

tunnel

4
May

Offizielles Organ der STUVA · Official Journal of the STUVA

2013

www.tunnel-online.info



bau || || verlag
Wir geben Ideen Raum

On the Topic of...: Underground – the Way to the Future
Switzerland: Building Management Automation in the Lötschberg Base Tunnel
Germany: Adding Evacuation Tunnels continuing Rail Traffic



ITALY: THE WORLD'S LARGEST EPB SHIELD CELEBRATES ITS FIRST BREAKTHROUGH IN SPARVO.

"With the largest TBM in the world we are accustomed to records, two of the record-winning features are its size and its tunnelling speed", said Alfonso Toto, chairman of the management board and managing director of Toto Costruzioni Generali during the first breakthrough celebrations in the construction of the Sparvo Tunnel at the end of July 2012. The Herrenknecht Earth Pressure Balance Shield with the world-record diameter (15.55m) did not even need 12 months for the construction of the 2,413 meter long tunnel. The tunnel provides space for two lanes in each tube with a hard shoulder each. With the TBM Martina, Herrenknecht set new standards for tunnel boring machines with respect to the equipment for specially gaseous soils.

SPARVO | ITALY

PROJECT DATA



S-574, EPB Shield
 Drilling diameter: 15,615mm
 Installed power: 12,000kW
 Tunnel length: 2,494m
 Geology: clay, argillaceous slate and sandstone

CONTRACTOR

TOTO Costruzioni Generali S.p.A.



tunnel 4/13

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



Querschlag im Lötschberg-Basistunnel/CH mit Schaltschränken., S. 10 ff

Cross-passage in the Lötschberg Base Tunnel with control cabinets, pp. 10

Title

DUMPER der Firma Belloli SA/CH, Typ BELLOLI CVS DM 3227 mit Allradantrieb und 4-Radlenkung (innerer Wenderadius 2,0 m, Fassungsvermögen 22 m³).

Dieser Dumpertyp ist beim „AlpTransit“-Projekt und auf weltweit wichtigen Baustellen im Einsatz.

DUMPER from BELLOLI SA/CH, type BELLOLI CVS DM 3227 with all wheel drive and 4-wheels steering (internal turning radius 2.0 m, heaped capacity 22 m³).

This type of Dumper is operational in the "Alp-Transit" project and on other important job sites worldwide.

(Photo: BELLOLI SA/CH)

Wort zum Thema... / On the Topic of...

Underground – the Way to the Future	2
Felix Amberg, Chairman of WTC 2013	

Aktuelles / Topical News

4

Technische Ausstattung / Technical Equipment

Gebäudeautomation im Lötschberg-Basistunnel	10
Building Management Automation in the Lötschberg Base Tunnel	
Christof Brauneis, tab-Redaktion, Bauverlag BV	

Hauptbeiträge / Main Articles

Schlüchterner Tunnel – Nachrüstung von Rettungstollen für Tübbingtunnel unter laufendem Eisenbahnverkehr	16
Schlüchterner Tunnel – Adding Evacuation Tunnels without discontinuing Rail Traffic	
Dr.-Ing. Axel Städing, Dipl.-Ing. Falk D. Schindler, Dipl.-Ing. Jürgen Gunnemann	

Finnetunnel: Innovative gezielte Fugennachdichtung in Tübbingröhren – Teil 2	30
---	----

Finne Tunnel: Innovative targeted Resealing of Segment Bore Joints – Part 2
Prof. Dr.-Ing. Dieter Kirschke, Dipl.-Ing. Hendrik Schällicke, Dipl.-Ing. Dirk Fraas

Die nächste Generation von EPB-Schneidwerkzeugen – Neue Werkzeugkonzepte für wechselndes Gestein	42
The next Revolution in EPB-Cutters – New Cutter Designs make an Impression in Mixed Ground	
Aaron Shanahan, Desiree Willis	

Fachtagungen / Conferences

BrennerCongress 2013	51
-----------------------------	----

Sanierung / Redevelopment

Tunnel Melide-Grancia im Tessin	57
Melide-Grancia Tunnel in Ticino	

Neue Produkte / New Products

Neue Tunnelrinne – Heschlacher Tunnel mit hellen Wänden	60
New Tunnel Channel – Heschlach Tunnel with light Tunnel Walls	

Brandschutz / Fire Protection

New Zealand Wellington Tunnels receive Fire Upgrade	67
--	----

Schalung / Formwork

Tunnelschalwagen wirtschaftlicher	68
Increased Economy of Tunnel Formwork Carriage	

Buchbesprechung / Book Review

70

Informationen / Information

Veranstaltungen / Events	71
---------------------------------	----

Inserentenverzeichnis / Advertising list	72
---	----

Impressum / Imprint	72
----------------------------	----

Ein Wort zum Thema...

Underground – the Way to the Future

Der diesjährige World Tunnel Congress und die 39. Generalversammlung der ITA (International Tunnelling and Underground Space Association) finden zwischen dem 31. Mai und 7. Juni in Genf in der Schweiz statt. Die Swiss Tunnelling Society als Veranstalterin des WTC hat als Motto „Underground – the way to the future“ gewählt, weil sie überzeugt ist, dass der unterirdische Raum in der Zukunft eine erhebliche Rolle spielen wird.

Im weltweiten Kontext stehen große Herausforderungen an: Immer mehr Menschen leben in Städten und Agglomerationen, deren Transport- und Infrastrukturaufgaben ständig wachsen und die faktisch nur durch die vermehrte Nutzung des unterirdischen Raums gelöst werden können. Der Klimawandel mit steigenden Meeresspiegeln bedroht vor allem Küstengebiete, wo die Mehrzahl urbaner Räume liegt. Die Verhinderung von großen Überflutungen – beispielsweise mit unterirdisch angelegten „Stormwater-Drainage-Anlagen“ – wird zu einer Aufgabe von eminenter wirtschaftlicher Bedeutung. Die Verknappung des Platzes an der Oberfläche urbaner Gebiete führt dazu, dass man niederwertige Nutzungen vermehrt aus den stark überbauten Räumen nach unter Tage verlegen möchte. Man plant bereits ganze industrielle Komplexe wie Müllverbrennungsanlagen unterirdisch zu bauen. Einzelne solcher Anlagen wurden tatsächlich schon realisiert. Viele weitere Herausforderungen ließen sich noch ergänzen.

Mit welchen Konzepten kann man derartigen Herausforderungen begegnen? Faktisch nur mit solchen, die auch oder ganz explizit den unterirdischen Raum einschließen. Die urbanen Räume der Zukunft sind auf effiziente Nutzung des unterirdischen Raums zwingend angewiesen.

Die vermehrte Nutzung des unterirdischen Raums geht aber über den eigentlichen Tunnelbau hinaus und reicht auch in den Bergbau: Zunehmender Bedarf an Mineralien, steigende Rohstoffpreise, Umweltauflagen im Tagebau und weitere Faktoren führen dazu, dass der Bergbau zwangsweise in größere Teufen vorstößt. Der Bergbau der Zukunft ist ebenfalls auf die Nutzung des unterirdischen Raums angewiesen, wenn tiefliegende Ressourcen erschlossen werden sollen.

Um das Potenzial des unterirdischen Raums zu nutzen und für die Problemlösungen heranzuziehen, braucht es ein zielgerichtetes Vorgehen aller Beteiligten. Es braucht Politiker, die dieses Potenzial sehen und nutzbar machen wollen. Es braucht Raumplaner und Städtebauer, welche den unterirdischen Raum genauso selbstverständlich in die Planungen urbaner Räume aufnehmen wie oberirdische Bereiche. Architekten müssen Räume schaffen, in denen sich die Menschen wohl fühlen, auch wenn diese unter Tage sind. Und es braucht Bauherren, die finanzielle Mittel für innovative Lösungen bereitstellen.

On the Topic of...

Underground – the Way to the Future

This year's World Tunnel Congress and the 39th General Assembly of the ITA (International Tunnelling and Underground Space Association) are taking place between May 31 and June 7 in Geneva/CH. The Swiss Tunnelling Society, which is organising the WTC, has

chosen the motto "Underground – the Way to the Future" as it is convinced that underground space has a substantial role to play in future.

Great challenges are pending on a worldwide scale: an ever larger number of people are living in cities and agglomerations, where tasks in the field of the transportation and infrastructure are constantly increasing so that they can actually only be resolved by using underground space to a growing extent. Coastal areas are primarily threatened by climate change with rising sea levels and this is where most urban spaces are located. Prevention of major floods – for example through underground "stormwater drainage systems" has emerged as a task of eminent economic importance. The scarcity of space on the surface for urban areas has led to a situation where less significant

facilities on the surface are increasingly being relocated underground from extensively built-up areas. The setting up of complete industrial complexes such as waste incineration plants underground is already being planned. Indeed, individual examples of such plants have actually been accomplished. There are still many challenges needing to be faced.

Just how can such challenges be met? In actual fact, only with concepts, which quite explicitly embrace underground space. Urban areas of the future urgently depend on underground space being efficiently exploited.

Essentially, increasing use of underground space extends beyond tunnelling as such and also relates to mining: an increasing need for minerals, rising prices for raw materials, environmental requirements affecting open-cast mining and further factors inevitably lead to mining advancing to greater depths in future. Mining of the future is also dependent on the exploitation of underground space if resources located at considerable depth are to be opened up.

All those involved must pursue a common approach to take advantage of the potential afforded by underground space and come up with solutions to problems. Politicians are needed, who see and want to exploit this potential. Planners and consultants are required, who are just as capable of including underground space in planning urban areas as areas on the surface. Architects must create spaces, which people feel comfortable to live in even if they are underground. And clients are needed, who can provide financial resources for innovative solutions.

And first and foremost, an industry is needed, which develops, tests and applies innovative solutions for accomplishing such



Felix Amberg, Chairman of the WTC
2013 Organising Committee

Und es braucht vor allem eine Industrie, die innovative Lösungen zur Realisierung solcher Vorhaben entwickelt, testet und einsetzt. Blickt man ein, zwei oder auch mehr Jahrzehnte zurück, hat man den Eindruck, dass seit langer Zeit keine substantiellen Neuerungen im Untertagebau mehr gemacht wurden. Viele Verbesserungen und detailbezogene Optimierungen bestehender Technologien und deren Anwendungen in größeren Dimensionen – doch eigentliche Neuerungen, Durchbrüche mit innovativen Ansätzen und zwingend notwendigen Konzepten, um die großräumige Nutzung des unterirdischen Raums überhaupt zu ermöglichen, sind bisher ausgeblieben. Wir arbeiten noch immer mit den gleichen grundlegenden Prinzipien wie vor Jahrzehnten.

Wenn man die technische Entwicklung der letzten 20 bis 30 Jahre auf anderen Gebieten sieht, kommt man um den Eindruck nicht herum, dass der Untertagebau stagniert. Wer telefoniert heute noch wie vor zwanzig Jahren? Wer will noch in einem Auto fahren, das sich auf dem technologischen Stand von 1995 befindet? Welcher Ingenieur zeichnet heute noch mit Brett und Feder? Aber wir bohren noch immer Sprenglöcher, spritzen noch immer Beton, bauen noch immer Bögen oder Tübbings ein. Technisch ausgereifter, in größeren Dimensionen, in komplexeren Geologien vielleicht, aber nicht grundlegend anders als vor zwanzig Jahren.

Die in der Zukunft notwendige Nutzung des unterirdischen Raums macht aber substantielle Entwicklungsschritte in unserer Branche zwingend notwendig. Gelingt dies nicht, könnte die fehlende Innovationskraft unserer Branche hemmend auf die erforderliche Entwicklung der Städte und urbanen Räume der Zukunft wirken.

Solch eine Perspektive muss für unsere Branche Ansporn sein, sich dieses Themas anzunehmen und unseren Beitrag für die Entwicklung der Zukunft zu leisten. Wenn das Motto des WTC 2013 „Underground – the way to the future“ zutrifft, müssen wir ein fundamentales Interesse daran haben, für diesen Weg in die Zukunft gerüstet zu sein – mit den Technologien, dem Know-how und den Kompetenzen, die dafür nötig sind.

schemes. If you look back one, two or more decades, you get the impression that no substantial innovations have occurred in tunnelling for a long time. Many improvements and detailed optimisations of existing technologies and their application in greater dimensions – however, novelties as such, actual breakthroughs with innovative approaches and urgently needed concepts in order to facilitate large-scale utilisation of underground space in the first place, have been absent. We are still working with the same basic principles as were applied decades ago.

If you appraise technical developments in other fields during the past 20 to 30 years, it is easy to gain the impression that tunnelling has stagnated. Who uses the telephone today like we did 20 years ago? Who wants to drive a car, which was state of the art back in 1995? Which engineer still uses a drawing board nowadays? However, we still drill blast-holes, spray concrete, install arches or segments. Perhaps with more mature technology, larger dimensions and in more complex geologies, but basically still the same as 20 years ago.

The exploitation of underground space necessary in the future, however, does make substantial development steps in our branch essential. Should this not be accomplished, the lack of innovative force could result in our branch exerting a negative influence on the necessary development of cities and urban areas in future.

A perspective of this kind must act as a spur for our branch in dealing with this topic and playing our part in future developments. Should the 2013 WTC motto “Underground – the Way to the Future” apply, then we must have a fundamental interest in being equipped to follow this path into the future – with the technologies, the know-how and competences, which are required.



Felix Amberg

Brazil

WTC 2014 – Brazil receives the World Tunnelling Community

Brazil and the Brazilian Tunnelling Committee are getting ready for receiving the biggest congress on tunnelling, the World Tunnel Congress. The 2014 edition will be held in Iguassu Falls, Brazil. There will be space and opportunity for the interchange of technical information, for the divulgation of new products and services and for the creation or strengthening of relations among the participants. The underground works will be the centre of all – and everything related to this area.

Brazil and its South American neighbours currently offer several business and technical exchange opportunities. There are projects ongoing in the region that are unique in the world, by virtue of characteristics and the challenges they represent. An example is the tunnel under the Andes, between Argentina and Chile.

The Theme – Tunnels for a better Life

The surface is a noble area that should be mostly used for the benefit of human beings. In big cities, however, there is not enough space at the surface to construct everything the population needs and wants. This is an evidence of the importance of tunnels in our lives. The underground space can be used for transportation or storage, for instance, saving the surface for nobler uses, such as parks and the development of the cities.

The tunnel culture is already popular in European countries, North America and some Asian countries, but not yet in Latin America. The WTC 2014 comes at an important moment of development in South American countries. Latin American technical community must show authorities the applications tun-

nels can have and how they can improve the population's quality of life.

WTC2014 will start to receive abstracts on 1st of May 2013. The abstracts should refer to the congress main topics: site investigation and monitoring, planning and design of underground structures, learning from case histories, tunnels and underground structures for mining, tunnels and underground structures for hydropower schemes, tunnels and underground structures for storage, tunnel operation, safety, maintenance,



rehabilitation, renovation and repair, innovations in mechanized tunnelling, innovations in conventional tunnelling, innovations in cut and cover excavations and in immersed tunnelling, innovations in materials, design and construction of shafts, risk management, contractual and insurance aspects and rock tunnelling in South America.



www.amazing-world-in-free-stock-pictures-and-photos.com

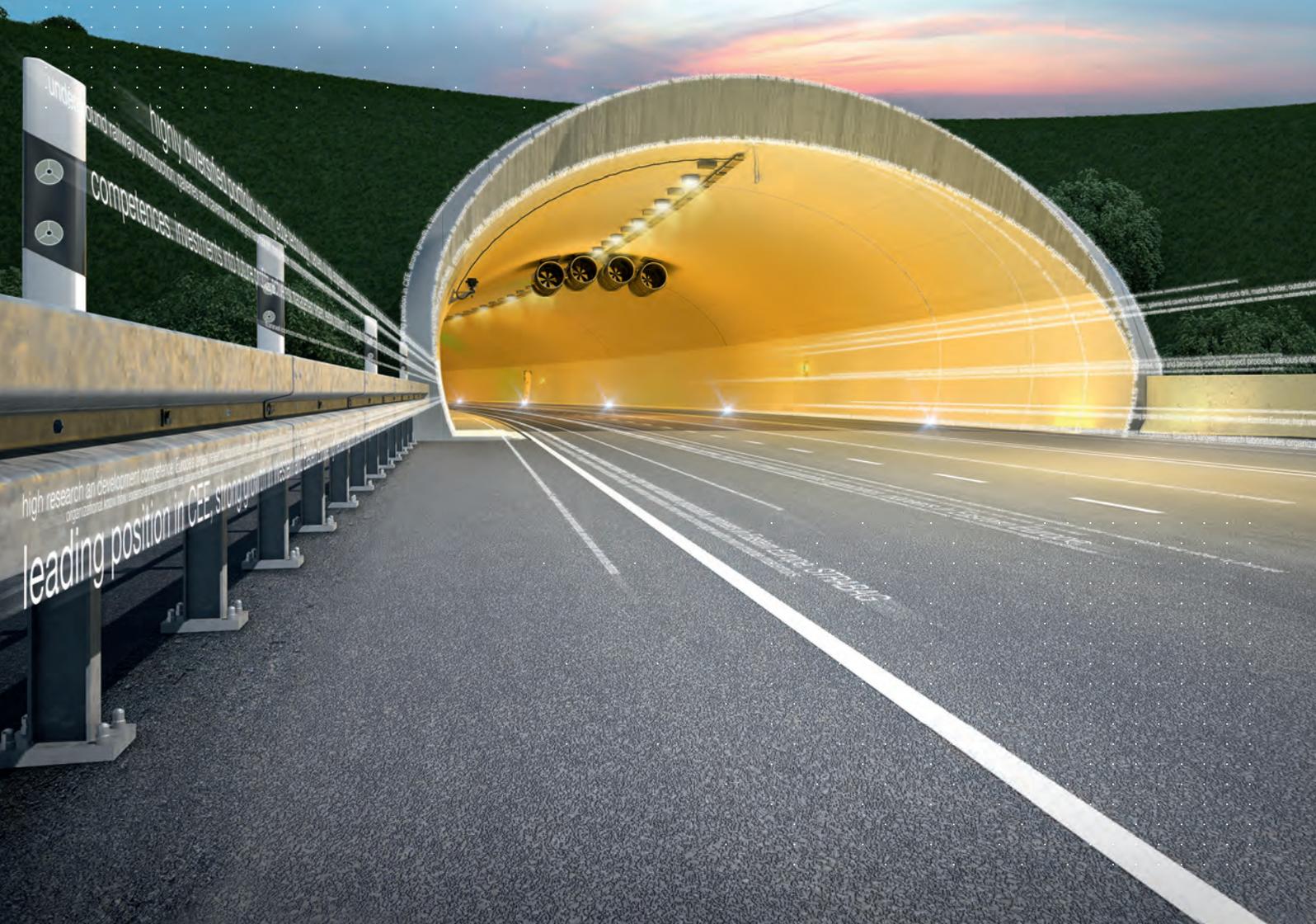


www.amazing-world-in-free-stock-pictures-and-photos.com

The Venue – Iguassu Falls

Venue of the 2014 WTC, Iguassu Falls has, year after year, attracted more and more international events. What brings light to the city and the region is the exceptional interest of people from around the world in the unique beauty of its falls and the astonishing diversity of its fauna and flora. It is in this scenario of dazzling natural beauty that the WTC 2014 will take place.

Find out more about WTC2014 in www.wtc2014.com.br. 



DYNAMIK AUF GUTEM FUNDAMENT

Der Tunnelbau erfordert besonderes Fachwissen und Können. Die Mitarbeiter der STRABAG AG verfügen über das dazu notwendige Know-how. Unser Leistungsspektrum reicht vom konventionellen Tunnel- und Stollenbau über den mechanischen Vortrieb bis hin zu Schrägschächten. Durch die stetig wachsende Erfahrung trägt STRABAG massgeblich zur Weiterentwicklung und Verbesserung bestehender Verfahren bei. Unseren Kunden können wir so wirtschaftlich und technisch optimierte Lösungen anbieten.

STRABAG AG

Bifang 4, 6472 Erstfeld

Tel. +41 41 882 11 11

Fax +41 41 882 11 10

tunnelbau-schweiz@strabag.com

STRABAG

Schweiz

Tunnel Eyholz: Nordröhre durchschlagen

Der Tunnel Eyholz zwischen Staldbach und Grosshüs dient der Autobahn A9 zur Südumfahrung von Visp im Kanton Wallis/CH; er besteht aus zwei Röhren im Abstand von rd. 30 m mit 15 Querverbindungen bei maximal 820 m Überdeckung [1, 2]. Der Ausbruchquerschnitt beträgt rd. 125 m² und in den beiden unterirdischen Verzweigungsbauwerken 190 bis 280 m²; dazu kommen zwei Lüftungszentralen. Der Tunnel bietet je Röhre Platz für zwei Fahrspuren mit beidseitig 1 m breiten Randwegen, einen Lüftungskanal oberhalb der Zwischendecken (auch für Rauchabsaugung im Brandfall) und einen begehbaren Werkleitungskanal in der Sohle.

Nach dem Durchschlag der 4.255 m langen Südröhre am 31. August 2012 folgte im Oktober der Durchschlag der 4.231 m langen Nordröhre; der Vortrieb der Nordröhre begann am 23. Mai 2009, zwei Monate nach Beginn der Vortriebsarbeiten für die Südröhre. Die Geologie

war anspruchsvoll, vor allem in der Lockergesteinsstrecke. Der Innenausbau hat von Staldbach her bereits begonnen. Neben dem Einbau der Innenschale laufen bereits erste Arbeiten zur betriebs- und sicherheitstechnischen Ausrüstung. Die Inbetriebnahme ist 2015 geplant, die Kosten für den Eyholztunnel sind mit 700 Mio. CHF (560 Mio. EUR) veranschlagt.

Die Autobahn A9 im Oberwallis erstreckt sich über 31,8 km zwischen Siders Ost und Visp Ost (Grosshüs Eyholz); sie verläuft zu 50 % in Tunneln, wie dem Eyholztunnel und dem 3,2 km langen Tunnel Visp, und gedeckten Einschnitten. Bauherr ist der Kanton Wallis im Auftrag des Bundesamtes für Straßen (ASTRA). Die Eröffnung ist für 2016/17 geplant. G.B.



Literatur / References

[1] Südumfahrung Visp: tunnel 7/2012, p. 3

[2] Schneider, A.; Tanner, S.: A9 Umfahrung Visp – Anspruchsvolle Tunnelvortriebe im Lockergestein und Fels. STC 2008, tunnel 2/2009, pp. 48 - 50

Switzerland

Eyholz Tunnel: North Bore broken through

The Eyholz Tunnel between Staldbach and Grosshüs serves the A9 motorway to circumvent Visp in the Canton of Valais/CH, passing in the south. It consists of 2 bores set some 30 m apart with 15 cross-passages given maximal 820 m overburden [1, 2]. The excavated cross-section amounts to roughly 125 m² and 190 to 280 m² in the 2 underground branch caverns. There are also 2 ventilation control centres. Each bore of the tunnel accommodates 2 driving lanes with 1 m wide shoulders at each side, a ventilation duct above the intermediate ceilings (also to remove smoke in the event of fire) and an accessible utility tunnel in the floor.

After the 4,255 m long south bore was broken through on August 31, 2012, the 4,231 m long northern one was accomplished

in October. Driving the north bore commenced on May 23, 2009, 2 months after excavation of the southern one. The geology was sophisticated, primarily in the soft ground section. Furnishing the interior from Staldbach has already started. Apart from installing the inner shell, initial operations for equipping the tunnel with operating and safety technology have already got underway. It is planned to open the tunnel in 2015; the Tunnel is due to cost some 700 million CHF (560 million €).

The A9 motorway in the Upper Valais runs some 31.8 km between Siders East and Visp East (Grosshüs Eyholz). Half of it passes through tunnels such as the Eyholz Tunnel and the 3.2 km long Visp Tunnel, and covered sections. The Canton of Valais acting on behalf of The Federal Roads Office (FEDRO/ASTRA) is the client. The opening is planned for 2016/17. G.B.



Schweiz

Neuer Bahnhof Löwenstraße in Zürich: Rohbau fertig

Der rd. 4,8 km lange, zweigleisige Weinbergtunnel mit parallelem Flucht- und Rettungsstollen und der unterirdische Durchgangsbahnhof Löwenstraße [1] mit vier Gleisen und zwei 420 m langen Mittelbahnsteigen im zweiten Untergeschoss sind Kernstück des SBB-Projekts Durchmesserlinie (DML) zur Verbindung des Züricher Hauptbahnhofs

mit dem Bahnhof Oerlikon [2]. Dieser zweite Durchgangsbahnhof in Zürich ermöglicht den Zügen in Richtung Westen (Bern, Lausanne, Genf) und Richtung Osten (Flughafen Zürich, St. Gallen, München) eine schnellere Fahrt und trägt den steigenden Fahrgastzahlen Rechnung. Nach Abschluss der Rohbauarbeiten wurde Anfang 2013 mit dem Einbau

Switzerland

New Löwenstrasse Station in Zurich: rough Construction completed

The approx. 4.8 km long, twin-track Weinberg Tunnel with parallel escape and evacuation tunnel and the underground through station Löwenstrasse [1] has 4 tracks and two 420 m long central platforms representing the core of the SBB Cross-City Link (DML), which links Zurich Main Station with Oerlikon Station [2]. This second through station in Zurich enables west-

bound trains (Berne, Lausanne, Geneva) and those heading east (Zurich Airport, St. Gallen, Munich) to cut travelling times thus benefitting rising passenger figures. After concluding the rough construction work, the process of installing the rail technology equipment began in early 2013 [3]. The tracks are to be installed on the ramp leading to the underground station and

der bahntechnischen Anlagen begonnen [3]. Bis Mitte des Jahres werden auf der Rampe zum Tiefbahnhof und im neuen Bahnhof Löwenstraße sowie im Weinbergtunnel nach Oerlikon die Gleise eingebaut, und zwar als schotterlose Feste Fahrbahn (FF) der Bauart „Low Vibration Track“ zum Verringern der Erschütterungen in Bauten über der DML. An besonders sensiblen Stellen, wie unterhalb des Universitätskrankenhauses und der Radiostation, wird die FF mit Masse-Feder-Systemen kombiniert, die bei Zugüberfahrten zusammengedrückt werden und die Übertragung von Erschütterungen verhindern. Bis Ende 2013 sollen im Bahnhof Löwenstraße und im

Weinbergtunnel die Fahrleitungen, aber auch die Elektro- und Telekommunikationstechnik und verschiedene sicherheitstechnische Anlagen, wie Löschwasserleitung, Notbeleuchtung und beidseitig Handläufe, eingebaut sein. Der erste DML-Abschnitt einschließlich Durchgangsbahnhof und Tunnelverbindung nach Oerlikon soll Mitte 2014 in Betrieb genommen werden und Ende 2015 der Abschnitt über die Kohlendreieck- und Letziggrabenbrücke nach Altstetten. G.B. 

in the new Löwenstrasse Station as well as the Weinberg Tunnel leading to Oerlikon by mid-2013. A ballast-less solid track – type “Low Vibration Track” to suppress vibrations in buildings above the DML – will be incorporated. At especially sensitive spots such as beneath the University Clinic and the radio station, the track will be combined with mass-spring systems, which compress when trains are passing thus preventing vibrations from being transferred. By the end of 2013, the overhead lines as well as the electro and telecommunications technology and various safety-technical facilities such as the extinguishing water line, emergency lighting and handrails at both sides will have been

built into the Löwenstrasse Station and the Weinberg Tunnel. The first DML section together with the through station and tunnel link to Oerlikon is due to be opened in mid-2014. The section across the Kohlendreieck and Letziggraben bridges towards Altstetten is to be commissioned in 2015. G.B. 

Literatur / References

- [1] Unterirdischer Durchgangsbahnhof Löwenstraße in Zürich. tunnel 7/2004, p. 6
- [2] Durchmesserlinie Zürich: Weinbergtunnel – Limmatquerung. tunnel 5/2010, p. 3 und 2/2011, pp. 5 – 6
- [3] Weinbergtunnel: Einbau der Bahntechnik. tunnel 7/2012, p. 4



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



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

GROUTING SYSTEMS

HÄNY

Häny AG • Buechstrasse 20 • CH-8645 Jona/Switzerland
Tel. +41 44 925 41 11 • Fax +41 44 923 62 45 • info@haeny.com • www.haeny.com



Deutschland

Branichtunnel – Zuschlagstoffe garantieren Reaktionsvermögen bei Minustemperaturen



Portal des Branichtunnels
Branich Tunnel portal

Seit Anfang Dezember 2011 laufen die von den Bewohnern des badischen Orts Schriesheim lang ersehnten Bauarbeiten zum 1,8 km langen Branichtunnel. Ende Januar 2013 waren 1.000 der 1.800 m geschafft. Der Durchbruch erfolgt voraussichtlich im Juni 2013. Der Tunnel ist Teil der Gesamtmaßnahme „Ortsumfahrung Schriesheim“ Auf 3,3 km erfolgt ein Neubau der L536. Rund 85 Mio. € investiert das Land Baden-Württemberg, vertreten durch das Regierungspräsidium Karlsruhe für die Arbeiten, davon entfallen ca. 58 Mio. € auf den Branichtunnel.

Der Tunnel wird bergmännisch vorgetrieben. Neben den reinen Tunnelbauarbeiten werden fünf Notausgänge erstellt, die in zwei separate Fluchtstollen münden.

Eine prognostizierte Verkehrsreduzierung der Schriesheimer Altstadt um fast 70 % sorgt für eine hohe Akzeptanz der Bauarbeiten in der Bevölkerung. Die handfesten Vorteile für die Schriesheimer Bürger und die gute Zusammenarbeit mit dem bauausführenden

Unternehmen Züblin, Stuttgart, ließ die Tunnelpatin Brigit Ibach-Höfer bei der letztjährigen Barbarafeier von einem familiären Verhältnis zwischen den Bewohnern der Stadt und den Baustellenmitarbeitern sprechen.

Zur Ausführung des Spritzbetons wurden 390 kg CEM II 52,5 N Dyckerhoff, Amöneburg, Betongüte C 30/37 eingesetzt. Der Frischbeton wird auf dieser Baustelle von drei verschiedenen Transportbetonwerken (TB Kurpfalzbeton, TB Kühner und TB Leutershausen) beliefert.

Besonders in der Anfangsphase herrschte starker Frost. Dennoch gewährleisteten die Produkte aus der Gecedral® F100-Reihe von BK Giuliani GmbH, Ludwigshafen/D, selbst bei diesen Minustemperaturen das Reaktionsvermögen des Spritzbetons. Hierdurch konnten die Vortriebsarbeiten trotz der widrigen Wetterverhältnisse zügig vorangehen, die Frühfestigkeitsklasse J2 wurde problemlos erreicht, und die Sicherheit beim Vortrieb war jederzeit gewährleistet. 

Germany

Branich Tunnel – Aggregates assure Reaction Capacity at below-zero Temperatures



Spritzbetonarbeiten
Preparing the shotcrete

Since December 2011, construction work on the 1.8 km long Branich Tunnel has been forging ahead much to the delight of local residents of Schriesheim in Baden. 1,000 of the 1,800 m had been completed in late January 2013. The breakthrough will probably follow in June 2013. The tunnel is part of the "Schriesheim Bypass" project. The L536 is being upgraded over a length of 3.3 km. The Land of Baden-Württemberg represented by the administrative district of Karlsruhe is investing some € 85 million for the work to be carried out with around € 58 million accounted for by the Branich Tunnel.

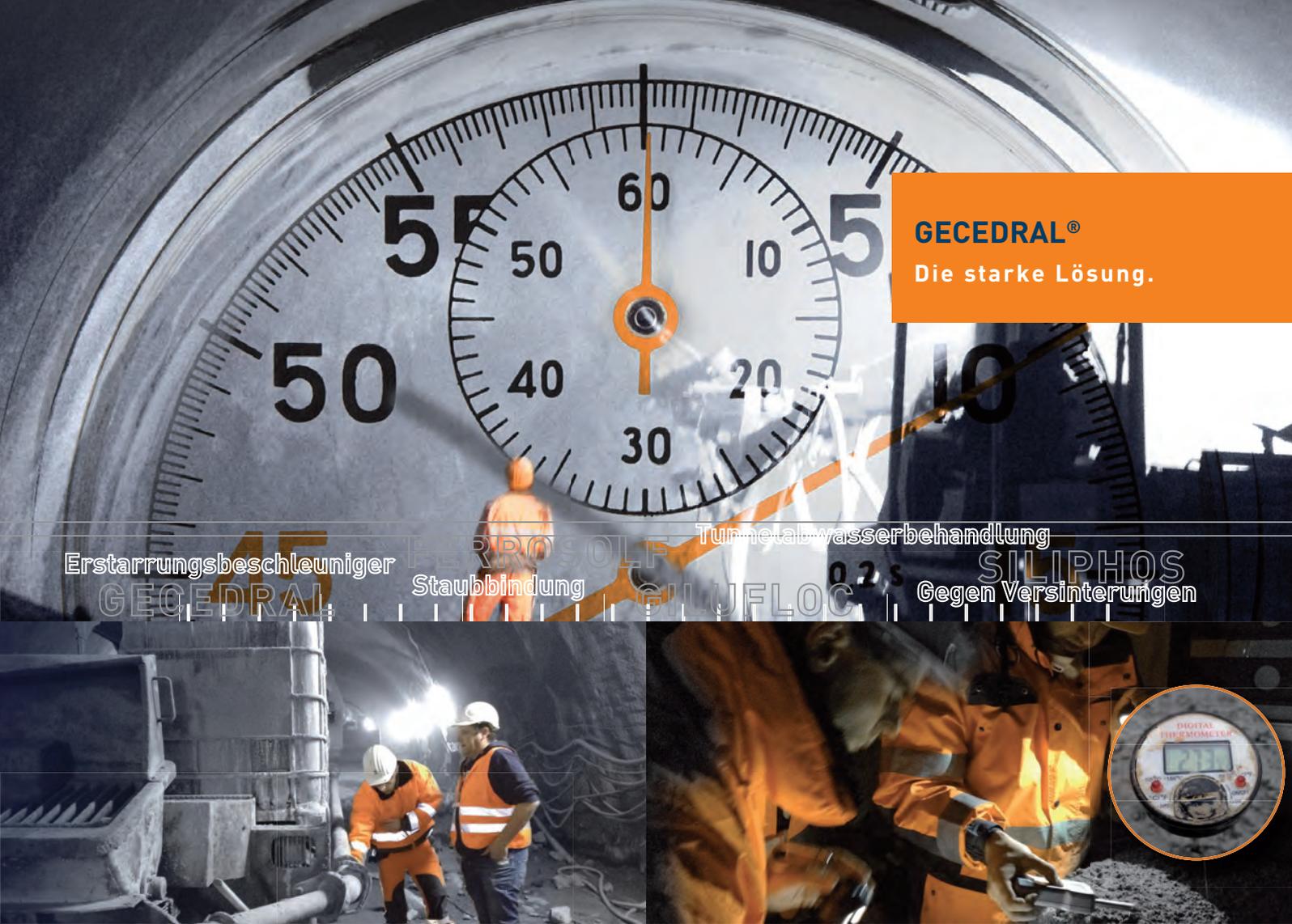
The tunnel is being driven by trenchless means. In addition to the pure tunnelling activities, 5 emergency exits are being set up, which lead into 2 separate evacuation tunnels.

The construction work has gone down well with the population because a survey showed that the scheme would result in traffic in the old part of Schriesheim being reduced by almost 70 %. The obvious advantages for local residents in

Schriesheim and outstanding cooperation with the responsible contractor Züblin, Stuttgart prompted the tunnel's sponsor Brigit Ibach-Höfer at last year's St. Barbara ceremony to speak of a familiar relationship between the citizens of the town and the construction workers on-site.

For preparing the concrete 390 kg CEM II 52.5 N Dyckerhoff, Amöneburg, shotcrete quality C30/27 was used. The fresh concrete is delivered to the construction site by 3 different ready-mixed concrete plants (TB Kurpfalzbeton, TB Kühner and TB Leutershausen).

Hard frost prevailed particularly during the initial stages. Notwithstanding the products from the Gecedral® 100 range from Messrs. BK Giuliani GmbH, Ludwigshafen/D assured the shotcrete's reaction capacity even at these sub-zero temperatures. As a result the driving operations were able to progress quickly in spite of the inclement weather conditions; early strength class J2 was attained without difficulty and safety during the excavation was assured all the time. 



GECEDRAL®
Die starke Lösung.

Erstarrungsbeschleuniger **GECEDRAL** | **FERROSOLF** Staubbindung | **GILUFLOC** Tunnelabwasserbehandlung | **SILIPHOS** Gegen Versinterungen



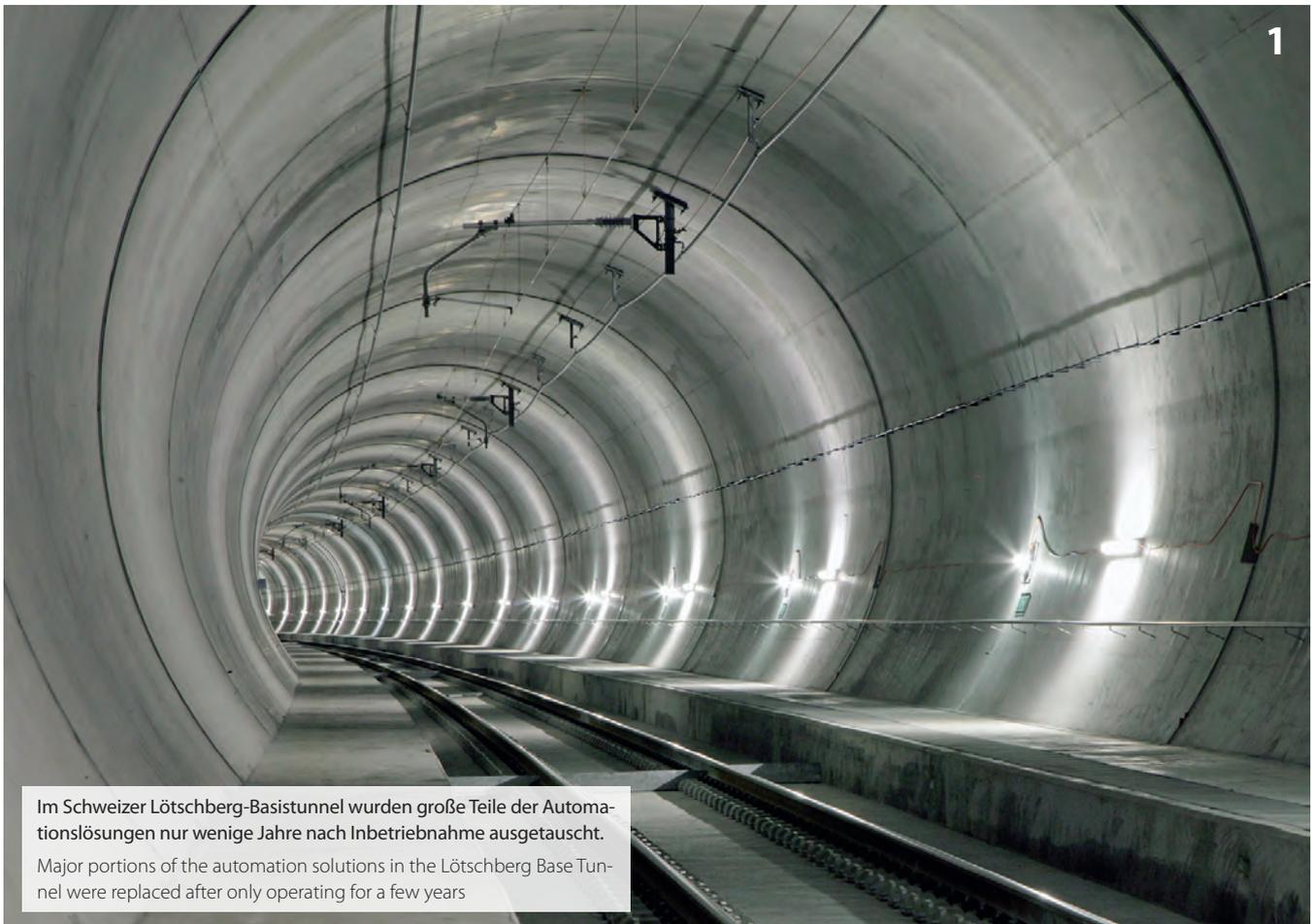
Sicherheit über Kopf
GECEDRAL® – Top-Performance im Vortrieb
Starke Leistung und gesicherte Ergebnisse mit hoher Qualität

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

Setzen Sie auf unsere langjährige Erfahrung, mit der wir zahlreiche Tunnelbau-Großprojekte begleiten konnten. Mit **GECEDRAL®**, unserem patentierten alkalifreien Abbindebeschleuniger für Spritzbeton, sind Sie auf der „sicheren Seite“ – mit sicherem Ergebnis über Kopf, gesicherter Vortriebsleistung und hoher Qualität. Dazu trägt auch unsere hohe Lieferbereitschaft sowie unsere konsequente Projektbegleitung und Dokumentation vor Ort bei. **GECEDRAL®** – der sichere Schritt voraus.

BK Giulini GmbH
67065 Ludwigshafen
sales.aluminacompounds
@bk-giulini.com
Phone ++49 621 5709 6617





Im Schweizer Lötschberg-Basistunnel wurden große Teile der Automationslösungen nur wenige Jahre nach Inbetriebnahme ausgetauscht.
Major portions of the automation solutions in the Lötschberg Base Tunnel were replaced after only operating for a few years

Schweiz

Zwischen Anspruch und Wirklichkeit – Gebäudeautomation im Lötschberg-Basistunnel

Gerade bei Großprojekten klappt zwischen den ursprünglichen Planungen und der Realität oft eine große Lücke – man denke nur an den Berliner Großflughafen und die Elbphilharmonie. Kosten- und Zeitdruck verleiten zu Flickschusterei und abgespeckten Lösungen – die Zeche zahlt dann in der Regel der Betreiber. Am Beispiel des Lötschberg-Basistunnels in der Schweiz wird deutlich, mit welchen Problemen Betreiber zu kämpfen haben und wie diese durch moderne Gebäudeautomationslösungen zum Teil behoben werden können.

Bei der Automation von Infrastrukturobjekten geht jeder Beteiligte vom Idealfall aus. Im Idealfall weiß der Bauherr, was er für den späteren Betrieb braucht, und kann diese Anforderungen zu 100 % an seinen Planer kommunizieren. Der Planer wiederum versteht den Bauherrn richtig und kann eine vollständige Spezifikation ausarbeiten. Diese Spezifikation wird anschließend von den Dienstleistern und GUs auch genauso umgesetzt. Die Realität sieht jedoch eher so aus: Der Bauherr kennt in der Planungsphase seine Be-

Switzerland

Between Aspiration and Reality – Building Management Automation in the Lötschberg Base Tunnel

There is frequently an enormous gap between the original plans and reality particularly in conjunction with major projects – the Berlin Brandenburg Airport or the Elbe Philharmonic Hall serve as examples. Cost and time pressure lead to a botched situation and patchwork – with the operator called on to cough up. The example of the Lötschberg Base Tunnel in Switzerland reveals the problems operators have to contend with and how these can be partly resolved thanks to modern building management solutions.

Everyone involved takes the ideal case for the automation of infrastructure schemes. In the ideal case, the operator knows what he requires for subsequent operation, being able to communicate these requirements 100 % to his planner. The planner for his part understands what the client is saying and is able to work out complete specifications. These specifications are then implemented precisely by the service providers and general contractors. However reality is very different: the client is not completely aware of his



MAPEI UNDERGROUND TECHNOLOGY TEAM



[Internetseite / Site Internet](#)

Unsere Dienstleistungen für Sie

- Weltweite Interventionsmöglichkeit innerhalb 24 Stunden und während 365 Tagen pro Jahr
- Produktionssteigerung
- Kostenreduktion

Nos services pour vous

- *Intervention globale, 24 heures sur 24 et 365 jours par an*
- *Augmentation de la production*
- *Diminution des coûts*



triebsanforderungen noch gar nicht vollständig. Was er weiß, kommuniziert er zudem nur teilweise. Der Planer versteht nicht alles, was kommuniziert wird, und kann unter vertretbarem Aufwand nicht alle Details spezifizieren und dokumentieren. Nach Vergabe an den GU, Anlagenbauer oder Integrator setzen diese die Anforderungen kostenminimal um.

Nachrüstung der MSR-Automatisierungstechnik

Der Lötschberg-Basistunnel, mit 32 km drittlängster Bahntunnel der Welt (Bild 1), wurde von einer Errichtergesellschaft im Auftrag des Bauherrn Schweizer Eidgenossenschaft realisiert. Das Kostenbudget (4,3 Mrd. CHF) und der Zeitplan wurden eingehalten. Der Betreiber BLS AG übernahm im Jahr 2007 einen funktionsfähigen Tunnel. Für dessen Betrieb sind 22,5 Millionen CHF pro Jahr nötig.

Die einzelnen Gewerke bei den technischen Infrastrukturen wurden gesondert ausgeschrieben. In der Erstausrüstung kamen „Saia PCD“-Steuerungen in den Bereichen Lüftung/Klimatisierung, Funk und Brandschutz zum Einsatz (30.000 E/A-Datenpunkte). In den anderen technischen Gewerken (Wasserversorgung, Beleuchtung, Niederspannungsüberwachung, Türen und Tore) wurden fünf weitere Steuerungsfabrikate (über 1.000 Automationsgeräte) verschiedener Hersteller eingebaut (Bild 2). Dabei handelte es sich meist um günstige Kompaktgeräte, die teilweise nicht programmierbar waren. Über komplexe Strukturen,

Gateways, Konverter und Multiplexer wurden diese am Leitsystem angebunden. Eine direkte Kommunikation zwischen den Gewerken war aber nicht möglich.

Die Automatisierungstechnik bzw. MSR-Technik (Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik) des Tunnels erwies sich nach zwei Jahren Betrieb als nicht sinnvoll beherrschbar. Die Wartungskosten der Infrastruktur-Technik waren fast doppelt so hoch wie die reinen Betriebskosten. Es gab im Mittel immer 50 „heiße“ Alarmmeldungen pro Tag, die eine Intervention von einer jeweils zweiköpfigen Servicemannschaft erforderlich machten. Das dafür notwendige qualifizierte Fachpersonal war nicht mehr zu finden. Der Betreiber startete im Jahr 2010 ein Modernisierungsprogramm für die Steuerungstechnik mit einem Budget von 18 Mio. CHF. Dieses Programm ist inzwischen erfolgreich ab-

operational requirements during the planning phase. What he is aware of is only partially passed on. The planner fails to understand everything that is passed on and is unable to specify and document all the details within acceptable limits. These requirements are then implemented with minimal cost by the general contractor, equipment manufacturer or integrator once they have been awarded the contract.

Retrofitting the MSR Automation Technology

The 32 km Lötschberg Base Tunnel is the third longest rail tunnel in the world (Fig. 1), and was produced by a JV on behalf of the Swiss state. The budget (4.3 billion CHF) and the timetable were adhered to. The operator BLS AG took over a functioning tunnel in 2007. It costs 22.5 million CHF per year to operate. Individual tenders were invited for the various technical infrastructure sectors. „Saia PCD“ con-

trol devices were applied for ventilation/air-conditioning, radio and fire protection (30,000 E/A data points) as original equipment. Five further types of control (more than 1,000 automatic units) from various manufacturers were used for the other technical sectors (water supply, lighting, low-frequency monitoring, doors and gates) (Fig. 2). Mostly these were favourably priced compact units, which in some cases could not be programmed. They were attached to control systems via complex structures, gateways, converters and multiplexers. However, direct communication between the sectors was not possible.

The tunnel's automation or MSR technology (MSR for measurement, control and regulation) turned out to be inadequate for the purpose after being tried out for 2 years. The maintenance costs for the infrastructure technology were practically twice as high as the actual operating costs. On average, there were



Einer von 104 Querschlügen im Lötschberg-Basistunnel. In jedem befinden sich bis zu 15 Schaltschränke.

One of 104 cross-passages in the Lötschberg Base Tunnel. Up to 15 control cabinets are to be found in each of them.

geschlossen worden (Bilder 3 und 4). Die proprietäre Automationstechnik wurde gegen „Saia PCD“-Steuerungen für alle Gewerke ersetzt (100.000 E/A-Datenpunkte). Neben allen Regel- und Steuerfunktionen können Service- und Managementfunktionen der einzelnen Gewerke nun direkt integriert werden. Der Verwaltungsrat der zweitgrößten Schweizer Bahngesellschaft hat danach die sogenannte „Lean-Automation“-Technik inzwischen in allen Infrastrukturprojekten vorgeschrieben.

Wie hätte man mit „Lean Automation“ das teure Modernisierungsprogramm verhindern können? Es wäre ausreichend gewesen, in der Planungsphase eine für alle Gewerke verbindliche Vorgabe bezüglich der Fähigkeiten der zu verwendenden MSR-Technik zu machen. Das heißt, die MSR-Automationsgeräte der 1.500 Schaltschränke hätten frei programmierbar und modular aufgebaut sein müssen. Die Kommunikation

zu und zwischen den MSR-Automationsgeräten hätte ohne proprietäre, herstellereigenspezifische Protokolle erfolgen müssen. Die Geräte hätten SPS-konforme Hardwarequalität nach Norm IEC 61131-2 haben sollen. Nachdem beim Lötschberg-Basistunnel die 18 Mio. CHF für die Nachrüstung ausgegeben worden waren, konnte dieser Stand nun erreicht werden. Hätte man auf diesen Mindeststandard schon bei der Planung und Realisierung bestanden, hätte dies maximal Mehrkosten von 0,5 Mio. CHF verursacht und viel Mühe und Stress erspart.

Lean Automation

Lean bedeutet davon auszugehen, dass viele wichtige Anforderungen vorab eben nicht klar definierbar sind und dass nichts sicherer ist als die ständige Veränderung. Das sind die Kernelemente eines Lean-Bewusstseins. Die Anpassbarkeit von Automation entspricht auch den Forderungen nach maximaler ganzheitlicher Wert-

50 “hot” alarm signals per day, which in each case required intervention by a 2-man service team. It was impossible to find the necessary qualified personnel for this purpose. In 2010, the operator embarked on a modernisation programme for the control technology with a 18 million CHF budget. This has been successfully concluded in the interim (Figs. 3 + 4). The proprietary automation technology was replaced by “Saia PCD” control systems for all sectors (100,000 E/A data points). In addition to all regulation and control functions, it is now possible to integrate the service and management functions for the individual sectors directly. In the meantime, the administrative council of Switzerland’s second biggest rail company has accordingly prescribed “lean automation” technology for all infrastructure projects.

How could the expensive modernisation programme been avoided with “lean automation”? It would have been sufficient to provide a binding standard

for the capabilities of the MSR technology being used for all sectors during the planning phase. That signifies that MSR automation units for the 1,500 control cabinets would have had to be freely programmable and set up on a modular basis. Communication to and between the MSR automation units would have to have been without proprietary, manufacturer-specific certificates. The units would have possessed SPS-conform hardware quality according to Standard IEC 61131-2. After the 18 million CHF was spent for retrofitting the Lötschberg Base Tunnel, this standard has now been attained. If this minimal standard had been insisted on during planning and execution, this would have resulted in additional costs of 0.5 million CHF at the most quite apart from saving a great deal of effort and stress.

Lean Automation

Lean means relying on the fact that many important requirements are initially not clearly

DESOI[®]
Hersteller für Injektionstechnik

Injektions- und Abdichtungssysteme



Bohrlochverschluss



Spannpacker



Hydraulikpacker



Kolbenpumpe PN-2536-2K

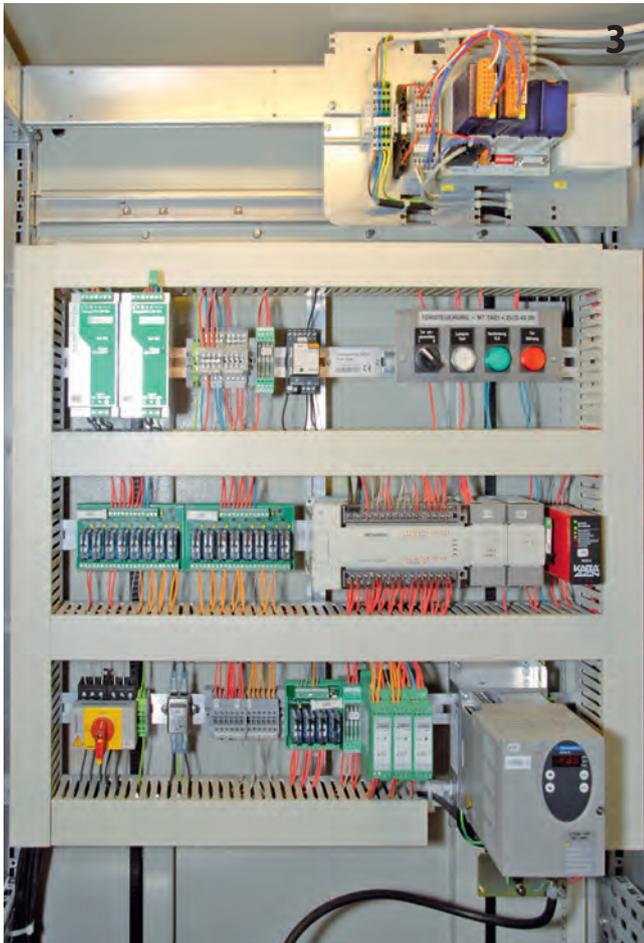


DESOI GmbH
Gewerbestraße 16
D-36148 Kalbach/Rhön

Tel: +49 6655 9636-0
Fax: +49 6655 9636-6666
info@desoi.de | www.desoi.de



Anwendervideos

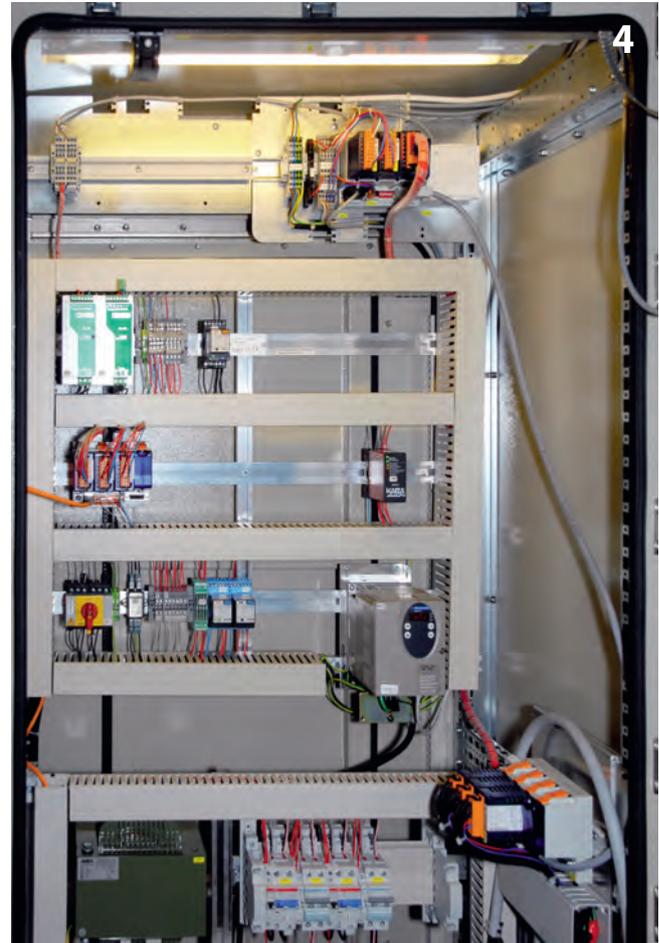


Schaltschrank im Lötschberg-Baistunnel vor ...
Control cabinet in the Lötschberg Base Tunnel before ...

schöpfung bei Planung, Bau und Betrieb. Lean Automation hat das primäre Ziel, mit den gegebenen Ressourcen die maximale Wertschöpfung und Qualität zu erreichen. Dies kann nur erreicht werden, wenn der Nutzer/Betreiber ein System hat, das voll auf seine Belange zugeschnitten ist. Keine vorgefertigte Standardlösung in der Gebäudeautomation kann dies erreichen. Es sind immer Anpassungen während der Realisierung und der Betriebsphase nötig. Diese Anpassung wird auch darin bestehen, dass Effekte der üblichen, voneinander getrennten Planung und Ausschreibung jedes Gewerks in der Betriebsphase korrigiert werden. «Nicht-Lean» wäre es,

die gängige Praxis umwerfen zu wollen und eine bessere ideale Welt der integralen Gesamtplanung zu proklamieren. Lean ist es, die Realitäten zu akzeptieren und sich darauf einzurichten.

Der erste Schritt hin zu einem Lean-Automation-Prozess ist es, eine Optimierungsphase als normalen Bestandteil eines Projekts zu sehen. Um die Erkenntnisse aus der Optimierungsphase einfach und kostengünstig umsetzen zu können, ergibt sich nach Auffassung von Jürgen Lauber [1, 2] zwangsläufig die Anforderung, nur noch Technik zu verbauen, die man verändern, erweitern und mit anderen Herstellern/Gewerken kombi-



...und nach dem Umbau. Viel unnötig gewordene Hardware wurde ausgebaut.
...and after modification. A great deal of unnecessary hardware was removed.

defined and that nothing is surer than constant change. These represent the core elements of a lean way of thinking. The adaptability of automation is also in keeping with maximal integral creation of value during planning, construction and operation. Lean automation's primary target is to attain the maximal exploitation of value and quality from the given resources. This can only be achieved if the user/operator has a system available that is entirely commensurate with his requirements. No prefabricated standard solution in building automation can achieve this. Adjustments during the execution and operating phase are always essential. This adaptation process also entails that effects

resulting from the usual planning and tendering separately for each sector are corrected during the operating phase. It would be "non-lean" to discard valid practice and proclaim a better ideal world of integral overall planning. It is lean to accept realities and to adapt oneself to them.

The first step towards a lean automation process is to regard an optimisation phase as a normal component of a process. In able to implement the recognitions from the optimisation phase in a straightforward and cost-favourable manner, Jürgen Lauber [1, 2] is convinced that it is necessary to install technology, which can be changed, expanded and combined with

nieren kann. Diese Grundfähigkeit sollte als Standard für alle Projekte eines Eigentümers/Betreibers definiert und durchgesetzt werden. Selbst bei Lücken oder Fehlannahmen in Planung, Ausschreibung oder Realisierung entstanden dann keine wesentlichen Probleme. Weitere Informationen zu diesem Thema finden Sie in [1, 2].

Fazit

Das Beispiel Lötschberg-Basistunnel zeigt, dass Lean-Automation auch außerhalb der

klassischen Gebäudetechnik wirksam und nötig ist. Bei allen Projekten, in denen es zu einer Arbeits- und Rollenteilung von Eigentümer, Planer, Errichter, Betreiber, GU etc. kommt – also auch bei Tunneln – haben „Nicht-Lean“-Konstellationen und „Nicht-Lean“-Technik gleichermaßen gravierend negative Auswirkungen. 

other manufacturers/sectors. This basic capability should be defined as standard for all projects of an owner/operator and put into practice. Substantial problems would then not be encountered even given gaps or false assumptions during planning, tendering or execution. Further details on this topic are to be found in [1, 2].

and necessary even outside of classic building technology. Non-lean constellations and non-lean technology exert serious negative effects for all projects in which there is a division of work and role involving the owners, planners, constructors, operators, general contractors etc. – in other words also for tunnels. 

Literatur / References

- [1] www.lean-automation.ch
[2] www.saia-pcd.de

Summary

The example of the Lötschberg Base Tunnel shows that lean automation is effective

Christoph Brauneis,
tab-Redaktion,
Bauverlag, Gütersloh

**Bochumer Eisenhütte
Heintzmann**



WTC 2013
Switzerland - Geneva

31.05. – 07.06.2013 in Genf, Schweiz / Stand L10



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

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

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

Besuchen Sie uns auf der WTC

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!

Visit us at WTC

Sonderkonstruktionen für Großräume

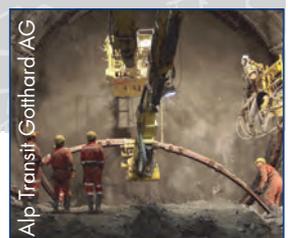
– Special Construction for big excavation areas

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

Schlüchterner Tunnel: Nachrüstung von Rettungsstollen für Tübbingtunnel unter laufendem Eisenbahnverkehr

Unmittelbar nach Fertigstellung des Neuen Schlüchterner Tunnels erforderte die Änderung der Sicherheitsvorschriften den Bau von vier zusätzlichen Rettungsstollen. Zur Vermeidung einer erheblichen Bauzeitverlängerung wurden die Stollen unter laufendem Eisenbahnverkehr von außen an den Tübbingtunnel herangefahren und angeschlossen.

Ausgangslage

Der Alte Schlüchterner Tunnel ist ein Eisenbahntunnel auf der Hauptstrecke Frankfurt-Fulda. Er hat eine Länge von 3.575 m und wurde im Jahr 1914 eröffnet. Aufgrund zunehmender Schäden am alten Mauerwerks-

Dr.-Ing. Axel Städing, Dipl.-Ing. Falk D. Schindler, Ingenieurbüro Prof. Duddeck und Partner GmbH, Braunschweig/D;
Dipl.-Ing. Jürgen Gunnemann, DB Projektbau GmbH, Frankfurt/M./D

gewölbe wurde die vollständige Erneuerung des Tunnels geplant. Hierzu war vorgesehen, zunächst einen neuen Tunnel in

Schlüchterner Tunnel: Adding Evacuation Tunnels without discontinuing Rail Traffic

Immediately after the New Schlüchterner tunnel was completed a change in the safety regulations deemed it necessary to build 4 additional evacuation tunnels. These cross-passages were added to the segment-lined main tunnel from the outside without discontinuing rail traffic in order to avoid a prolonged construction period.

Starting Position

The Old Schlüchterner Tunnel is a rail tunnel on the main Frankfurt-Fulda line. It is 3,575 m long

and was opened in 1914. Plans were made to completely renew the tunnel following extensive damage to the old masonry vault. Towards this end, it was first intended to produce a new tunnel parallel to the old one, then operate it with 2 tracks after completion and subsequently renovate the old tunnel. The New Schlüchterner Tunnel was driven with a shield from April 2007 and opened in April 2011. Fig. 1 shows the south portals of the 2 Schlüchterner tunnels. While driving the new bore, 3 evacuation tunnels were driven from the new segment tunnel to the old one in keeping with the latest regulations.

Immediately after the new tunnel was broken through in March 2009, the requirements for fire and catastrophe protection relating to the construction and operation of tunnels were made more stringent. For instance, the distance tolerated



Südportale des Alten und des Neuen Schlüchterner Tunnels
South portals of the Old and New Schlüchterner Tunnels

Parallellage aufzufahren, diesen nach Fertigstellung zweigleisig in Betrieb zu nehmen und anschließend den alten Tunnel instand zu setzen. Der Neue Schlüchterner Tunnel wurde ab April 2007 im Schildvortrieb aufgeföhren und im April 2011 in Betrieb genommen. Bild 1 zeigt die Südportale der beiden Schlüchterner Tunnel. Im Zuge des Aufföhrens der neuen Röhre wurden entsprechend der derzeitigen Vorschriftenlage drei Rettungsstollen vom Tübbingtunnel zum Alttunnel vorgetrieben.

Unmittelbar nach dem Durchschlag des neuen Tunnels im März 2009 wurden die Anforderungen des Brand- und Katastrophenschutzes an den Bau und Betrieb von Eisenbahntunneln verschärft. U. a. wurde der einzuhaltende Abstand von Rettungsstollen von höchstens 1.000 auf höchstens 500 m verkürzt. Damit wurde der Bau von vier weiteren Rettungsstollen zwischen den beiden Tunneln erforderlich. Bild 2 zeigt eine Übersicht der Verkehrstunnel mit Rettungsstollen.

Auswahl der Methode zur Nachrüstung der Rettungsstollen

Zur Herstellung der vier zusätzlichen Rettungsstollen standen zwei Varianten zur Diskussion. Die Variante 2 kam zur Ausführung und wird in den folgenden Abschnitten ausführlich erläutert.

Variante 1

Variante 1 sah vor, die Öffnungen für die weiteren Querschläge vom Neuen Schlüchterner Tunnel aus herzustellen. Hierzu sollte an jedem Kreuzungsquerschnitt ein schweres Stahl-

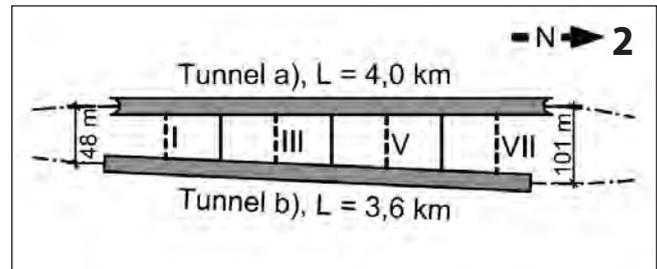
gerüst in der Tübbingröhre eingebaut werden, um die Tübbingringe beim Ausschneiden der Öffnungen und beim Vortrieb der ersten Meter der Rettungsstollen zu sichern. Neben erheblichen Mehrkosten hätte dies eine Verzögerung der Inbetriebnahme des neuen Tunnels bedeutet.

Variante 2

Als Alternative wurde die vollständige Herstellung der vier Rettungsstollen vom Alten Schlüchterner Tunnel aus geplant. Hierbei war vorgesehen, die vier zusätzlichen Stollen im Zuge der Instandsetzung der alten Röhre vom alten Tunnel aus an den neuen heranzuföhren und die Öffnungen in der Tübbingröhre von außen herzustellen. Durch angepasste Vortriebs- und Sicherungsmaßnahmen und durch ein umfangreiches Überwachungssystem sollte der Bahnbetrieb im neuen Tunnel während der Baumaßnahmen nicht eingeschränkt werden. Neben etwas geringeren Kosten für diese Lösung konnte der Zeitplan der DB AG eingehalten werden, da der Bahnbetrieb ohne Verzögerung vom alten auf den neuen Tunnel umgelegt werden konnte.

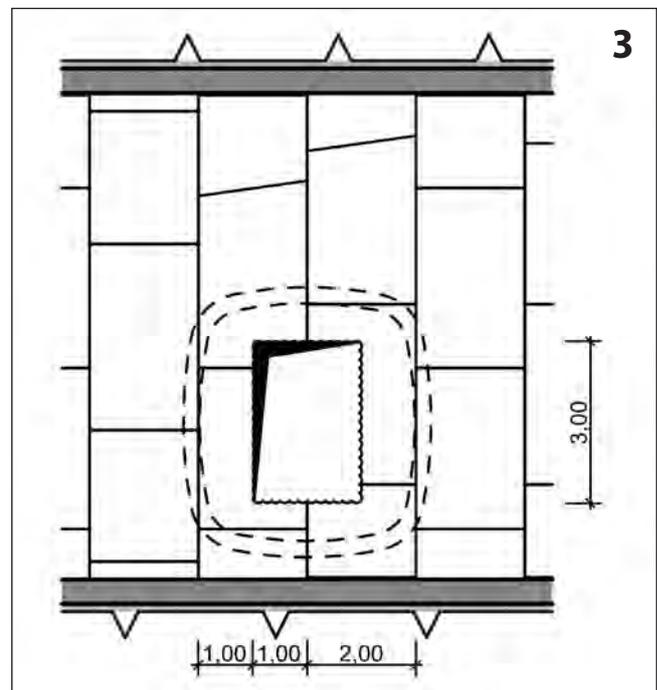
Anordnung der Öffnungen in der Tübbingröhre

Gemäß der europäischen Richtlinie „SRTTSI“ [1] sind die lichten Öffnungsmaße für Querschläge mindestens 1,50 m in der Breite und 2,25 m in der Höhe. Auf dieser Grundlage konnte die Breite des Rettungswegs am Anschluss zum Verkehrstunnel auf 1,80 m örtlich eingeschnürt werden. Die erforderlichen Aus-



Neuer (a) und Alter (b) Schlüchterner Tunnel mit Rettungsstollen (nachgerüstete gestrichelt)

New (a) and Old (b) Schlüchterner Tunnel with evacuation tunnels (the added cross-passages are dotted)



Öffnung in der Tübbingröhre

Opening in the segment bore

between evacuation tunnels was slashed from a maximum of 1,000 to 500 m. This made it necessary to build 4 further cross-passages between the 2 main tunnels. Fig. 2 shows the main tunnels with the evacuation tunnels.

Choosing the Method for Adding the Evacuation Tunnels

Two alternatives were discussed for producing 4 additional evacuation tunnels. Variant 2 was applied and is explained at length during the chapters that follow.

Variante 1

Variant 1 foresaw producing the openings for the further cross-passages from the New Schlüchterner Tunnel. For this purpose, a heavy steel structure was to be built in the segmental bore at each intersecting cross-section to secure the segment rings when the openings were being cut and driving the first part of the evacuation tunnels. Apart from considerable additional costs, this would have delayed the opening of the new tunnel and caused an equally long construction time extension for the entire project.

bruchquerschnitte in der Röhre waren damit auf eine Breite von 2,00 m begrenzt. Die Ausbruchhöhe in den Tübbingringen betrug in der Abwicklung 4,80 m. Mit diesen Abmessungen war es möglich, die Achse der Öffnungen jeweils auf eine Ringfuge zu legen und jeweils nur 1 m Breite in jedem Ring herauszuschneiden. Bei einer Ringbreite von 2,0 m verblieb damit jeweils noch eine halbe Ringbreite zur Weiterleitung des Ringdrucks (Bild 3). Eine aufwändige Verdübelung benachbarter Ringe zur Übertragung des Ringdrucks vom jeweils geschwächten Ring zum benachbarten Ring konnte entfallen.

Des Weiteren wurden die Anschlusspunkte der neuen Rettungsstollen an den Tübbingtunnel so gewählt, dass die Tübbinglängsfugen und die Ränder der Öffnungen konstruktiv günstig zueinander lagen. Zum Beispiel durften der obere und der untere herzustellende Öffnungsrand nicht zu dicht an einer Längsfuge zu liegen kommen, damit

der nach dem Horizontalschnitt verbleibende Stahlbetonkragarm die Vorspannung des Dichtungsbands auch weiterhin aufrechterhalten kann.

Stahlverbau im Tübbingtunnel

Ausgehend von dieser Vorplanung wurde in den Tübbingringen, die für die Rettungsstollen geöffnet werden sollten, ein Stahlverbau eingezogen. Er bestand aus 10 mm dicken Stahlblechen, welche die später herzustellende Öffnung in den Tübbingringen großzügig abdecken. Gehalten wurden die Platten durch jeweils vier Stahlträger (HEA 240), die horizontal angeordnet seitlich über die Bleche hinausragten und an den Tübbings festgedübelt wurden. Mit diesem Verbau wurde sichergestellt, dass der Eisenbahnverkehr im Tübbingtunnel in keiner Weise durch Arbeiten an der Außenseite des Tunnels gefährdet wurde. Eine statische Funktion konnten die Bleche und Träger nicht übernehmen, da die Tragkraft der Dübel, beispielsweise zur Sta-

Variante 2

As an alternative, it was planned to build the 4 evacuation tunnels from the Old Schlüchtern Tunnel. Towards this end, it was intended to drive the 4 additional cross-passages from the Old Schlüchtern Tunnel to the new one when renovating the old bore and produce the openings in the segmental bore from the outside. Thanks to adapted driving and securing measures and an extensive monitoring system, rail services in the new tunnel would not be hampered during construction activities. Apart from slightly lower costs for this solution, it meant the DB AG's timetable could be adhered to as services could be switched from the old to the new tunnel without any delay.

Arranging the Openings in the segmental Bore

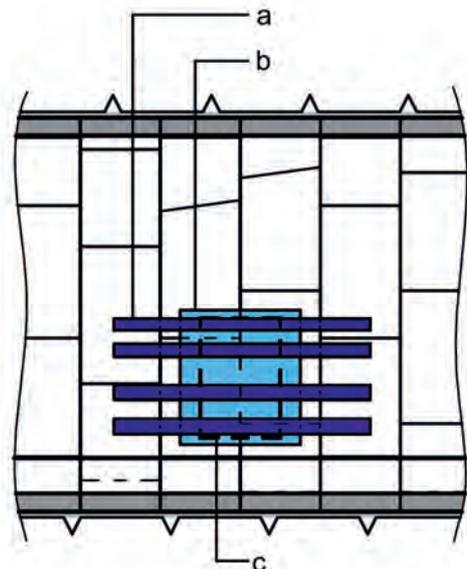
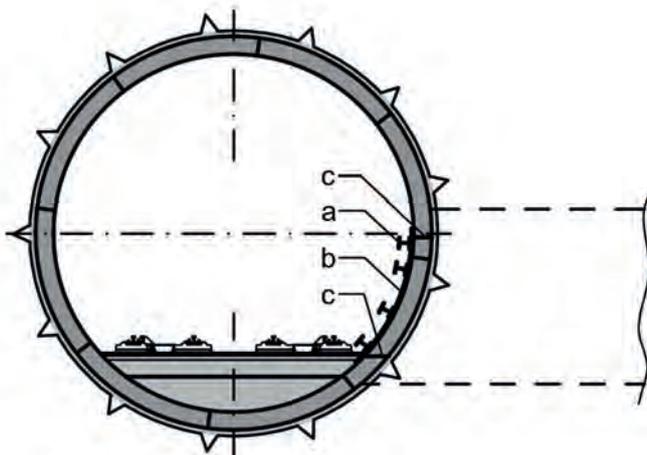
According to the European guideline "SRT TSI" [1] the clear opening dimensions for cross-passages amount to at least 1.50 m width and 2.25 m height. On this basis, the width of the

evacuation route connecting to the main tunnel was limited to 1.80 m. As a result, the required excavation cross-sections in the bore were thus restricted to a width of 2.00 m. The excavated height in the segment rings amounted to 4.80 m when carried out. Thanks to these dimensions it was possible to allocate each axis for the openings to an annular joint and to cut out only a 1,00 m wide section from each ring. In this way, given a ring width of 2.00 m there still remained a half ring width to transfer the ring pressure (Fig. 3). It was unnecessary to provide complex anchoring for neighbouring rings to transfer the ring pressure from the weakened ring to the neighbouring one.

Furthermore, the connecting points of the new evacuation tunnels with the segment tunnel were selected in such a manner that the segment longitudinal joints and the edges of the openings were installed in a structurally positive way. For example, the upper opening edge and the lower one under construc-

Zeichnung des Stahlverbaus mit
a = Stahlträger
b = Stahlplatte
c = Ausbruchrand

Drawing of the steel structure with
a = steel girder
b = steel plate
c = excavation edge





ACO DRAIN® Monoblock: langlebig, nachhaltig und dicht

Die neuen ACO DRAIN® Monoblock Schlitz- und Bordschlitzrinnen in 2 m bzw. 4 m Baulänge

Die Schlitzrinne SD 200 V und die Bordschlitzrinne T 275 V stehen für eine effektive Entwässerungsleistung und maximale Sicherheit.

Weitere Informationen finden Sie in der neuen Themenunterlage „ACO Tiefbau Entwässerungssysteme für Autobahn und Straße“ und auf www.aco-tiefbau.de.

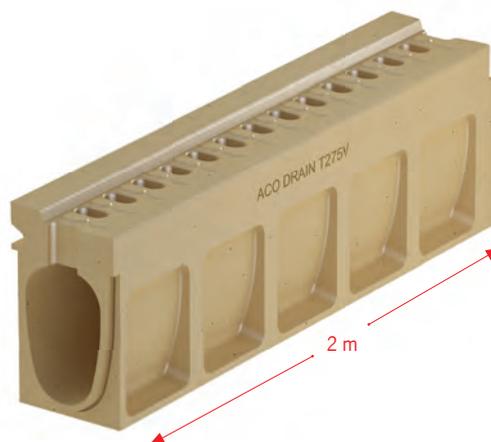
Produktmerkmale

- hochbeständiger, langlebiger Werkstoff Polymerbeton
- integrierte Dichtung
- einfaches Versetzen von oben
- hohe Verlegeleistung durch geringes Bauteilgewicht und 4 m Bauteillänge
- V-Querschnitt für eine optimale Hydraulik
- seitliche Verankerungstaschen



NEU

ACO DRAIN® Monoblock Schlitzrinne SD 200 V



NEU

ACO DRAIN® Monoblock Bordschlitzrinne T 275 V mit variabler Aufkantung von 3 und 7 cm

ACO. Die Zukunft der Entwässerung.





Foto eines installierten Stahlverbau
Photo showing an installed steel structure

bilisierung der von außen freigelegten Tübbings, hierzu bei Weitem nicht ausreichte. Bild 4 zeigt die planliche Anordnung des Stahlverbau und Bild 5 die ausgeführte Konstruktion.

Messprogramm

Beim Heranfahren der Rettungsstollen an den Tübbingtunnel wird jeweils zwei Tübbingringen über die Höhe des Rettungsstollens die Bettung entzogen. Die hieraus resultierenden Verformungen der Tübbingröhre waren in statischen

Berechnungen als hinreichend klein abgeschätzt worden, mussten jedoch auf jeden Fall während des Bauens laufend gemessen werden.

Hierzu wurden an jedem Querschlag sechs Messquerschnitte eingerichtet. Jeder Messquerschnitt bestand aus je einem Reflektor in den Ulmen und in der Firste. Ihre Lage im Raum konnte jederzeit von zwei fest installierten Tachymetergeräten automatisch gemessen werden. Darüber hinaus wurden ein Erschütterungsmess-

tion were not permitted to be located too close to a longitudinal joint thus ensuring that the reinforced concrete projecting arm remaining after the horizontal cut, can still sustain the initial load of the sealing strip.

Installing Steel in the Segment Tunnel

Based on this preliminary planning, a steel structure was built into the segment rings, which were to be opened for the evacuation tunnels. It comprised 10 mm thick steel plates, which provide generous cover for the opening subsequently produced in the segment rings. These plates were in each case held by 4 steel girders (HEA 240), which were set up horizontally projecting beyond the segments at the side and firmly coupled to the segments. Thanks to this structure it was ensured that rail services in the segment tunnel were in no way endangered by the work progressing on the outer side of the tunnel. The plates and girders were unable to take over a static func-

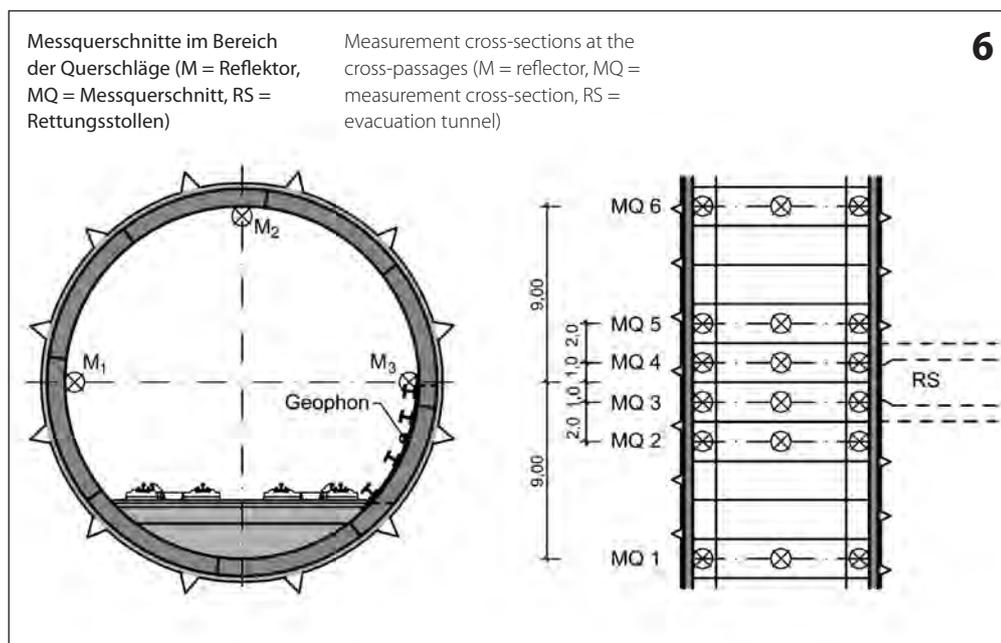
tion as the bearing force of the connectors, e.g. for stabilising the segments exposed from the outside, was inadequate for this purpose. Fig. 4 shows the planned set-up for the steel structure and Fig. 5 how it was constructed.

Measurement Programme

While driving the evacuation tunnels up to the segment tunnel, in each case 2 segmental rings were removed from the bedding at the level of the evacuation tunnel. The resultant deformations of the segment bore were estimated to be sufficiently small in static calculations, but notwithstanding had to be continuously measured during construction.

Towards this end, 6 measurement cross-sections were set up at each cross-passage. Each individual measurement cross-section consisted of a reflector in the wall and in the roof. Their position in the space could be measured at all times by 2 permanently installed tachymeter units. In addition, a vibration measurement unit (geophone) and a camera were set up in each junction so that possible vibrations caused by driving could be measured and a visual check of the tunnel shell around the break-through was possible. The measurement technical installations for a cross-section are displayed in Fig. 6.

The steel structure was installed and the measurement cross-sections ensured to be functional prior to the new tunnel being commissioned. All further activities for producing the additional evacuation tunnels were undertaken without any restrictions to rail services in the new tunnel.



gerät (Geophon) und eine Kamera in jedem Anschlussbereich angeordnet, um etwa auftretende Erschütterungen infolge des Vortriebs zu messen und um die Tunnelschale im Bereich des Durchbruchs auch optisch überwachen zu können. Die messtechnischen Einrichtungen für einen Querschlag zeigt Bild 6.

Der Einbau des Stahlverbau und die funktionstüchtige Einrichtung der Messquerschnitte erfolgten noch vor Inbetriebnahme des neuen Tunnels. Alle weiteren Arbeiten zur Herstellung der zusätzlichen Rettungstollen wurden unter uneingeschränktem Bahnbetrieb im neuen Tunnel ausgeführt.

Erläuterungsbericht und Alarmplan

Aufgrund des großen Gefährdungspotenzials beim Heranfahren der Rettungstollen an den Verkehrstunnel wurde in Ergänzung zur Ausführungsplanung ein Erläuterungsbericht für den planmäßigen Bauablauf und für Maßnahmen bei unerwarteten Ereignissen erstellt. Der Bericht beschrieb die Bauphasen der Rettungstollen auf den letzten 10 Metern im Detail und nannte die für die einzelnen Phasen zu erwartenden Verformungen des Tübbingtunnels.

Gemäß den statischen Untersuchungen waren die größten Verformungen beim Heranfahren des Kalottenquer-

Explanatory Report and Alarm Plan

Owing to the major danger potential while driving the evacuation tunnels up to the main tunnel, an explanatory report for the scheduled construction sequence and for actions in the event of unexpected incidents was drawn up in addition to the implementation planning. The report described the construction phases for the evacuation tunnels over the final 10 m in detail and cited the deformations for the segment tunnel anticipated for the individual phases.

According to the static examinations major deformations were expected while driving

the crown cross-sections. Roof settlements of 8 mm and 6 mm external deformations of the inside wall were predicted for the unfavourable ground conditions during this construction phase. As a result, warning values and alarm values were determined for the monitoring programme that accompanied construction. 10 mm roof settlement and 7 mm external displacements were defined as warning values. Roof settlements of 20 mm and 15 mm external displacements for the east-facing wall were regarded as intervention values.

The following measures were established for attaining the warning values and the intervention values:

WE ANCHOR YOUR FUTURE!




V-BOLTS

Quick installation without using mortar or resins for fixing the anchors.

Threaded bar M12-M33
Inox or carbon steel



PERMANENT BOLTS

Quick installation with expansion shell. Double protection against corrosion.

Thread corrugated bar M20-M27
Breaking load injected 200-420 kN



BELBOR

Self-drilling anchor. Also suitable for difficult grounds (clay, sand)

Thread RB25/13 – TB133/53
Breaking load 200-7500 kN



BELLEX

Friction anchor. Expansion by injecting high pressure water.

Breaking load 100-240 kN
Elongation 20-30%

BELLOLI SA CH-6537 Grono

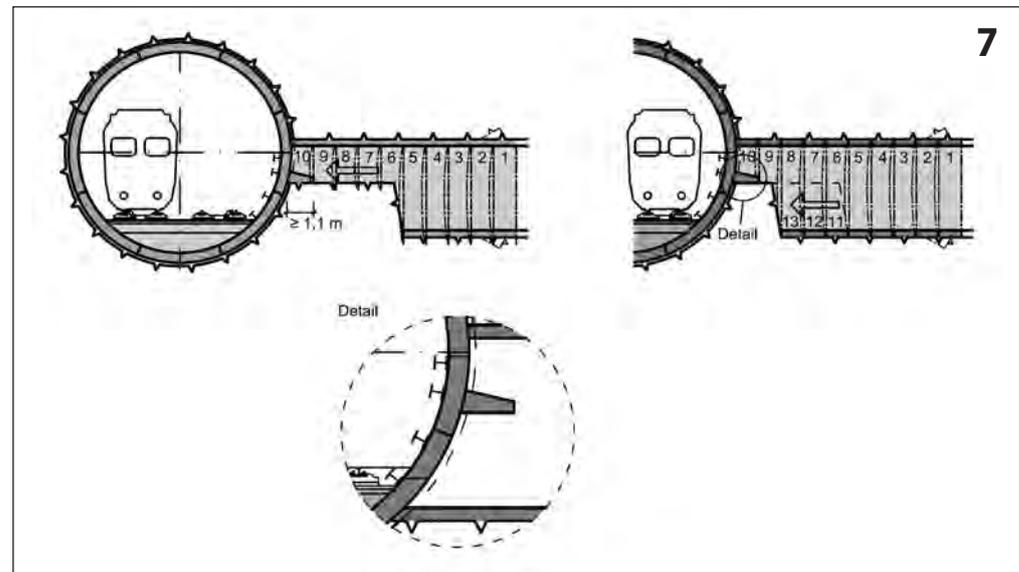
Tel. ++41 (0)91 820 38 88 – Fax ++41 (0)91 820 38 80 – E-mail: info@belloli.ch – Internet: www.belloli.ch

schnitts zu erwarten. Für diese Bauphase wurden für die ungünstigsten Baugrundverhältnisse Firstsenkungen von 8 mm und Auswärtsverformungen der stollenseitigen Ulme von 6 mm prognostiziert. Auf dieser Grundlage wurden für die baubegleitende Überwachung Warnwerte und Alarmwerte festgelegt: Als Warnwerte wurden 10 mm Firstsenkung und 7 mm Auswärtsverschiebungen definiert. Als Eingriffswerte wurden Firstsenkungen von 20 mm und Auswärtsverschiebungen der ostseitigen Ulme von 15 mm angesehen.

Folgende Maßnahmen wurden für das Erreichen der Warnwerte und Eingriffswerte festgelegt:

- Sofern sich im Zuge der Annäherung an den Neuen Schlüchtern Tunnel das Erreichen der Warnwerte abzeichnet, sollte der Vortrieb sofort eingestellt, der erreichte Zustand gesichert und unverzüglich über das weitere Vorgehen beraten werden.
- Beim Erreichen der Eingriffswerte sollte umgehend die Fahrdienstleitung benachrichtigt werden und die Strecke gesperrt werden.

Darüber hinaus waren im Erläuterungsbericht auch Maßnahmen für unerwartete Ereignisse zusammengestellt. Insbesondere wurden hier das Auftreten von entfestigtem Gebirge, von größerem Wasseranfall und der Ausfall von Messgeräten betrachtet. Für jeden dieser Fälle war vorgesehen, den Vortrieb der Rettungsstollen sofort einzustellen, einen sicheren Zustand herzustellen und geeignete Gegenmaßnahmen zu ergreifen bzw. die Störung der Messgeräte zu beheben. Für



Bauphasen beim Anschluss der Rettungsstollen
Construction phases for linking up the evacuation tunnels

den Extremfall wurden sogar Holzstempel für eine Aussteifung im Tübbingtunnel vorgehalten.

Die oben erläuterten Grenzwerte, das Verhalten beim Erreichen der Grenzwerte und die Ansprechpartner mit Namen und Telefonnummern wurden in übersichtlicher Form als Alarmplan zusammengefasst.

Vortrieb der Rettungsstollen

Der Baugrund im Bereich der vier Querschläge war durch das geotechnische Gutachten und im Detail durch die Wochenberichte des Schildvortriebs des neuen Tunnels bekannt. Demnach handelte es sich bei den Querschlägen I, V und VII um plattige Tonstein-Sandstein-Wechselfolgen des Oberen Buntsandsteins. Beim Rettungsstollen III wurde bankiger, harter Sandstein des Mittleren Buntsandsteins erwartet. Im Oberen Buntsandstein war gemäß dem Gutachten damit eine mittlere Steifigkeit des Gebirges von $E = 200 \text{ MN/m}^2$ und eine axiale Druckfestig-

- Should there be an indication that the warning values were to be reached while driving towards the New Schlüchtern Tunnel, the excavation must cease at once, the current status secured and consultations held on how to continue.
- Should the intervention values be reached then the railway control centre must be contacted and the line closed.

Furthermore the explanatory report also contained measures for unexpected incidents. In particular, consideration was paid to loosened rock, major ingresses of water and the failure of measurement equipment. For each of these cases, the intention was to cease driving the evacuation tunnels immediately, establish a safe status and resort to suitable counter-measures or repair the faulty measurement units. Timber props were even kept in reserve for bracing the segment tunnel in extreme cases.

The above cited limit values, how to behave should the limit values be reached and the contact partners complete with

names and telephone numbers were collated in an alarm plan in lucid form.

Driving the Evacuation Tunnels

The ground around the 4 cross-passages was known thanks to the geotechnical analysis and the detailed weekly reports for the shield drive for the new tunnel. Accordingly, cross-passages I, V and VI pass through Upper Bunter claystone-sandstone intermittent layers. Middle Bunter bedded hard sandstone was expected for evacuation tunnel III. According to the analysis this meant that an average stiffness of $E = 200 \text{ MN/m}^2$ and an axial compressive strength of 1 to 6 MN/m^2 were anticipated. The Middle Bunter's characteristics were assessed to be substantially better and were not conclusive for the stability analyses. The drive for the evacuation tunnels and the load on the segment bore were thoroughly planned both statically and structurally using the characteristic values for the Upper Bunter.

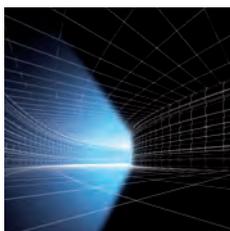


Visit us on www.minovainternational.com

Your partner for tunnel and civil engineering projects

Minova tunnelling and civil business area delivers high performing ground support and consolidation products and services to people working in tunnelling, infrastructure, construction and repair works. Our expertise has been developed through growing our people complimented by our long and solid history in global mining and tunnelling works. We are striving to be the preferred supplier of safe and high performing products to people working in tunnelling and civil projects, anywhere around the world.

- ▼ High performance injection resins and resin capsules (Polyurethane, Silicate, Acrylic, Phenolic)
- ▼ Bolting systems (SDA, GRP, Fore poling system and others)
- ▼ Professional assistance from experienced engineers



Minova CarboTech GmbH
Tunnelling & Civils
Phone: +49 (0)201 80983 730
info@minovaint.com
www.minovainternational.com



Kalottenquerschnitt mit Stützriegel
Crown cross-section with support bar

keit von 1 bis 5 MN/m² anzunehmen. Die Eigenschaften des Mittleren Buntsandsteins wurden deutlich besser eingeschätzt und waren damit für die Standsicherheitsberechnungen nicht maßgebend. Mit den Kennwerten des Oberen Buntsandsteins wurden der Vortrieb der Rettungsstollen und die Beanspruchung der Tübbingröhre statisch und konstruktiv durchgeplant.

Als kritischer Nahbereich wurde ein Abstand zwischen Stollenortsbrust und Tübbingtunnel von 10 m abgeschätzt. Von hier an war mit Rücksicht auf den laufenden Verkehr im Tunnel kein Sprengvortrieb mehr zugelassen, und die Messintervalle wurden auf 20 Minuten verkürzt. Bis zu einem Abstand von 5 m war ein Vollvortrieb im Stollen vorgesehen. Anschließend wurde auf Kalottenvortrieb umgestellt mit einer Teilausbruchhöhe von ca. 2,0 m. Durch diese Unterteilung wurde die Fläche, auf welcher die Tübbingröhre ihre Bettung und ihren Gebirgsdruck verliert, so klein wie möglich gehalten. Bild 7 zeigt die Bauphasen des Stollenvortriebs auf den letzten 10 m. Nach dem Erreichen des

Tübbingtunnels mit dem Kalottenvortrieb wurde zusätzlich zur 30 cm dicken Spritzbetonschale ein Sohlriegel in der Kalotte eingebaut, der eine weitere sofortige Stützung der Tübbingringe leistete (Bild 8).

Nach dem vollständigen Heranfahren des Rettungsstollens wurden zunächst die Horizontalschnitte in Form von Kernbohrungen in den Tübbings hergestellt. Anschließend wurden der Stützriegel abgebrochen und die Vertikalschnitte durchgeführt. Auch diese Arbeiten konnten unter uneingeschränktem Eisenbahnverkehr im neuen Tunnel stattfinden, da der Stahlverbau auf der Innenlaibung des Tunnels für eine sichere Trennung von Baustelle und Verkehrsraum sorgte. Der Bauzustand „Kalottenquerschnitt mit Stützriegel“ nach Erreichen der Tübbingschale ist im Bild 8 zu sehen und der fertig aufgefahrene Stollen im Bild 9. Bild 10 zeigt den Abbruch der Tübbingschale und Bild 11 einen fertigen Rettungsstollen einschließlich Innenschale und die Rückseite des Stahlverbau. Überwacht wurden die Vor-



Fertig aufgefahrener Rettungsstollen
Completely driven evacuation tunnel

A 10 m gap between the face and the segment tunnel was estimated as the critical close range. No drill+blast operations were possible beyond this point to protect ongoing rail services and the measurement intervals were shortened to 20 minutes. A full-face excavation in the cross-passage was foreseen up to a distance of 5 m. Subsequently a crown drive was resorted to with a partial excavation height of approx. 2.0 m. The area, upon which the segment bore loses its bedding and its rock pressure, was kept as small as possible through this subdivision. Fig. 7 shows the construction phases for driving the cross-passage over the last 10 m. Once the segment tunnel was reached with the crown drive, a floor bar was additionally installed in the crown along with the 30 cm thick shotcrete shell, which provided a further immediate support for the segment rings (Fig. 8).

After the evacuation tunnel was completely driven, the horizontal cuts were first produced in the segments by core drilling. Then the support bar was removed and the vertical cut performed. These jobs were also

undertaken without hindering rail services in the new tunnel as the steel structure on the tunnel's inner soffit ensured that the construction site and the traffic zone were safely kept apart. Fig. 8 displays the construction status "crown cross-section with support bar" after the segment shell is reached and the completely driven cross-passage is shown in Fig. 9. Fig. 10 shows the segment shell being removed and Fig. 11 displays a completed evacuation cross-passage including the inner shell and the rear side of the steel structure.

Automatic deformation measurements at 20 minute intervals monitored the driving and demolition work. It was possible to drive evacuation cross-passages I, III and V according to this plan without any problems as the in situ ground also turned out to be very solid and largely unweathered blast rock even in the Upper Bunter zone. The deformations affecting the segment bore during the production of these cross-passages remained far below the predicted values.

The situation in evacuation tunnel VII was different. Instead

triebs- und Abbrucharbeiten durch automatische Verformungsmessungen mit einer Messfolge von 20 Minuten. Das Auffahren der Rettungsstollen I, III und V nach dieser Planung war problemlos möglich, da sich der vorgefundene Baugrund auch im Bereich des Oberen Buntsandsteins als sehr fester und weitgehend unverwitterter Sprengfels zeigte. Die Verformungen der Tübbingröhre beim Herstellen dieser Querschläge blieben deutlich unter den prognostizierten Werten.

Anders stellte sich die Situation im Rettungsstollen VII dar. Anstelle des erwarteten Oberen Buntsandsteins lag die Anschlussstelle in einem

festen Ton mit vereinzelt Braunkohleneinlagerungen. Die Baugrundverhältnisse waren damit deutlich ungünstiger als in der Planung angenommen. Die Verformungen erreichten nach dem Heranfahren des Rettungsstollens etwa die Größenordnung der berechneten Verformungen. Planung und Ausführung wurden für diese ungünstigere Situation dahingehend angepasst, dass das Aufschneiden der Tübbingröhre verschoben und zunächst die Innenschale des Rettungsstollens vollständig bis an die Tübbingröhre herangeführt wurde. Damit wurde die Bettungssituation des Tübbingtunnels entscheidend verbessert. Anstelle der umlaufenden

of the Upper Bunter that was anticipated the junction lay in a solid clay with occasional brown coal enclosures. As a result, the ground conditions were substantially more unfavourable than assumed at the planning stage. After driving the cross-passage the deformations roughly attained the size of the calculated ones. The planning and execution was adapted to such an extent for this unfavourable situation that cutting the segment ring was postponed and the inner shell of the evacuation tunnel completely excavated up to the segment bore. In this way, the situation for evacuating the segment tunnel was decisively improved. Instead of the all-round 30 cm thick shotcrete shell the seg-

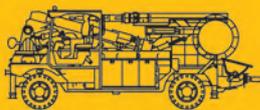
ment bore was now additionally supported by the likewise all-round inner shell up to 70 cm thick, which extended right up to the opening's excavation edge. It was then subsequently easy to open the segment bore by means of core drilling without further deformations.

Deformations

Apart from the stresses affecting the bearing structural parts of the cross-passage and the segment tunnel and proof of sufficient stability, the deformations in the running tunnel were determining for the calculations. They represented the governing factor for compatibility of the individual construction states but above all, were a standard for

THE PERFECT COMBINATION

FOR CONCRETE SPRAYING IN TUNNELLING



SPM 500 WETKRET

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



CUSTOMER SERVICE Putzmeister

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

BEST
SUPPORT
UNDERGROUND



Putzmeister
UNDERGROUND ●

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

WTC 2013
Switzerland - Geneva

VISIT US AT:
Upper Floor Stands G32/G33
Geneva, Switzerland, May 31-June 07, 2013
www.wtc2013.ch

putzmeisterunderground.com
info@putzmeisterunderground.com
+34 91 4288100



30 cm dicken Spritzbetonschale wurde die Tübbingröhre nun zusätzlich durch die ebenfalls umlaufende bis zu 70 cm dicke Innenschale gestützt, die bis dicht an den Ausbruchrand der Öffnung heranreichte. Das anschließende Öffnen der Tübbingröhre mittels Kernbohrungen war dann problemlos und ohne weitere Verformungen möglich.

Verformungen

Neben den Beanspruchungen der tragenden Bauteile des Stollens und des Tübbingtunnels und dem Nachweis hinreichender Standsicherheit waren die Verformungen des Verkehrstunnels ein maßgebendes Ergebnis der Berechnungen. Sie waren nicht nur der entscheidende Maßstab für die Verträglichkeit der einzelnen Bauzustände, sondern vor allem ein Maß für die Zulässigkeit der Maßnahmen im Hinblick auf den laufenden Eisenbahnverkehr.

Als maßgebende Bauphase hat die Berechnung das Heranfahen der Stollenkalotte an den Tübbingtunnel ausgewiesen. Für diesen Bauzustand ergaben sich für den erwarteten ungünstigsten Baugrund, den Plattensandstein, Firstsenkungen von 8 mm und Horizontalverschiebungen der stollenseitigen Ulme von 6 mm. Durch Vervollständigung der Spritzbetonschale im Kalottenquerschnitt und durch den Kalottensohlriegel wurde dieser Zustand bis zum Freilegen der Strossenfläche konserviert.

Für den zweiten Schritt der Entbettung der Tübbingröhre prognostizierte die Berechnung einen Zuwachs der Firstsenkungen um 0,8 mm und eine kinematisch bedingte Verminderung der horizonta-



Herstellen der Öffnung

Producing the opening

len Ulmenverschiebung um 0,2 mm. Der weitere Bauablauf, das Aufschneiden der Tübbings und der Einbau der Stahlbetoninnenschale, ergaben rechnerisch keine weiteren

the measures' reliability regarding ongoing rail services.

Driving the cross-passage crown towards the segment tunnel emerged as the decisive construction phase. Roof

settlements of 8 mm and 6 mm horizontal displacements for the cross-passage-side wall resulted for this construction state for the expected most unfavourable ground, flagstone. By completing the shotcrete shell in the crown cross-section, this state was retained until the bench area was exposed.

The analysis predicted an increase of 0.8 mm for the roof settlements and a kinematically-related reduction of the horizontal wall displacement by 0.2 mm. The further construction sequence, cutting the segments and installing the reinforced concrete inner shell did not result in further significant deformations of the segment bore through calculation. First the assumed redistribution of part of the rock pressure from the unaffected neighbouring rings to the segment rings with an opening for the cross-passage resulted in a further increase in the roof settlements of 2.6 mm to total 11.4 mm and an increase in the horizontal displacement of the wall by 0.3 mm totalling 6.1 mm.

A comparison of the calculated deformations with those that actually occurred indicates that the calculations for the first 3 evacuation tunnels in the Upper or Middle Bunter were substantially on the safe side regarding the deformations. Instead of the predicted approx. 8.8 mm roof deformation after completion of the evacuation tunnel, a maximal 2 mm roof settlement and 2 mm horizontal wall displacement were measured here.

It was a different story for linking up evacuation tunnel VII, which was not located in flagstone as expected but in grey basic clay. Roof settlements of roughly 5 mm and lateral displacements of the cross-pas-



Fertiger Rettungsstollen

Finished evacuation tunnel



Sika – Innovative Solutions

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

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



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

Innovation & Consistency | since 1910

signifikanten Verformungen der Tübbingröhre. Erst die in der Berechnung angenommene Rückumlagerung eines Teils des Gebirgsdrucks von den unversehrten Nachbarringen auf die Tübbingringe mit Rettungsstollenöffnung ergab einen weiteren Zuwachs der Firstsenkung um 2,6 mm auf insgesamt 11,4 mm und einen Zuwachs der Horizontalverschiebung der Ulme um 0,3 mm auf insgesamt 6,1 mm.

Ein Vergleich der berechneten Deformationen mit den tatsächlich aufgetretenen Verformungen zeigt, dass die Berechnungen für die ersten drei Rettungsstollen im Oberen bzw. im Mittleren Buntsandstein hinsichtlich der Verformungen deutlich auf der sicheren Seite lagen. Anstelle der prognostizierten rund 8,8 mm Firstsenkung nach Fertigstellung des Rettungsstollens wurden hier maximal 2 mm Firstsenkung und 2 mm Horizontalverschiebung der Ulme gemessen.

Anders verhielt es sich beim Anschluss des Rettungsstollens VII, der entgegen den Erwartungen nicht im Plattensandstein, sondern im Grauen Basiston zu liegen kam. Hier ergaben sich nach Fertigstellung des Rettungsstollens Firstsenkungen um 5 mm und Querverschiebungen der stollenseitigen Ulme um bis zu 7,7 mm. Diese Werte lagen zwar deutlich über den Werten der übrigen Rettungsstollenanschlüsse, jedoch auch noch innerhalb der rechnerischen Prognose (Bild 12).

Schlussbemerkung

Dieser Beitrag berichtet über eine ungewöhnliche Ausführung von vier Rettungsstollenanschlüssen an einen Tübbingtunnel. Als besondere

Randbedingungen waren hierbei das Fehlen jeglicher Verdübelung benachbarter Tübbingringe sowie die Herstellung unter laufendem Eisenbahnverkehr zu berücksichtigen. Die Rettungsstollen wurden vom Nachbartunnel aus an die Tübbingröhre herangefahren und die Öffnungen in die Tübbingröhre hineingeschnitten. Grundlage dafür waren wirklichkeitsnahe Berechnungen, eine sorgfältige detaillierte Ausführungsplanung und laufende Verformungsmessungen während der Ausführung, die ohne Zeitverzögerung ausgewertet und interpretiert wurden. Die anspruchsvolle Planung und Ausführung konnten mit intensiver und kooperativer Zusammenarbeit von Bauherrenvertretung, Planer, bauausführendem Unternehmen und EBA-Prüfer verwirklicht werden. Die erfolgreiche Ausführung der Baumaßnahme bestätigte letztlich die Richtigkeit der gewählten innovativen Bauweise. 

sage-side wall of up to 7.7 mm resulted after completion of the evacuation tunnel. Admittedly these values were considerably higher than the ones for the other evacuation tunnel junctions but still within the calculated prognosis (Fig. 12).

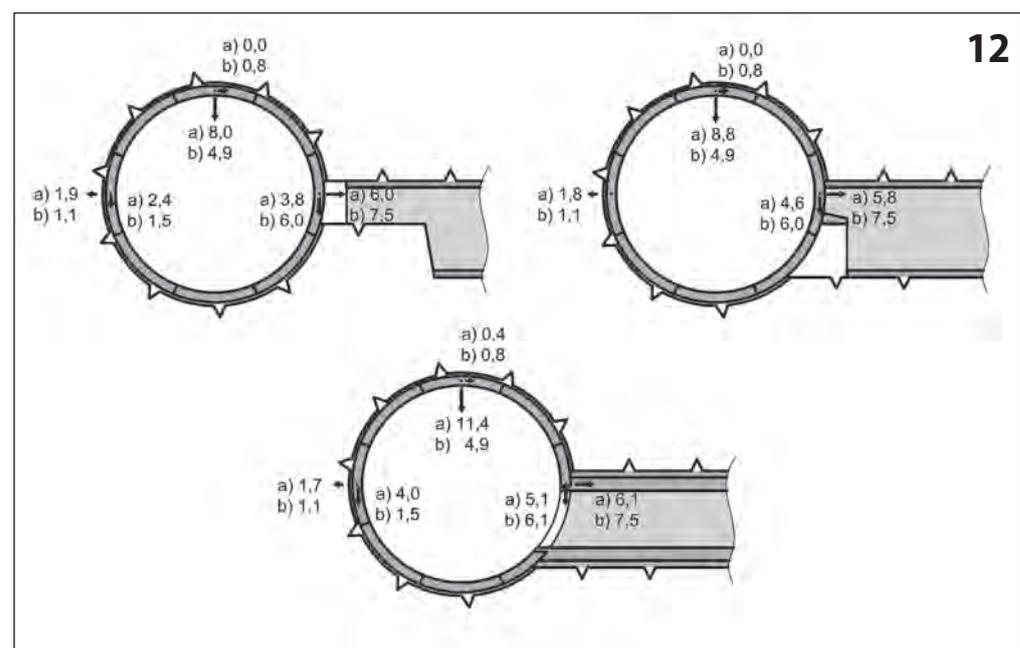
Conclusion

This report looks at an unconventional execution of 4 evacuation tunnel junctions to a segment tunnel. The lack of any anchoring of neighbouring segment rings as well as construction with ongoing rail services had to be taken into account as special general conditions. The evacuation cross-passages were driven towards the segment bore from the neighbouring running tunnel and the openings cut into the segment bore. The basis was provided by realistic calculations, a carefully worked out planning of the execution and continuous deformation measurements during construction, which were evaluated and interpreted without any delay.

The sophisticated planning and execution were accomplished through intensive collaboration among representatives of the client, planners, the responsible contractor and Federal Railway Authority (EBA) controllers. The successful accomplishment of the construction scheme essentially underscores the validity of the selected innovative construction method. 

Literatur / References

- [1] ERA: Technische Spezifikation für die Interoperabilität – Sicherheit in Eisenbahntunneln/ Technical specification of interoperability – Safety in railway tunnels (SRT TSI). 2008



Verformungen bei Herstellung des Querschlags VII in mm (a) berechnet, (b) gemessen
Deformations while producing cross-passage VII in mm (a) calculated (b) measured

DEUTSCHES tunnel FORUM 2013

LICHT, FARBE UND SOZIALE SICHERHEIT

17.09.2013
Hamburg

18.09.2013
Berlin

EINLADUNG

Das 2. Deutsche tunnel-Forum behandelt psychologische, technische und nicht zuletzt wirtschaftliche Aspekte von Licht und Farbe in unterirdischen Verkehrsanlagen. Diese Faktoren spielen für Planung, Herstellung, Betrieb und Unterhaltung eine wichtige Rolle.

Freuen Sie sich auf folgende Themen: **Moderne Lichttechnik zur Verbesserung von Verkehrsfluss und Sicherheit in Tunneln** • **Beleuchtung in Straßentunneln** • **Psychologie der Farbe und Farbgeometrie** • **Gestaltung von Ingenieurbauwerken mit Licht und Farbe** • **Architektur und Sicherheit in unterirdischen Haltestellen des Nahverkehrs** • **Bauliche Aspekte zur Erhöhung der sozialen Sicherheit** • **Moderne Farbtechnik zur Steigerung der Nutzungsdauer**

Moderation: Prof. Dr.-Ing. Alfred Haack,
Studiengesellschaft für unterirdische Verkehrsanlagen e.V. (STUVA), Köln

EINE VERANSTALTUNG VON

tunnel

STUVA

Jetzt anmelden unter: www.tunnel-online.de/fachforum

INDUSTRIEPARTNER

TPH.
waterproofing systems



Finnetunnel: Innovative gezielte Fugennachdichtung in Tübbingröhren – Teil 2

Am Finnetunnel in Thüringen/D wurden undichte Fugen der Tübbingauskleidung innovativ nachgedichtet. Mögliche Nachdichtungsmethoden wurden im Teil 1 [4] grundsätzlich beschrieben und bewertet. Die im Finnetunnel erfolgreich angewendete gezielte Nachdichtung wird hier im Teil 2 beschrieben.

7 Undichtigkeiten in den Tübbingröhren des Finnetunnels

Der Finnetunnel im Zuge des VDE-Projekts 8.2 „Neubaustrecke Erfurt-Halle/Leipzig“ wurde im Auftrag der DB ProjektBau GmbH, Projektzentrum Leipzig, von der Arge Finnetunnel, bestehend aus den Unternehmen Wayss & Freytag Ingenieurbau AG, Max Bögl Bauunternehmung GmbH & Co. KG und Porr Tunnelbau GmbH, gebaut. Seine zwei parallel geführten

Prof. Dr.-Ing. Dieter Kirschke,
Beratender Ingenieur für Felsmechanik und Tunnelbau, Ettlingen/D;
Dipl.-Ing. Hendrik Schälicke,
Ingenieurbüro Prof. Dr.-Ing. Dieter Kirschke, Ettlingen/D;
Dipl.-Ing. Dirk Fraas für die Arge Finnetunnel,
Max Bögl Bauunternehmung GmbH & Co. KG, München/D.

Tunnelröhren wurden mittels Schildvortrieb und Tübbingausbau aufgeföhren und im Nachgang durch insgesamt 16 Verbindungs- bzw. Technikstollen miteinander verbunden. Die Tübbingröhren des Finnetunnels wurden nach der Fertigstellung gemeinsam von der

Finne Tunnel: Innovative targeted Resealing of Segment Bore Joints – Part 2

Leaking joints in the tunnel lining are being resealed in an innovative manner at the Finne Tunnel in Thuringia/D. Possible resealing methods were fundamentally described and evaluated in Part 1 [4]. The resealing methods successfully applied in the Finne Tunnel are examined here in Part 2.

moist patches, which were only identifiable as dark coloration on the concrete surface right up to pronounced wet spots involving dripping or running water.

In most cases, the leaks were at the joints, predominantly at the annular joints in the intersection area with the longitudinal joints (T joints). In cases, in which the water ingress was not attributable to a leaking joint, the leaks were practically always due to cracks in the segment concrete, which had resulted from forces during ring assembly. This report will not dwell on this situation. When determining which moist patches or leaks are to be treated, there were no categories relating to the intensity of the leak. All visible moist patches were to be subjected to a resealing measure.

150 of the total of some 800 leaks at joints could not be dealt with using the permanently installed resealing system. The reason was that correspondingly equipped segments were too remote from the leaky patch so the injection agent either failed to reach its target or the sealing ef-

7 Leaks in the Segment Bores of the Finne Tunnel

The Finne Tunnel was built as part of the VDE project 8.2 “New Erfurt-Halle/Leipzig rail route” by the JV Finnetunnel, consisting of the companies Wayss & Freytag Ingenieurbau AG, Max Bögl Bauunternehmung GmbH & Co. KG and Porr Tunnelbau GmbH on behalf of the DB ProjektBau GmbH, Projektzentrum Leipzig. Its 2 parallel running tunnel bores were driven by a shield and segment lining and subsequently linked to each other by a total of 16 connecting and technical passages.

The Finne Tunnel’s segment bores were tested for tightness jointly by the JV Finnetunnel and the construction supervision management for intermediate approval. In this connection, leaks of varying intensity were encountered. They ranged from



Direkt in der Fuge angeordnete Injektionseinrichtung nach Fehlschlag mit fugenparalleler Bohrung

Injection facility arranged directly in the joint after the failure of drilling parallel to the joint

Arbeitsgemeinschaft Finnetunnel und der Bauüberwachung in Form einer Zwischenabnahme auf Undichtigkeiten untersucht. Hierbei wurden Undichtigkeiten unterschiedlichster Intensität angetroffen. Die Bandbreite reichte von Feuchtstellen, die lediglich als dunkle Verfärbung an der Betonoberfläche erkennbar waren, bis hin zu stark tropfenden bis rinnenden Nassstellen.

Die Undichtigkeiten waren in den meisten Fällen direkt an den Fugen, bevorzugt an den Ringfugen im Verschneidungsbereich mit den Längsfugen (T-Fugen) anzutreffen. In Fällen, in denen Wasserzutritte nicht auf eine undichte Fuge zurückzuführen waren, beruhte die Undichtigkeit fast immer auf Rissen im Tübbingbeton, die durch Zwänge bei der Ringmontage entstanden waren. Auf diesen Sachverhalt wird in diesem Beitrag nicht weiter eingegangen. Bei der Festlegung, welche Feuchtstellen bzw. Undichtigkeiten zu behandeln sind, gab es keine Abstufungen der Undichtigkeit. Alle sichtbaren Feuchtstellen waren mit einer Nachdichtungsmaßnahme zu behandeln.

Von den insgesamt ca. 800 Undichtigkeiten an Fugen konnten 150 nicht über das fest installierte Nachdichtsystem abgedichtet werden. Die Ursache lag vor allem darin, dass hiermit ausgerüstete Tüblings zu weit von der undichten Stelle entfernt lagen. Das Injektionsgut erreichte sein Ziel entweder gar nicht oder infolge des langen Fließwegs nur mit unzureichender Dichtwirkung. Daraufhin wurde zunächst versucht, eine Verpressung über radial angeordnete Bohrlöcher



Für den Werkstattversuch angefertigtes Stahlbauteil mit aufgelegtem Dichtband
Steel element with fitted sealing strip made for the workshop test

neben der Fuge möglichst nahe der Leckstelle durchzuführen (Bild 8). Diese Variante ist im Teil 1, Kapitel 5.2 als Möglichkeit b beschrieben [4]. Wie zu befürchten, war der Erfolg trotz hoher Injektionsdrücke äußerst gering. Nur vereinzelt wurde der Ringspaltmörtel so aufgesprengt, dass überhaupt Injektionsgut zur Tübbingfuge gelangte. Nach diesem Fehlschlag bat die Arge Finnetunnel den Bauherrn um Erlaubnis, die Dichtprofile direkt zu durchbohren (Teil 1, Kapitel 5.2, Möglichkeit d). Die Zustimmung war an das Gelingen entsprechender Vorversuche gebunden, über die nachstehend berichtet wird.

8 Durchbohren der Dichtrahmen nahe der Undichtigkeit mit anschließender Injektion

8.1 Werkstattversuche zum Nachweis der Unschädlichkeit
Die Versuche wurden in der Werkstatt der Arge Finnetunnel durchgeführt. Bild 9 zeigt ein für die Versuche angefertigtes Stahlbauteil zur Nachbildung der Dichtungsnut im Maßstab 1 : 1 am Tübbing mit dem beim Finnetunnel verwendeten Tübbingfugenband.

effect was insufficient owing to the lengthy flow path. Subsequently, an attempt was at first made to inject the radially arranged drill-holes next to the joint as near the leaky patch as possible (Fig. 8).

This variant is described as possibility b in Part 1, Chapter 5.2 [4]. As was to be feared, success was very limited in spite of high grouting pressure. The annular gap mortar was only occasion-



Innovativer – Kompetenter – Zuverlässiger

Gemeinsam stärker im Tunnelbau

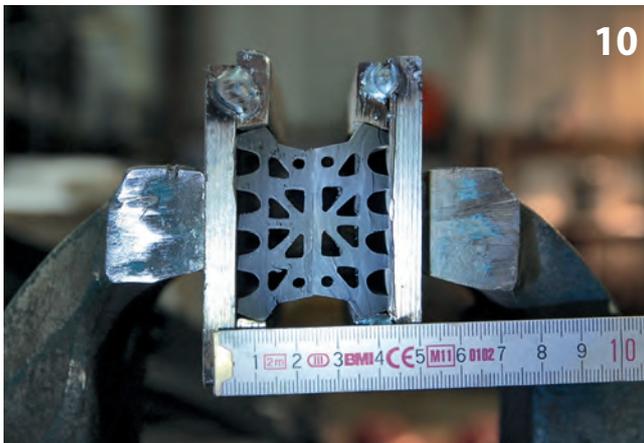
Schläuche · Armaturen · Zubehör für:
hoses · fittings · equipment for:

-  Pressluft compressed air
-  Wasser water
-  Beton concrete



Salweidenbecke 21
44894 Bochum, Germany
Tel. +49 (0)234/58873-73
Fax +49 (0)234/58873-10
info@techno-bochum.de
www.techno-bochum.de

 **TechnoBochum**



Tübbingdichtbänder ohne Kompression
Segment sealing strips without compression

Das Fugenband ist 20 mm hoch und am Nutgrund 44 mm breit.

Die Situation im Bild 10 entspricht dem Einbau im Tunnel vor der Kompression beider Dichtprofile. Nach dem Zusammendrücken im Schraubstock auf den planmäßigen Nutgrundabstand von 25 mm ergab sich der im Bild 11 wiedergegebene Zustand. Auffällig ist die schräg und zugleich wellenförmig verlaufende Kontaktfläche zwischen den beiden Profilen, die zur Verdeutlichung im Bild rot nachgezeichnet ist. Die Dichtbänder wurden auf das planmäßige Maß zusammengepresst und mit einem scharfen Metallbohrer mit 5 mm Durchmesser vollständig durchbohrt (Bild 12).

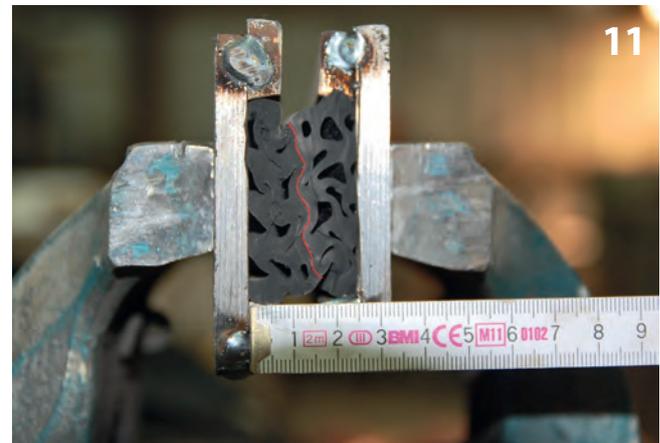
Im Bild 13 ist der Bohransatzpunkt mittig in der Fuge gut zu erkennen. Die Bohrung bleibt nach dem Ziehen des Bohrers trotz Kompression der Dichtbänder offen. Bild 14 zeigt das in die Bohrung eingepresste Injektionsröhrchen mit 5,25 mm Durchmesser. Das Röhrchen konnte mit händischem Druck eingebracht werden.

Die Bilder 15 und 16 zeigen die aus dem Schraubstock ausgebauten Tübbingdichtbänder. Entsprechend dem Verlauf

der Kontaktfläche wechselt der Bohrkanal dreimal zwischen den beiden Profilen hin und her. Dazwischen liegen Abschnitte, in denen beide Profile angeschnitten wurden. Die Ein- und Austrittsöffnungen des Bohrlochs befinden sich jeweils an der Flanke des Dichtbands. Die im Bild 15 sichtbare Eintrittsstelle ist rot umkreist.



Durchbohren der Tübbingdichtbänder mit einem 5 mm Metallbohrer
Drilling through the segment sealing strips with a 5 mm metal drill



Auf den planmäßigen Nutgrundabstand komprimierte Tübbingdichtbänder
Segment sealing strips compressed to the scheduled groove basic gap

ally forced open in such a way that injection material reached the segment joint at all. After this attempt had failed, the JV Finnetunnel requested the client to be permitted to drill through the sealing strip directly (Part 1, Chapter 5.2, possibility d). Approval was tied to the success of corresponding preliminary tests, which are reported on as follows.

8 Drilling through the Sealing Frame close to the Leak with subsequent Injection

8.1 Workshop Tests to obtain Clearance

The tests were undertaken in the JV Finnetunnel's workshop. Fig. 9 shows a steel element made for the tests for a 1 : 1 representation of the sealing groove at the segment with the segment joint strip as used in the Finne Tunnel. The joint strip is 20 mm in height and 44 mm wide at the bottom of the groove.

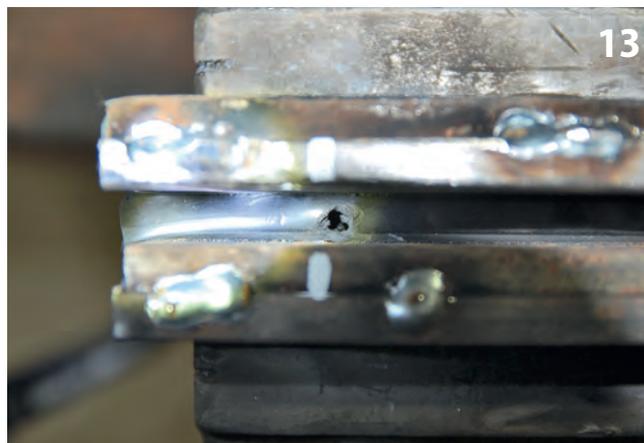
The situation in Fig. 10 corresponds to installation in the tunnel prior to the 2 sealing strips being compressed. The state displayed in Fig. 11 resulted after they were compressed in the vice to reach the planned groove gap of 25 mm. The inclined, wave-shaped contact surface between the 2 sealing strips, which is marked red in the photo to make it clear, stands out. The sealing strips were compressed to reach the scheduled size and completely drilled through using a sharp 5 mm Ø metal drill (Fig. 12).

Fig. 13 clearly shows the application point for drilling in the centre of the joint. The drill-holes stay open even after the drill is

Die wichtigste Erkenntnis aus den Werkstattversuchen war, dass bei der Herstellung der Bohrung keine Materialentnahme in den Dichtbändern stattgefunden hat, die wesentlich über den Bohrl Lochdurchmesser von 5 mm hinausging. Anhaltendes Nachdrängen des Dichtprofils trat also nicht auf. Der Eingriff bleibt auf die unmittelbare Umgebung des Bohrlochs begrenzt, die Spannung auf den dichtungsrelevanten Kontaktflächen wird nicht verringert. Dieses günstige Ergebnis führte dazu, dass der Bauherr sein Einverständnis zur praktischen Anwendung im Tunnel gab.

8.2 Umsetzung der neuen Nachdichtungsmethode in den Tübbingröhren

Zur praktischen Umsetzung des im Werkstatttest erprobten Verfahrens musste zunächst die Möglichkeit geschaffen werden, den Bohrer an der außenliegenden Dichtung anzusetzen. Hierfür musste in der Fuge zwischen zwei Tübbings eine Bohrung von der Tunnelwand bis zur Dichtung hergestellt werden. Bei einer Tübbingdicke von 45 cm bedeutet dies eine 34 cm tiefe Bohrung. Der Mindestdurchmesser war durch das Verlängerungsgestänge für den 5 mm Metallbohrer mit 10 mm vorgegeben. Es stellte sich dann aber heraus, dass



Mittig in der Fuge hergestelltes Bohrloch
Drill-hole created at the centre of the joint

removed when the gaskets are compressed. Fig. 14 displays the 5.25 mm Ø small injection pipe pressed in to the holes. The pipe was installed manually.

Figs. 15 + 16 show the sealing strips removed from the vice. In keeping with the course of the contact surface, the drilling channel changes 3 times

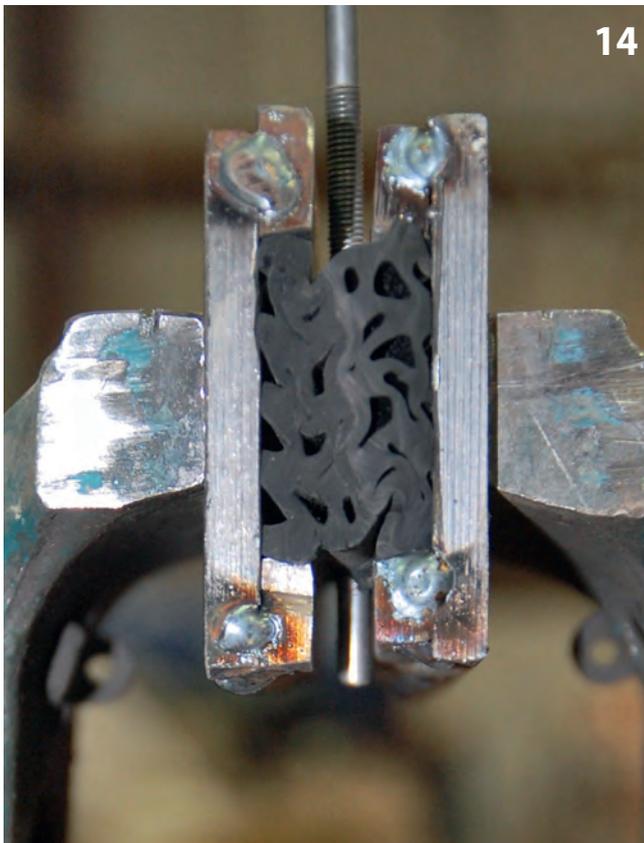
rascor®



Wer richtig plant, bleibt trocken.

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

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



In die Bohrung eingeführtes Injektionsröhrchen
Small injection pipe guided into the drill-hole

ein Durchmesser von 18 mm erforderlich war, um eine ausreichende Führung im offenen Spalt der Ringfuge zu haben. In den Längsfugen wurden keine Bohrungen angesetzt. Einerseits war hier wegen des fehlenden Spalts ohnehin



Dichtband 1 mit sichtbarem Austrittsloch unten (rot eingekreist). Mitten im Band der Bohrkanal in der Kontaktfläche. Das gezeigte Band entspricht dem rechten Band in Bild 14.

Sealing strip 1 with visible exit hole (circled red). The drill channel in the contact surface at the centre of the strip. The strip shown corresponds to the strip on the right in Fig. 14.



Dichtband 2. Die Eintrittsstelle der Bohrung oben im Band ist nicht sichtbar.
Sealing strip 2. The point of entry for the drill-hole above in the strip is not visible.

to and fro between the 2 strips. There are sections in between, in which both strips were cut. The drill-hole's access and exit openings are each on the flank of the sealing strip. The access point visible in Fig. 15 is circled in red.

The most significant recognition from the workshop tests was that no material was removed from the sealing strips when producing the drill-holes, which was substantially in excess of the drill-hole diameter of 5 mm. In other words, no more material of the sealing strip penetrated into the drill-hole. Intervention only affected the immediate surroundings of the drill-hole, the stress from the contact surfaces relevant for sealing is not reduced. This favourable result led to the client approving practical application in the tunnel.

8.2 Implementing the new Resealing Method in the Segment Bores

To apply the method tested in the workshop in practice, it was first essential to make it possible to place the drill against the external seal. For this purpose, a drill-hole had to be produced in the tunnel wall to the seal in the joint between 2 segments. In other words, this meant a 34 cm deep hole given a segment thickness of 45 cm. The minimal diameter was predetermined as 10 mm through the extension rod for the 5 mm metal drill. It then emerged, however, that it was necessary to have a diameter of 18 mm to obtain sufficient guidance in the open gap of the annular joint.

No drilling was undertaken in the longitudinal joints. On the one hand, it was not possible to

Sofort mehr Raum
... mit mobilen ELA-Lösungen

ELA
Mobile Räume mieten
www.container.de

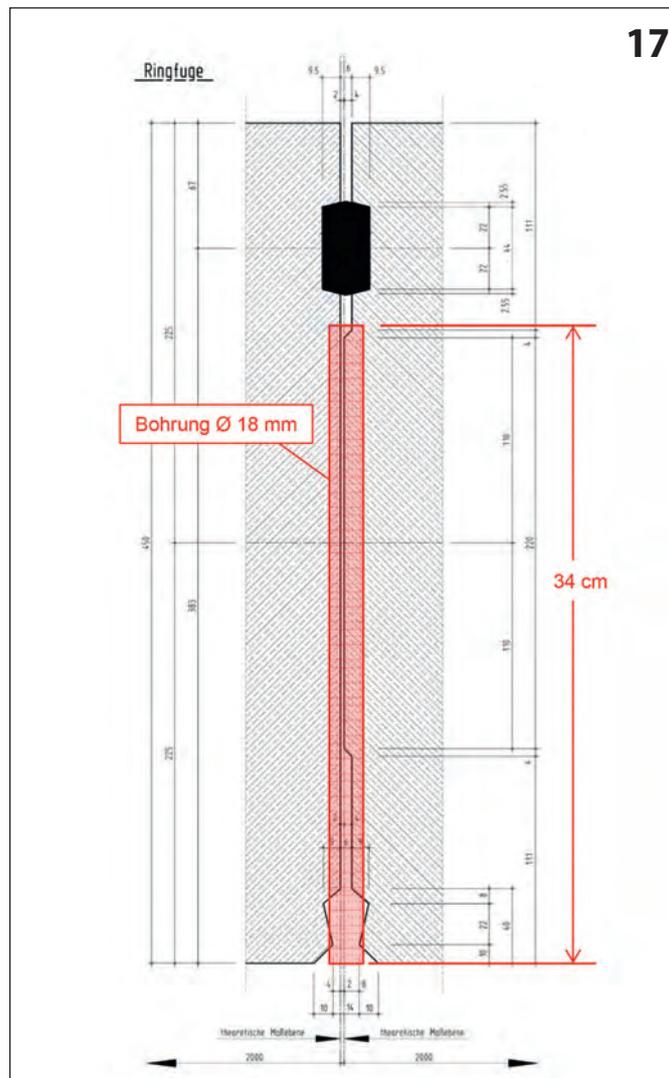
ELA Container GmbH · Zepelinstr. 19-21
49733 Haren (Ems) · Tel: (05932) 5 06-0

info@container.de

ELA-Kontaktdaten als QR-Code für Ihr Smartphone.

keine Lokalisierung eines Wasseraustritts möglich, andererseits ist ein fugenparalleler Verlauf einer Bohrung wegen der fehlenden Führung kaum zu erreichen. Undichtigkeiten von Längsfugen wurden deshalb immer von der nächstgelegenen Stelle der angrenzenden Ringfuge aus behandelt, im Regelfall also neben dem zugehörigen T-Stoß. Neben diesen ausführungstechnischen Gründen, hatte sich die 18 mm Bohrung auch als Untergrenze für die optische Kontrolle ergeben. Es war bei kleineren Bohrungen nicht erkennbar, ob die Bohrung tatsächlich auf die Dichtprofile zuge laufen war. In den Ringfugen wurde immer dort gebohrt, wo eine freie Sicht auf die Dichtung in der Tübbingfuge bestand und weder Topf und Nocke oder die Hartholzplatte auf der Kontaktfläche im Weg waren.

Die Bohrung endete 1,8 cm vor den beiden zusammengepressten Tübbingdichtbändern. Um eine Beschädigung der Bänder und des diese begrenzenden Betons durch den dicken Bohrer auch bei einem Versatz in der Tübbingfuge sicher auszuschließen, wurde der an der Bohrmaschine installierte Bohrtiefenbegrenzer an den in den Tunnel ragenden Tübbing angelegt. Bild 17 veranschaulicht den ersten Arbeitsschritt für die Nachdichtungsarbeiten.



Arbeitsschritt 1: Aufbohren der Tübbingfuge

Working step 1: Drilling the segment joint

Nach Aufweitung der Tübbingfuge bis kurz vor die Dichtbänder kam der im Werkstattversuch erprobte Metallbohrer mit 5 mm Durchmesser zum Einsatz. Um das Fugenband zu erreichen, wurde dieser an eine 30 cm lange Verlängerungsstange mit 10 mm Durchmes-

sur localise escaping water here on account of the missing gap, on the other, it is scarcely possible to accomplish drilling parallel to the joint on account of the missing guidance. Leaks in longitudinal joints were thus tackled from the nearest position at the neighbouring annular joint, in

other words, generally from the appropriate T-joint. Apart from these technical reasons relating to execution, it also turned out that the 18 mm drill-hole was the lower limit for visual control. It was impossible to tell in the case of smaller drill-holes whether the hole ran towards the sealing strip. Drilling was always undertaken in the annular joints where the seal in the segment joint was clearly visible and where neither groove and tongue nor the hard wooden board on the contact surface were in the way.

Drilling ended 1.8 cm before the 2 compressed segment sealing strips. In order to safely preclude damage caused by the sturdy drill to the strips and the neighbouring concrete even if the segment joint was displaced, the drilling depth limiter installed on the drilling unit was applied to the segment projecting into the tunnel. Fig. 17 shows the initial working step for the resealing operations.

After widening the segment joint until shortly before the sealing strips, the 5 mm diameter metal drill tried out in the workshop test was used. It was welded onto a 10 mm diameter, 30 cm long extension rod to reach the joint strip. There was no centring of the drill in the slightly larger drill-hole by mechanical means, it sufficed to align it manually by looking through the annu-

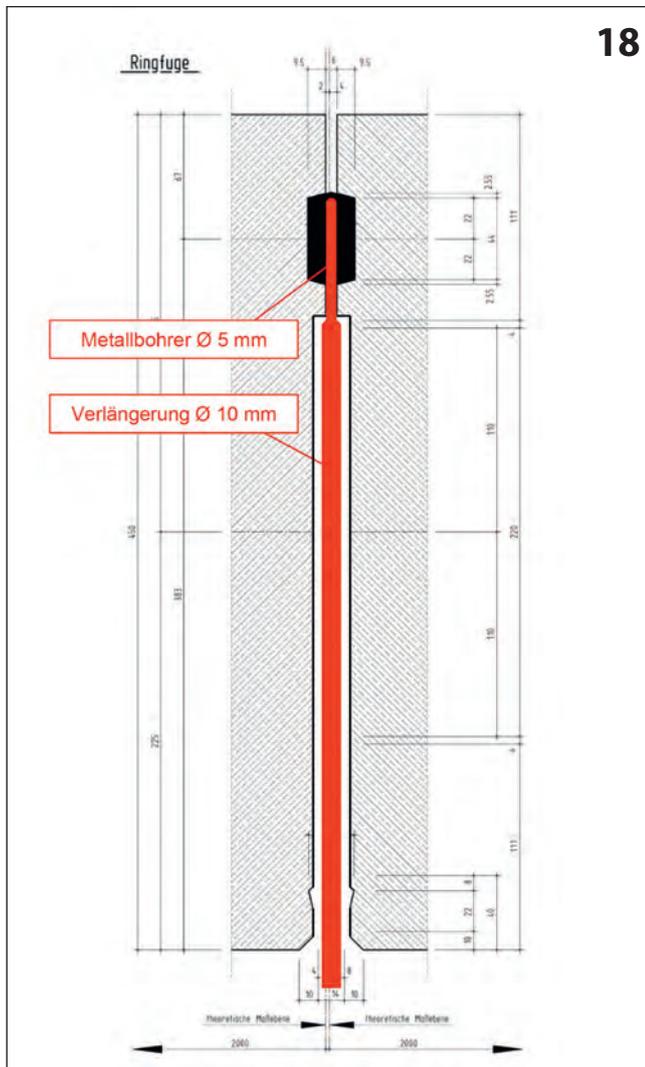
Concrix[®]

DIE Alternative zu Stahlfasern: über 1'000 J mit unter 4 kg/m³

Kein Rost. Keine Korrosion. Kein Kriechen. Keine Verletzungsgefahr. Hervorragendes Arbeitsvermögen. www.bruggcontec.com

BRUGG

CONTEC
Strong fibers.

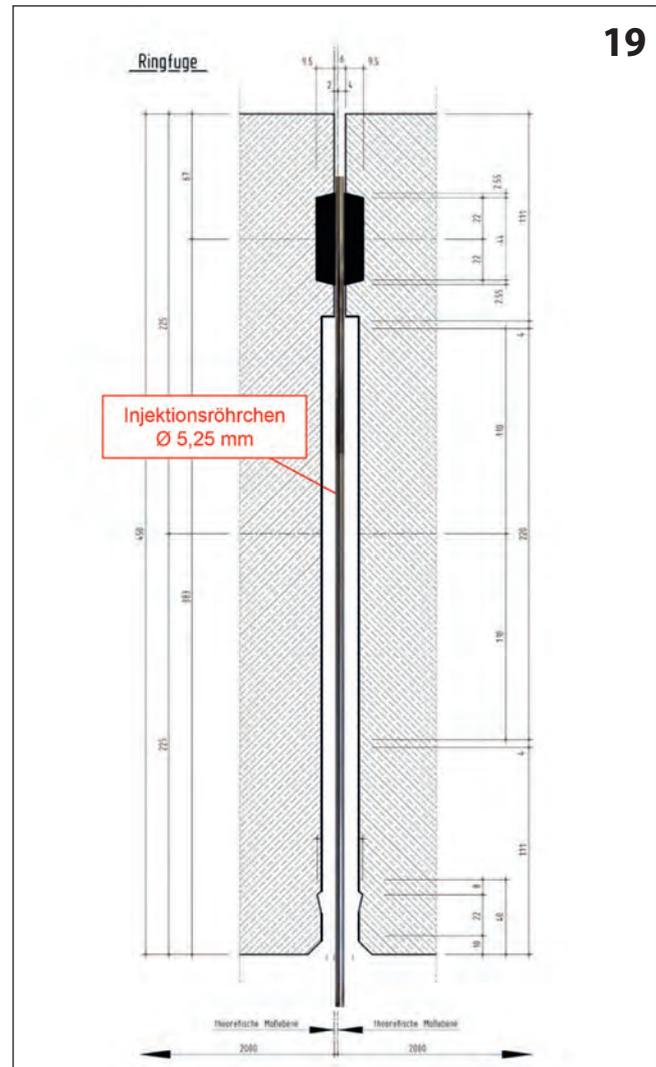


18

Arbeitsschritt 2: Anbohren der Dichtbänder
Working step 2: Drilling the sealing strips

ser angeschweißt. Eine mechanische Zentrierung des Bohrers im etwas größeren Bohrloch wurde nicht vorgenommen, es reichte die manuelle Ausrichtung beim Blick durch den Fugenspalt. Das Durchbohren der Dichtung verlief so problemlos wie im Werkstattversuch. Nach dem Ziehen des Bohrers wurde die Sicht auf den Ansatzpunkt allerdings durch das als Strahl austretende Bergwasser versperrt. Hierdurch wurde das Einführen des Injektionsröhrchens sehr erschwert. Daraufhin wurde versucht, die Bohrung kurz vor der Außenkante

der Dichtung enden zu lassen und das Röhrchen noch im Trockenen einzubauen (Bild 18). Der Durchstich wurde dann durch vorsichtiges Einschlagen des vorn angespitzten Röhrchens mit einem Gummihammer vorgenommen. Diese Vorgehensweise wurde mit zusätzlichen Werkstattversuchen auf ihre Unschädlichkeit für die Dichtbänder überprüft. Es zeigte sich, dass das Durchtrennen der letzten mm der Dichtung lediglich zu einem auf das Loch selbst begrenzten Riss führte, nicht aber zu einer größeren Beschädigung oder gar einer



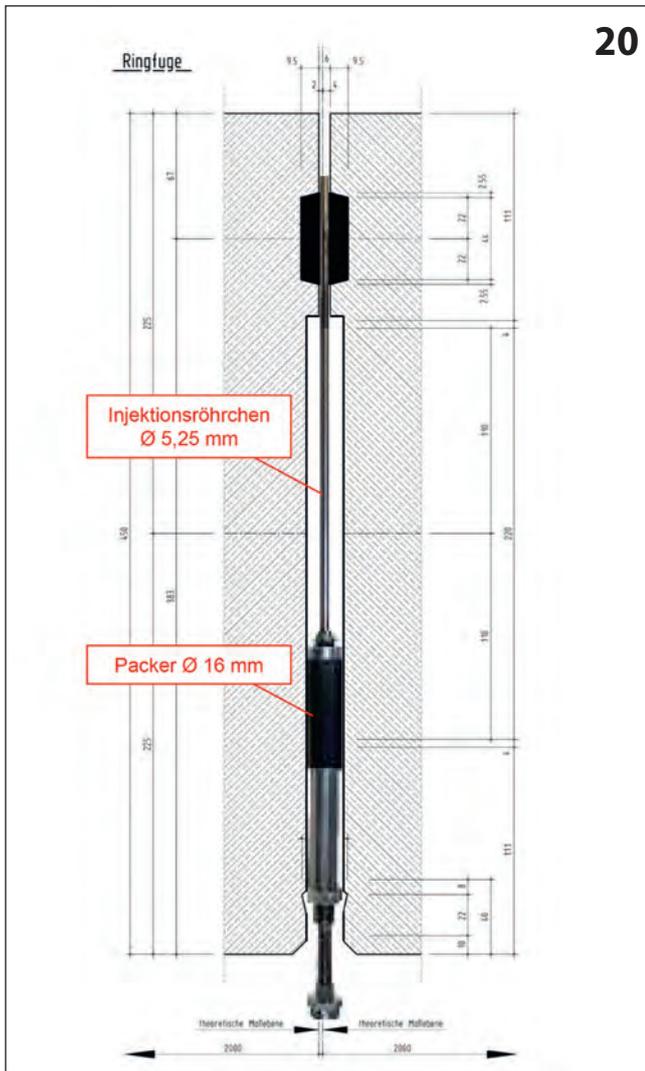
19

Arbeitsschritt 3: Setzen des Injektionsröhrchens
Working step 3: Placing the injection pipe

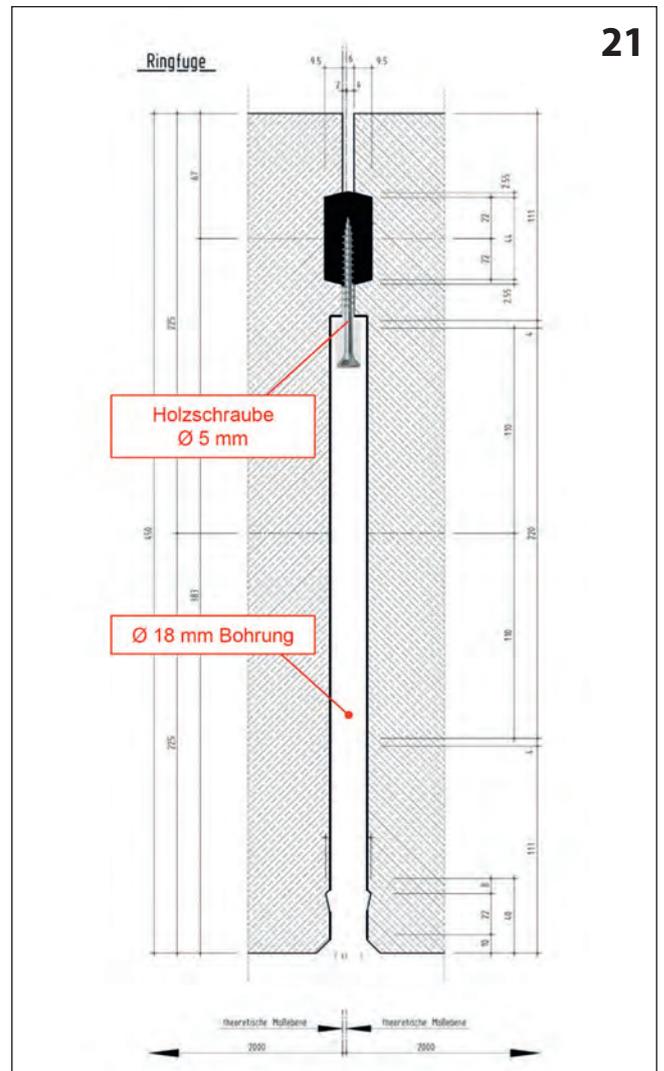
lar gap. Drilling through the seal emerged to be as unproblematic as during the workshop test. After removing the drill, the application point was lost sight of due to the flow of emerging underground water. As a result, the introduction of the small injection pipe was made really difficult. Subsequently, an attempt was made to end the drill-hole shortly before the outer edge of the seal so that the small pipe could be installed where it is dry (Fig. 18). It was then broken through by carefully striking the tipped small pipe with a rubber hammer. This approach was checked with additional

workshop tests to make sure the sealing strips were not harmed. It was shown that cutting through the final mm of the seal merely resulted in a crack restricted to the hole itself but not to major damage or even to the seal being displaced. As a result, nothing stood in the way of applying this test as a standard method.

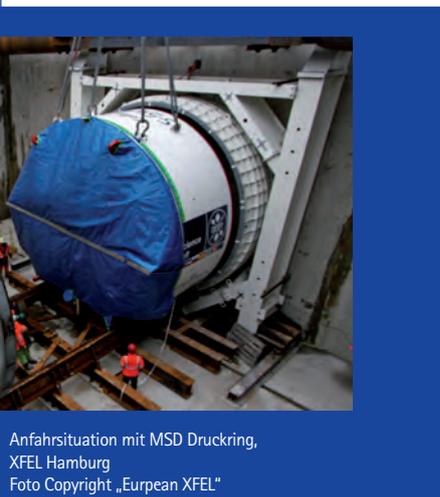
Fig. 19 indicates how the small pipe was installed. An endoscope was required to place it in the drill-hole in individual cases. For safety's sake, for the grouting phase, the small injection pipe had to be secured against being pressed out of the sealing



Arbeitsschritt 4: Setzen des Packers und Injizieren
Working step 4: Placing the packer and injecting



Arbeitsschritt 5: Verschließen der Bohrung mit einer Holzschraube
Working step 5: Closing the drill-hole with wood screw



Anfahrtsituation mit MSD Druckring,
XFEL Hamburg
Foto Copyright „European XFEL“



Der Spezialist für Ihren
**Tunnelbau
und Rolling Stock**

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



MSD Rolling Stock, Inlfe

Verschiebung der Dichtung. Damit stand der Umsetzung dieses Versuchs als Standardverfahren nichts mehr im Weg.

Bild 19 veranschaulicht den Einbau des Injektionsröhrchens. Für das Einsetzen in das Bohrloch war in Einzelfällen ein Endoskop erforderlich. Das Injektionsröhrchen sollte vorsichtshalber für den Verpressvorgang gegen Herausdrücken aus dem Dichtband gesichert werden. Hierfür wurde außen am Rohr ein Widerlager für einen Packer geschaffen. Der Packer wurde bis zu diesem Anschlagpunkt über das Injektionsröhrchen geschoben und anschließend in der 18 mm Bohrung in der Tübbingfuge verspannt. Bild 20 zeigt den für die Sicherung des Injektionsröhrchens verwendeten Stahlpacker und dessen Lage in der Fuge.

Als Injektionsgut für die Nachdichtung der Tübbingfugen kam das Acrylatgel „Variotite“ der TPH Bausysteme GmbH zum Einsatz. Der maximale Verpressdruck betrug 11 bar. Die Verpressmenge wurde vorerst auf 50 l je Injektionsstelle begrenzt, konnte aber bald aufgrund des schnell erkennbaren Erfolgs stark reduziert werden.

Nach den Verpressarbeiten wurde das Injektionsröhrchen vorsichtig aus der Fugendichtung gezogen und das Bohrloch mit einer Edelstahlschraube mit 5 mm Durchmesser und 80 mm Länge verschlossen (Bild 21). Die Schraube mit Holzschraubengewinde wurde ca. 2 cm in die Dichtbänder gedreht, was für eine sichere Befestigung ausreichte. Der Rest des Bohrlochs blieb durch das injizierte Acrylatgel ausgefüllt. Diese Methode der Abdich-

	Nachdichtungsmethode Sealing method	Eingebautes Injektionssystem Installed injection system	Radiales Durchbohren der Tübbings Radial drill-holes in segments	Durchbohren der Dichtbänder Drilling the sealing strips
1	Anzahl der behandelten Undichtigkeiten Number of seals treated	ca. 800	ca. 150	96
2	Anzahl der erfolgreich behandelten Undichtigkeiten Number of successfully treated seals	ca. 650	ca. 50	96
3	Erfolgsquote der behandelten Undichtigkeiten in % ¹⁾ Success quota of treated seals in % ¹⁾	85 %	36 %	100 %
4	Injektionsgutverbrauch je Undichtigkeit in % ¹⁾ Amount of grout used per leak in % ¹⁾	100 %	ca. 40 %	ca. 10 %
5	Mittlerer Zeitaufwand je Undichtigkeit in % ¹⁾ Average time required per seal in % ¹⁾	ca. 50 % ²⁾	100 % ³⁾	ca. 30 %
6	Anzahl der erforderlichen Personals Number of personnel required	2	2	2
¹⁾ Bezogen auf die Methode mit dem höchsten Wert Related to the method with the highest value ²⁾ Mit Anbohren und Nacharbeiten, ohne Nachinjektion Drilling into and reworking without subsequent injection ³⁾ Erst Kernbohren, dann Injizieren, dann Löcher schließen zzgl. Wegezeiten First core drilling, then injecting, then closing holes plus transit times				

Tabelle 1: Gegenüberstellung der am Finnetunnel angewendeten Nachdichtungsmethoden

Table 1: Comparison of the Sealing Methods applied at the Finne Tunnel

tung des Injektionskanals hat sich in allen Fällen bewährt. Die so verschlossenen Bohrungen erwiesen sich in keinem Fall als neue Fehlstelle. Nach 24 Stunden wurde der Nachdichtungserfolg noch einmal kontrolliert. Falls erforderlich wurden die zuvor beschriebenen Arbeitsschritte an einer benachbarten Stelle wiederholt.

9 Vergleich der angewendeten Nachdichtungsmethoden

In Tabelle 1 werden die drei beim Finnetunnel zur Anwendung gelangten Nachdichtungsmethoden miteinander verglichen. Den direkten Ver-

strip. Towards this end, a support for a packer was produced on the outside of the pipe. The packer was thrust over the injection pipe to this attachment point and then braced in the 18 mm drill-hole in the segment joint. Figs. 20 + 21 display the steel packer used to secure the injection pipe as well as its position in the joint.

The acrylate gel "Variotite" from TPH Bausysteme GmbH was applied as the injection agent for resealing the segment joints. The maximal grouting pressure amounted to 11 bar. The amount of grout was initially limited to 50 l per injection point but was soon substantially reduced thanks to its evident success.

After the grouting activities, the injection pipe was carefully removed from the joint seal and the drill-hole closed by a 5 mm diameter, 80 mm long stainless steel screw (Fig. 21). This screw with wood screw thread was thrust some 2 mm into the sealing strips, which sufficed for secure attachment. The rest of the drill-hole remained filled with the injected acrylate gel. This method of sealing the injection channels proved itself in every case. The drill-holes that were thus closed never became sources of new leaks. After 24 hours, the successful resealing process was checked

gleich erschwert aber, dass die Methoden nacheinander zum Einsatz kamen. Die Häufigkeit der Anwendung der drei Methoden bei den insgesamt 800 Undichtigkeiten ist in der ersten Zeile aufgeführt. Auf die Gesamtlänge beider Tunnelröhren ergab sich mit den insgesamt 800 Undichtigkeiten rechnerisch etwa alle 14 m bzw. sieben Ringe eine Leckstelle, auf die gesamte Fugenlänge lediglich nur eine Undichtigkeit je 300 m.

10 Zusammenfassung und Schlussbemerkungen

Im Finnetunnel gab es bemerkenswert wenige undichte Stellen der Tübbingröhre, und nur

bei einem geringen Teil davon rinnenden oder tropfenden Wasserzutritt. Entsprechend dem Bauvertrag waren aber grundsätzlich alle Undichtigkeiten zu beseitigen.

In einer ersten Kampagne wurden die mit einer vorbereiteten Verpressleitung ausgerüsteten Tübbings nahe den Leckstellen mit Acrylatgel beaufschlagt. Das Injektionsgut gelangte über einen einbetonierten Schlauch unmittelbar hinter die Tübbingdichtung. Von der Austrittsstelle aus breitete es sich im Netz der Ring- und Längsfugen im Querschnitt zwischen Dichtung und Fugenverschlussband aus. Ein Dichtungserfolg wurde erreicht, wenn das Gel die

once more. If necessary, the previously described working steps were repeated at a neighbouring point.

9 Comparison of Sealing Methods

Table 1 compares the sealing methods applied in the Finne Tunnel with one another.

Direct comparison however conceals the fact that the methods were applied one after the other. The first line lists the frequency of application for the 3 methods given a total of 800 leaks. Over the entire length of both tunnel bores there was a leak roughly every 14 m or 7 rings. Over the entire joint length only a single leak per 300 m.

10 Summary and Concluding Remarks

There were remarkably few leaky spots in the Finne Tunnel bores and only a few of them involved running or trickling water. Essentially all leaks had to be eradicated in accordance with the construction contract.

During an initial effort, the segments fitted with a prepared grouting line close to the leaky spots were treated with acrylate gel. The injection agent was transferred to immediately behind the segment seal by a hose concreted in place. From the exit point it spread through the network of annular and longitudinal joints in the cross-section between the seal and the joint closing strip. Sealing



Implenia® Die Tunnelbauprofis.



undichte Stelle erreichte und diese von außen verstopfte. 650 der 800 Undichtigkeiten konnten auf diese Weise behoben werden. Der Materialverbrauch war allerdings sehr hoch, weil die Wege von den in einem groben Raster eingebauten Verpresstübbings zu den Leckstellen teilweise sehr lang waren. Die fehlgeschlagenen Versuche waren darauf zurückzuführen, dass das Gel die Fehlstelle überhaupt nicht erreicht.

In einer zweiten Kampagne wurde versucht, das Injektionsgut über neu neben der Fuge hergestellte Bohrungen auf die Tübbingaußenseite zu bringen und mit hohen Drücken zur undichten Stelle zu pressen. Dies gelang nur bei ca. 50 der 150 verbliebenen Undichtigkeiten. Eine so geringe Erfolgsquote bei zugleich sehr hohem Aufwand spricht deutlich gegen dieses Verfahren.

In einer dritten Kampagne wurde erstmals eine direkte Injektion durch die Dichtung hindurch ausgeführt. Alle 96 verbliebenen Undichtigkeiten konnten mit vergleichsweise geringem Aufwand erfolgreich behandelt werden. Die anfäng-

liche Skepsis gegenüber dem Durchbohren der Dichtung war zwar berechtigt, hat sich aber sowohl aufgrund aussagekräftiger Vorversuche in der Werkstatt, als auch besonders aufgrund des eindrucksvollen Ergebnisses als unberechtigt herausgestellt. Die kleine, abschließend dauerhaft wieder verschlossene Öffnung in der Dichtung ergab keine Beeinträchtigung der Gebrauchstauglichkeit und Haltbarkeit der Tübbingröhre.

Nach der Überzeugung der Autoren wurde mit der gezielt durch die Tübbingdichtung vorgenommenen Verpressung von Weichgel ein Verfahren zur Nachdichtung entwickelt, das wegen seiner überzeugenden Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit binnen kürzester Zeit zur Standardlösung avancieren wird. Vergleichbare Erfolge wären mit vorbereiteten Injektionsystemen noch nicht einmal dann erreichbar, wenn alle Tübbings hiermit ausgestattet wären. Der hierfür erforderliche Aufwand ergäbe allerdings ohne größeren Gegenwert deutlich höhere Baukosten. 

succeeded if the gel reached the leaky spot and filled this from the outside. 650 of the 800 leaks were repaired in this manner. However, a great amount of material was used because the paths in a rough grid of installed injection segments to the leaks were in some cases extremely long. The failed attempts were attributable to the fact that the gel did not reach the leak.

An attempt was made during a second initiative to ensure that the injection agent reached the outside of the segment through drill-holes newly produced next to the joint and to grout it under high pressure to reach the leak. This succeeded in only some 50 of the 150 remaining leaks. Such a low rate of success involving an extremely high outlay clearly speaks against this method.

Direct injection through the seal was attempted during a third initiative. All 96 remaining leaks were tackled successfully involving relatively little outlay.

Admittedly the initial scepticism against drilling through the seal was justified but turned out to be unfounded on account of the meaningful preliminary tests in the workshop quite apart from the impressive results. The serviceability and sustainability of the segment bores were not adversely affected by the small opening in the seal, which was subsequently closed again.

The authors are convinced that thanks to grouting soft gel through the segment seal in a targeted fashion, a method for resealing has been developed, which will evolve into the standard solution by dint of its outstanding reliability and economy within the shortest possible time. Comparable successes would not actually be possible with prepared injection systems even if all the segments were equipped with them. The outlay required to arrive at this would involve considerably higher construction costs without bringing equivalent value. 

Literatur / Reference

- [4] Kirschke, D.; Schällicke, H.; Fraas, D.: Finnetunnel: Innovative gezielte Fugennachdichtung in Tübbingröhren – Teil 1 / Finne Tunnel: Innovative targeted Resealing of Segment Bore Joints – Part 1. tunnel 3/2013, pp. 50-58

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

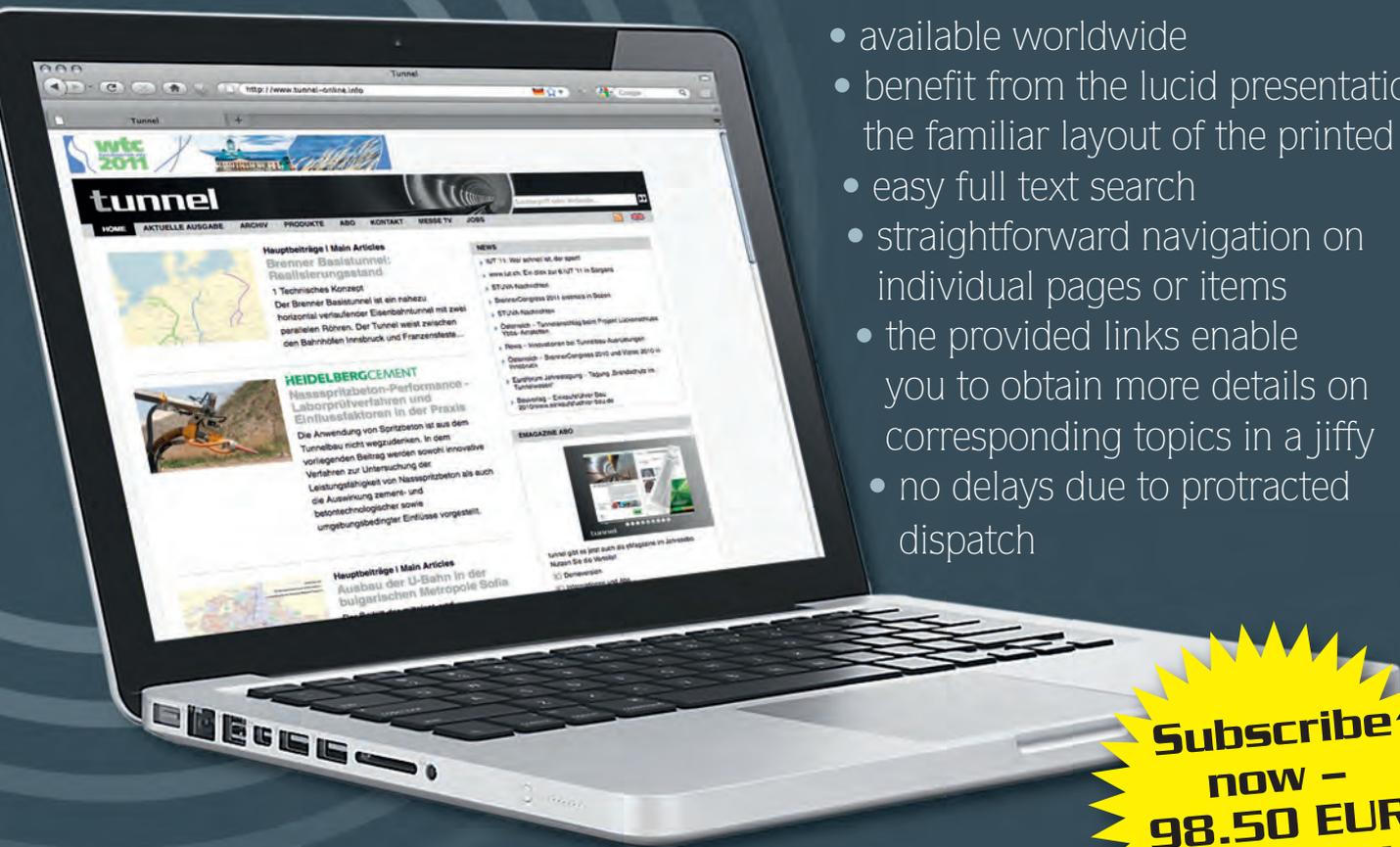
fon: 00 49 (0) 2 34/5 99 63 10
fax: 00 49 (0) 2 34/5 99 63 20
e-mail: info@astbochum.de



tunnel *now as* *eMagazine!*

Your advantages at a glance:

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



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



Go online wherever you are!

www.tunnel-online.info

Die nächste Generation von EPB-Schneidwerkzeugen – Neue Werkzeugkonzepte für wechselndes Gestein

Der 62 km lange Emisor-Oriente-Abwassertunnel, Mexico, ist ein besonderer Vortrieb. In einer Tiefe bis zu 150 m, gegen einen Druck von 6 bar durch wechselnde geologische Formationen aus Basalt, Ton, Sand und großen Findlingen vorgetrieben waren TVMs als einzig geeignete Vortriebsmethode möglich. Projekte wie dieses initiieren die Entwicklung einer neuen Generation von Schneidwerkzeugen (Bilder 1 und 2). Von der Bohrkopfkonfiguration über Kontrollelemente bis hin zu Schneidrollen für den Einsatz unter hohen Drücken, ist es das Ziel, gute Vortriebsleistungen bei stark wechselnden Schneidbedingungen zu erzielen, Stillstandzeiten zu begrenzen und die Vortriebsgeschwindigkeit zu erhöhen.

Insgesamt bohren sich sechs TVMs, darunter drei EPB-Maschinen von Robbins, für dieses Projekt durch den Untergrund. Das Projekt genießt höchste Priorität und muss dringend fertiggestellt werden, um der Gefahr einer Überflutung der Innenstandbezirke von Mexiko-Stadt mit enormen Abwassermengen entgegenzuwirken. Die Zahl von EPB-Vortrieben in großen Teufen und TBM Vortrieben in wechselnden Geologien nimmt stetig zu und damit wird die Entwicklung neuer Schneidwerkzeuge notwendig.

Aaron Shanahan, Desiree Willis, www.the Robbinscompany.com

Rollenmeißel oder Hartmetallschneidzähne – die Wahl des richtigen Schneidwerkzeugs

Rollenmeißel und Schneidzähne sind die bevorzugten Schneidwerkzeuge für den Einsatz in EPB-Vortrieben und in Verbindung mit verschiedenen Zusatzausrüstungen wird die Funktion dieser Schneidwerkzeuge gewährleistet.

Die Auswahl des Schneidwerkzeugs wird ausgehend von der eingangs in der Projektbeschreibung genannten Geologie vorgenommen. Sie soll hier

The Next Revolution in EPB Cutters – New Cutter Designs make an Impression in Mixed Ground

The 62 km long Emisor Oriente Wastewater tunnel can only be called an epic tunneling endeavour. Located at depths of up to 150 m below the surface and at 6 bar water pressure with tough mixed ground conditions including basalt, clay, sand and large boulders, a fact that made TBM excavation the only viable option. It is projects like these that are ushering in a new era of cutting tools – from cutterhead setups to monitoring devices to high pressure cutter discs, new EPB cutters aim to limit interventions and speed excavation (Figs. 1 and 2). Deep EPB and hybrid TBM projects in mixed conditions are becoming more common, and with that new leaps forward in cutter research are needed.

The choice of cutting tool is dependent on the geology from the outset, but may also change during the tunnel operation. The important point is to be adaptable and accept that circumstances may change during excavation.

Disc Cutters

Disc cutters have shown over many years of use to be the best choice of cutting tool for breaking rock into smaller pieces for easy removal. There are many styles of discs available and many options for the configurations of those discs on the cutterhead. Disc cutters were first invented

Six TBMs including three Robbins EPBs are tackling on this project in the underground of Mexico. The emergency project is needed urgently to prevent potential flooding of Mexico City's wastewater into the downtown area.

Disc Cutters vs. Carbide Bits: Selecting the Proper Cutting Tools

Disc cutters and knife bits are the primary tools of choice for EPB applications with various other add-on tools supporting the functioning of these primary tools.



Die neuen Druckausgleichsringe an den Schneidrollen erlauben EPB-Auf-fahrungen bei höheren Wasserdrücken und mit geringerem Ausfallrisiko.

Robbins' pressure compensating cutters allow for EPB excavation at higher water pressures with reduced risk of seal failure.

aber durchaus während des Vortriebs angepasst werden können. Hier gilt es, flexibel auf sich ändernde Bodenverhältnisse jederzeit reagieren zu können.

Rollenmeißel

Seit Jahren haben sich Rollenmeißel als bestens geeignete Werkzeuge für das Aufbrechen

und die transportgerechte Zerkleinerung von Gestein bewährt. Heute gibt es eine Vielzahl von Meißeltypen und Systematiken für deren Anordnung auf dem Bohrkopf.

Ursprünglich wurden Rollenmeißel zum Aufbrechen von Gestein entwickelt. Bis heute weisen sie von allen Schneidwerkzeugen für den



Schneidköpfe für verschiedene Gesteinschärten, wie beim Emisor-Oriente-Projekt im Einsatz, werden zukünftig zunehmend zum Einsatz kommen.

Mixed ground cutterheads, such as those on three Robbins EPBs for Mexico's Emisor Oriente Wastewater Line, are becoming more common.

for breaking rock and have the longest life of any cutting tool in rock. When disc cutters are used in soft ground, though, their full life may not be achieved. The normal wear mechanism on disc cutters is abrasive wear and during normal operation, the ring will wear equally around the circumference. When the disc cutter doesn't roll, as frequently oc-

curs in soft ground, only one side of the ring slides along the face and flat spots occur, decreasing ring life (Fig. 3).

Knife Bits

The term knife bit refers to any type of cutting tool which has a stationary edge aligned so that the long edge is oriented circumferentially with the cutterhead.



Fasern | Fibres | Strahlmittel | Abrasives

Zeit für Lösungen

Krampeharex® Stahl- und Kunststofffasern

Tunnelbau

Gesteinsabbau die längste Lebensdauer auf. In weichem Gestein eingesetzt, erreichen sie jedoch nicht immer ihre volle Lebenserwartung. Rollenmeißel sind in der Regel abrasivem Verschleiß ausgesetzt, sodass sich der Schneidring unter normalen Einsatzbedingungen gleichmäßig an seiner Peripherie abnutzt. Wenn der Rollenmeißel nicht rotiert, was in Weichgestein häufig vorkommt, gleitet nur eine Seite des Schneidrings an der Ortsbrust entlang. Hierdurch entstehen Flachstellen, welche die Lebensdauer des Schneidrings verringern (Bild 3).



Schneidzähne

Der Begriff „Schneidzahn“ bezeichnet jede Art von Schneidwerkzeugen mit einer starren Schneide, deren Längsseite zur Peripherie des Bohrkopfs ausgerichtet ist. Mit einem solchen Werkzeug wird stärker oder weniger stark verfestigtes Weichgestein aufgebrochen, um in einer EPB-Tunnelbohrmaschine mit einer Förderschnecke abtransportiert zu werden.

Wie Rollenmeißel sind auch Schneidzähne vor allem abrasivem Verschleiß ausgesetzt. Aufgrund des hervorragenden Abrasionswiderstands von Hartmetall werden Schneidzähne in der Regel mit Hartmetallspitzen ausgeführt. Hartmetalleinlagen kommen oft auch bei Schneidringen zum Einsatz. Hartmetall ist von Natur aus spröde und daher sind Schneidringe mit Einlagen aus diesen Materialien recht brüchig und neigen unter hohen Schlagkräften zum Brechen – bei deren Einsatz ist daher Vorsicht geboten (Bild 4). Zur Herstellung von Schneidringen für den Einsatz in felsigem und blockhaften

Schneidzahnschaden: Die richtige Additivbeimischung in Verbindung mit Verschleißfrüherkennung durch entsprechende Werkzeuge führt zu regelmäßigeren Wechseln und Inspektionen an den Schneidzähnen.

Proper additive injection combined with wear detection devices results in more regular changes and inspections of the cutting tools.

Gestein wird daher bevorzugt voll beruhigter Stahl verwendet. Neben Hartmetalleinlagen sollte das Trägermaterial der Schneidzähne auch mit Hartmetallaufpanzerungen versehen werden, um die Gesamtlebensdauer zu erhöhen. Dadurch wird der Verschleiß des weicheren Trägermaterials, in das die Hartmetallspitzen eingelegt sind, verringert.

Auswechselbare Werkzeuge

EPB-Bohrköpfe für den Vortrieb in wechselnden Geologien können entweder mit Rollenmeißeln oder Schneidzähnen bestückt werden. Die Werkzeuge sind untereinander auswechselbar und können ausgetauscht werden, um

because carbide is quite brittle and can crack if high-impact loads are experienced (Fig. 4). For this reason, solid steel is the material of choice for disc rings when the ground is expected to be blocky. In addition to using carbide inserts in knife bits, hard-facing should be added to the supporting material in order to extend the overall life of the piece. This reduces the wear of the softer underlying material that holds the carbide tips.

Interchangeable Tools

Mixed-face EPB cutterheads are designed to accept either disc cutters or knife bits. The tools



Schneidrollenschaden: Das Schneidrollendesign muss verbessert werden, da sie im Einsatz in weichen Gesteinen zu einseitiger Abnutzung neigen.

Disc cutter designs must be improved, as they have a tendency to wear flat on one side in soft ground.

This tool breaks up areas of consolidated or semi-consolidated soft ground for removal by a screw conveyor in an EPB type machine.

Similar to disc cutters, the primary wear mechanism on knife bits is also abrasive wear. Carbide tips are usually used in knife bits because of the excellent abrasion-resistance of carbide material. Carbide inserts are often used in disc rings as well, but care must be taken when using carbide-inserted disc rings

are interchangeable and can be swapped out to best match changing conditions. In the ideal situation, a project would contain distinct sections of rock and soft ground. The selection of the cutting tool for each zone would be obvious, and interventions would be planned for swapping of cutting tools.

In reality, this scenario is rarely possible or practical. Frequently, rock and soils alternate along a tunnel alignment or both are present at the same time in front

sich ändernden Bodenverhältnissen optimal anzupassen. Stellt man sich den Idealfall eines Projekts vor, bei dem die Vortriebsabschnitte im Hart- und Weichgestein klar voneinander getrennt sind: Die Auswahl des richtigen Werkzeugs für die jeweilige Geologie läge klar auf der Hand, und man könnte den Austausch der Werkzeuge verlässlich planen.

In der Realität ist dieser Fall jedoch selten anzutreffen. Vielmehr wechseln sich Hart- und Weichgesteinschichten entlang der Bohrstrecke ab oder beide Formationen werden von der Maschine zeitgleich angegriffen. Schneidzähne können zwar auch in Hartgestein schnei-

den – allerdings wenig effizient. Der Einsatz von Schneidrollen wird für Vortriebe in Gestein mit einaxialen Druckfestigkeiten höher als 20 MPa empfohlen.

Zum Leidwesen der Tunnelbauindustrie konnte bislang kein Schneidwerkzeug entwickelt werden, das die Leistungsfähigkeit von Rollenmeißeln im Hartgestein mit der von Schneidzähnen im Weichgestein vereint.

Zusätzliche Schneidwerkzeuge Neben Rollenmeißeln bzw. Schneidzähnen ist der Einsatz weiterer Werkzeuge erforderlich, um den Bohrgutfluss zu unterstützen, die Grundstruktur des Bohrkopfs zu schützen und überproportionalen

of the machine. Knife bits have the ability to cut rock, but not efficiently, and disc cutters are recommended for rock with a Uniaxial Compressive Strength (UCS) of 20 MPa or higher. Much to the chagrin of the tunnelling industry, no tool has proven able to match the performance of disc cutters in rock and knife bits in soft ground.

Additional Cutting Tools

Besides disc cutters and/or knife bits, additional tools are needed to encourage muck flow, protect cutterhead structures, and monitor for excessive wear. These tools typically use carbide inserts and hard-facing to increase the wear resistance. Scrapers are used to route the loose soils into

the cutterhead chamber (Fig. 5). Various protection bits are used to prevent wear on the cutterhead and accessories, including injection ports, the periphery of the cutterhead, and the bodies of the disc cutters. Special wear detection tools can alert the operator when a wear threshold has been exceeded.

Reducing Interventions with Cutter Wear Detectors and Ground Conditioning

Wear of cutting tools is a fact of life on TBMs and wear in EPB applications, in particular, is higher than in either hard rock or slurry applications. Use of ground-conditioning additives reduces the abrasive character-



Pumpspeicherwerk Limmern, Trafokaverne

Ingenieurskunst – unsere Leidenschaft

Gesamtlösungen für Energie, Infrastruktur und Umwelt.

Wir sind Spezialisten in den Bereichen Kraftwerk-, Untertag-, Verkehrswegebau, Tief- und Hochbau sowie bei Ausrüstungen von Infrastrukturbauten.

Beratung, Studien, Projektierung, Bau- und Montageleitung, Expertisen und Projektmanagement.

IM Engineering | **IUB** Engineering

IM Maggia Engineering AG · via Stefano Franscini 5 · CH-6600 Locarno
Tel. +41 91 756 68 11 · info@im-maggia.ch · www.im-maggia.ch

IUB Engineering AG · Belpstrasse 48 · CH-3007 Bern
Tel. +41 31 357 11 11 · info@iub-ag.ch · www.iub-ag.ch

Verschleiß zu erkennen. Diese Werkzeuge sind in der Regel mit Hartmetalleinlagen und Panzerungen zur Erhöhung der Verschleißfestigkeit versehen. Räumler werden eingesetzt, um das gelöste Gestein in die Bohrkopfammer zu transportieren (Bild 5). An verschiedensten Stellen werden Hartmetallaufgaben eingesetzt, um Verschleiß am Bohrkopf und seinen Komponenten – Injektionsdüsen, den Systemen in der Bohrkopfperipherie und den Rollenmeißelgrundkörpern – entgegenzuwirken. Spezielle Verschleißdetektoren melden dem Maschinenführer das Überschreiten eines bestimmten Verschleißgrads.

Verringerung von Stillstandszeiten – durch Bohrkopfverschleißdetektoren und Boden-konditionierung

Verschleiß der Schneidwerkzeuge gehört zum Vortrieb mit TBM und dieser Verschleiß ist insbesondere bei EPB-Vortrieben vergleichsweise höher, als bei Hartgesteinsvortrieben oder bei Vortrieben mit flüssigkeitsgestützter Ortsbrust.

Der Einsatz von Konditionierungszusätzen verringert die verschleißtreibende Charakteristik des Baugrunds und wirkt sich positiv auf den Bohrgutfluss aus. Panzerung an den Schneidwerkzeugen erhöht deren Verschleißfestigkeit.

Eine Bestückung der Bohrköpfe von Weichgesteins-TVMs mit Indikationswerkzeugen ist zu empfehlen, die den Verschleiß der Schneidwerkzeuge simultan abbilden und so den Maschinenführer vorwarnen können, wenn erhöhter Verschleiß zu erwarten ist. Solche Verschleißsensoren ersetzen

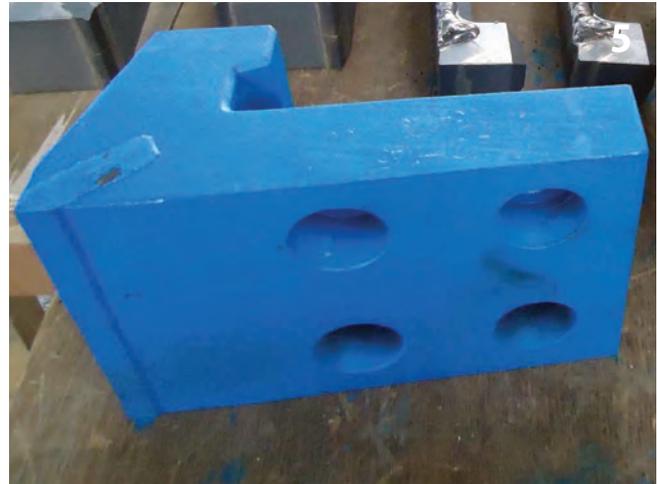
keineswegs regelmäßige Inspektionen und Wartungen, sie können aber den Maschinenführer auf Probleme zwischen den Wartungsintervallen aufmerksam machen.

Eine gebräuchliche Methode zur Verschleißerkennung ist der Einsatz eines Verschleißstifts, der mit einem Hydraulikdrucksensor kombiniert ist. Dieser Verschleißstift ist mit einer Bohrung versehen, die bei Erreichen der Verschleißgrenze freigelegt wird und das in der Bohrung unter Druck anstehende Öl freigibt. Der Öldruck bricht zusammen und dies wird als Signal angezeigt. Im Idealfall sollte dieses Werkzeug ebenso ausgeführt sein, wie das Werkzeug das es überwacht, d. h., es verfügt über Hartmetalleinlagen und eine Panzerung aus demselben Material wie die Schneidzähne.

Neuentwicklung: Schneidrollen für den Einsatz unter hohen Erddruckverhältnissen

Auch wenn es bereits Konstruktionskonzepte für Schneidrollen zum Einsatz bei bis zu 3 bar Umgebungsdruck gibt, so ist deren Effizienz unter bestimmten Bedingungen begrenzt. Diese Konzepte funktionieren gut bei Einsatz in flüssigkeitsgestützten Vortrieben, zeigen aber erfahrungsgemäß Schwächen beim Einsatz in EPB-Vortrieben. Die Schneidrollen arbeiten einwandfrei, solange der Druck bei einem EPB-Vortrieb steigt. Sinkt der Druck, besteht Gefahr, dass das Schneidrollengehäuse mit Feinmaterial verklebt und den Druckausgleichsmechanismus außer Funktion setzt.

Die Robbins-Ingenieure setzen auf eine neue technische Lösung, um die Probleme zu



Bei Robbins EPB-Maschinen für wechselndes Gestein werden häufig Hartmetall-besetzte Scraper in Verbindung mit Schneidrollen verwendet. Tungsten carbide scrapers are often used in conjunction with disc cutters on Robbins mixed ground cutterheads.

istics of the soil by improving the flow of the material. Addition of hard-facing to the cutting tools improves the wear resistance.

All soft ground machines should have tools installed on the cutterhead that can simulate wear of the cutting tools and alert the operator if excessive wear is occurring. These wear detection tools cannot take the place of regular inspection and maintenance but they can alert the operator to a problem between maintenance periods.

One of the more common methods for detecting wear is by use of a wear detection bit plumbed hydraulically to a pressure sensor. The wear detection bit has a hole drilled to a pre-determined wear level and when the tool wears to this point, the hydraulic pressure is lost, which will show an alarm. Ideally, this tool should be similar in construction to the tool that it is trying to measure, which usually means it will use carbide inserts and be hard-faced with the same material as the knife bits.

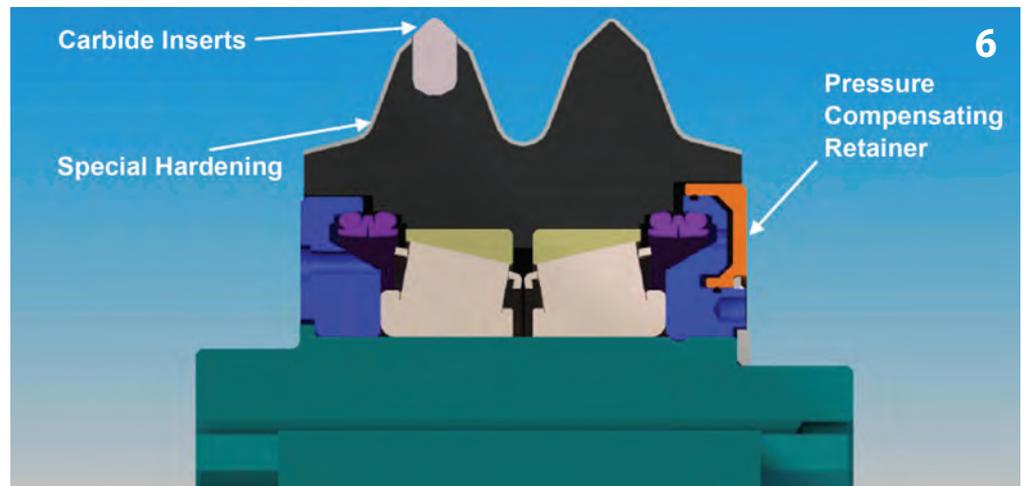
New Developments: Cutters for High-Pressure Conditions

Though some designs for high pressure cutters used in conditions of plus 3 bar exist in the industry, their effectiveness is limited in certain conditions. These established designs work well on slurry machines, but have historically had problems on EPBs. The cutters operate properly as the pressure increases in an EPB tunnel, but if the pressure decreases the cutter housings can easily become jammed with fines and disable the pressure compensating mechanism. Robbins engineers hope, with a novel design, to specifically eliminate problems that can occur when using pressure compensated cutters on EPBs.

Pressure compensated designs being field-tested include cutters with a two-piece end retainer that transmits external pressure to the inside of the cutter, zeroing out the differential pressure across the cutter seals. The device minimizes the risk of a cutter seal failure, which can happen if standard cutters are used in these conditions. Cutter

beseitigen, die beim Einsatz von Schneidrollen mit Druckausgleich in EPB-Vortrieben auftreten.

Gegenwärtig im Feldversuch stehende Konstruktionskonzepte zum Druckausgleich sind gekennzeichnet durch einen zweiteiligen Ring über den der Außendruck in das Innere des Gehäuses übertragen und dadurch der Druckunterschied an der Dichtung eliminiert wird. Dieses Konzept verringert die Gefahr des Versagens der Schneidrollendichtung, was bei einem Einsatz herkömmlicher Schneidrollen unter derartigen Bedingungen auftreten kann. Ein Ausfall der Schneidrollendichtung führt dazu, dass Fremdkörper in das



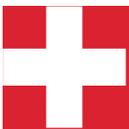
Schneidrolle im Schnitt (Schema): Neue Schneidrollendesigns bedienen sich beweglicher Druckausgleichselemente, um die hohen Druckdifferenzen abzubauen.

New Robbins disc cutter designs utilize a moveable pressure compensating retainer to zero out a high pressure differential.

Schneidrolleninnere gelangen und den Ausfall des Schneidrollenlagers herbeiführen.

seal failures allow contaminants to breach the inner cutter structure, causing the cutter bearing

to fail. Because the seals are the limiting factor in these conditions, engineers are additionally testing



STATIONÄRE BACKENBRECHANLAGE GIPOSTATION B 1385



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



Die Schneidrollendichtungen sind unter derartigen Einsatzbedingungen das lebensdauerbegrenzende Element – aus diesem Grund testen Ingenieure parallel zu den Untersuchungen an Druckausgleichssystemen auch den Einsatz von speziellen hochdruckfähigen Dichtungen.

Die neuartigen Druckausgleichssysteme wurden in einem Druckbehälter getestet, der eine druckbeaufschlagte Umgebung simuliert – herbeigeführt mittels Wasserdruck oder Luftdruck – und unter Verwendung einer eingebauten Schneidrollentesteinrichtung. Mittels eines Motors wird die Schneidrolle gedreht und so die Rotation simuliert.

Die höheren Kosten für diese Spezialschneidrollen rechnen sich durch längere Standzeit und weniger Wechselereignisse.

Der Schnitt durch eine solche Schneidrolle zeigt den Druckausgleichsring und einen Grundkörper, der mit Hartmetalleinlagen und Hartmetallpanzerungen versehen ist (Bild 6). Das orange markierte Element stellt das bewegliche Druckausgleichselement dar. Dieses überträgt den Außendruck auf das Schmieröl im Inneren des Schneidrollengehäuses und führt damit zum Druckausgleich an der Dichtung. Bislang wurden Druckausgleichskolben in die Schneidrollenachsen ein-

high pressure seals as a parallel path to pressure compensation.

The new pressure compensated designs have been tested in a sealed pressure vessel environment, which simulates a high-pressure environment using compressed air or water and an internal test cutter assembly. A drive motor rotates the assembly to simulate real-world cutter rotation.

The higher cost of these specialized cutters is offset by the longer cutter life and reduced number of cutter changes. The cutter cross section depicts a cutter with the pressure compensating retainer and which also uses carbide inserts in the cutter body with hard-facing (Fig. 6). The moveable pressure

compensator is represented by the orange piece. This piece is in contact with the lubricating oil inside the cutter and transmits external pressure to the inside to balance the forces on either side of the seal. Pressure-compensating pistons have been installed on the insides of the cutter shafts in the past but these tend to plug in an EPB environment. The use of the two-piece retainer with larger surface area reduces the chances of material blocking pressure transmission.

New Developments: Improved Cutter Profiles and Beyond

Internal mechanisms are not the only aspects of soft ground cutters that are being redesigned.

BGL Online

Baumaschineneinsätze schnell und sicher berechnen



Mit der BGL Online Datenbank haben Bauunternehmer Zugriff auf einen **ständig aktualisierten Bestand** technisch-wirtschaftlicher Baumaschinendaten. So lassen sich **Baumaschineneinsätze für Projekte aller Größenordnungen** mit einem einzigen übersichtlichen Tool von der ersten Planung bis hin zur endgültigen Kostenabrechnung kalkulieren.

BGL Online
EUR 299,- pro Lizenz p.a.
(Abonnement endet automatisch nach einem Jahr)

BGL Buch
Hrsg: Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e.V.
ISBN 978-3-7625-3619-2
EUR 179,-

Weltweit
größter
Katalog mit
allen gängigen
Gerätedaten

Jetzt online bestellen bei
www.profil-buchhandlung.de

Weitere Infos auf:
www.bgl-online.info
oder telefonisch unter:
05241 80 88 957
Profil –
Buchhandlung im Bauverlag



THE PATH OF LEAST RESISTANCE

Carving paths through the earth's most difficult obstacles is already a monumental task. Having an experienced partner that streamlines the entire tunneling operation puts you a step ahead.



**AT ROBBINS WE KNOW TUNNELING IS TOUGH,
BUT WE BELIEVE YOUR PARTNERSHIPS SHOULDN'T BE.**

Not only does Robbins provide the best designed machine for your project, we offer unrivaled support from project onset to machine buy-back and everything in between. While the underground has no guarantees, partnering with Robbins does.



THEROBBINSCOMPANY.COM

gebracht. Diese verstopften jedoch häufig beim Einsatz in EPB-Vortrieben.

Der Einsatz der zweiteiligen Druckausgleichsringe mit größeren Oberflächen verringert die Wahrscheinlichkeit, dass Bohrgut die Druckübertragung verhindert.

Neuentwicklung: verbesserte Schneidrollenprofile und mehr

Die Neuentwicklung von Weichgesteinsschneidrollen hat nicht nur den Mechanismus im Inneren der Schneidrolle im Fokus. Die Schneidzähne werden unter Anwendung optimierter Profile und Herstellungsmethoden konstruktiv überarbeitet – EPB-Schneidrollen bekommen ein neues Design und werden kompakter. Dieses kompakte Design der Schneidrollen gestattet den Einsatz schmalerer Bohrkopfspeichen und reduziert damit den Materialeinsatz in der Bohrkopfstruktur.

Der vergrößerte Öffnungsgrad führt zu verbessertem Bohrgutfluss und verringert damit die Abnutzung am Bohrkopf.

Die Ingenieure von Robbins setzen derzeit ein Verschleißmesswerkzeug für Weichgestein ein, das die Abnutzung ausgehend von allgemeinen geologischen Daten abschätzt. Diese Ergebnisse werden dann mit den auf verschiedenen Baustellen erfassten Verschleißwerten verglichen.

Verbesserung auf ganzer Breite

Rollenmeißeln mag die Zukunft gehören, doch Ingenieure und Wissenschaftler sind sich einig: Es gibt noch in vielen Bereichen Bedarf zur Verbesserung und weitere Forschung kann hier

Vorteile beschieren. TVM sollten als Ganzes betrachtet werden und die Optimierungen vieler Maschinenparameter können zur Verbesserung der Schneidrollenleistung führen.

Optimierung des Designs der Schneidrollen ist sicherlich wichtig, die ideale Konfiguration beinhaltet aber auch das Konzept des Bohrkopfs – angefangen bei der Anordnung der Schneidrollen über die Anzahl der Schneidrollen bis zu ihrem Bahnabstand. Entscheidend ist auch die Fähigkeit des Maschinenführers, die TVM so zu fahren, dass Schäden an den Schneidrollen vermieden werden.

Wechselnder Baugrund

Für Vortriebe in wechselndem Baugrund besteht weiterhin Entwicklungsbedarf. Wechselnder Baugrund ist dabei das schwierigste Terrain für TVM-Vortriebe.

Schneidrollen neigen naturgemäß dazu, im Weichgestein nicht abzurollen und tendieren daher zum Verschleiß durch Abplattung. Schläge durch eingelagerte Felsbänke oder Steine zerstören Schneidwerkzeuge mit Hartmetalleinlagen. Beide Werkzeugarten unterliegen damit hohen Einsatzrisiken.

Die Anordnung der Werkzeuge auf verschiedenen Ebenen, so z.B. Schneidrollen, die den Schneidzähnen vorlaufen, führt nicht immer zur Verbesserung. Das gelöste Material kann weiterhin zu Schäden an den Werkzeugen führen, bevor es so zerkleinert ist, dass es durch die Schneidkammer abgeführt werden kann.

Weitere Entwicklung ist gefragt zur Lösung dieser speziellen Probleme, die den EPB-Vortrieb in wechselndem Baugrund erheblich beeinflussen. 

Cutter bits are being re-worked with optimized profiles and fabrication techniques, while EPB-specific disc cutters are getting a new design as a smaller total package. The tighter footprint of each cutter assembly will allow for slimmer cutterhead spokes and less steel in the cutterhead structure. The increased open area results in a smoother muck flow and less abrasive wear to cutterhead elements.

Robbins engineers currently employ a soft ground tool wear predictor which estimates wear based on general geology and the model is being refined based on reports from multiple jobsites.

There's Always Room for Improvement

While the future of disc cutters is a bright one, engineers and researchers agree that there are several areas that need improvement and could benefit from more research. The TBM should be looked at as an entire package, where optimizing the machine can help to aid in cutter performance. While optimization of the complete design of the disc cutter itself is important, an ideal design also takes into account a proper cutterhead layout from placement of the cutters, to the number of cutters on the cutterhead and their distance in relation to each other. It is also critical that operators know how to drive the TBM without damaging the disc cutters.

Mixed Ground

In mixed ground, there is still room for improvement in current designs. The most difficult terrain for TBM tunneling is mixed ground. Disc cutters naturally don't want to rotate in soft ground and can wear

flat. Meanwhile, impact loading from rock or boulders can damage carbide cutting tools, making both types of tools at risk in these conditions. Use of different tool heights, such as disc cutters that protrude slightly farther than the cutter bits to crush boulders, doesn't always work. The boulders can still contact other cutting tools and cause damage before they are small enough to be brought into the cutterhead chamber. More development is needed to remedy these specific problems that can affect any EPB in mixed ground. 

Österreich/Italien

BrennerCongress 2013 in Bozen

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. DDr. Bergmeister, Universität für Bodenkultur, Wien/A, eröffnete am 21. Februar 2013 in Bozen/I den 6. BrennerCongress. Er leitet das internationale Symposium gemeinsam mit Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. mont. Purrer, Leopold Franzens Universität, Innsbruck/A. An zwei Tagen referierten internationale Experten über Themen rund um Bau, Betrieb und Instandhaltung von Schiene und Straße – zu den Bauarbeiten am Brenner Basistunnel (BBT) und seinen Zulaufstrecken und über andere aktuelle Projekte. Die von über 200 Teilnehmern besuchte Veranstaltung schloss mit zwei Exkursionen – zur Tunnelbaustelle Mauls des BBT und zur

Wasserstoffpilotanlage in Bozen Süd an der A22.

BBT – Herzstück des Europäischen Korridors

Nach Dr. Mussner, dem Landesrat für öffentliche Bauten, Vermögen, ladinische Schule und Kultur der Autonomen Provinz Bozen, Südtirol/I, folgte Pat Cox, TEN-T Koordinator PP1 der Europäischen Kommission mit einem „politischen“ Überblick über den BBT – das Herzstück des Europäischen Korridors Helsinki-Valletta. Die europäische Kommission stufte den Ausbau der Eisenbahnachse Berlin-Palermo als Prioritäres Projekt (TEN Nr. 1) ein. Die Strecke im Norden bis nach Helsinki/Finnland und im Sü-

Austria/Italy

BrennerCongress 2013 in Bolzano

Uni.-Prof. Bergmeister, University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna/A, opened the 6th BrennerCongress in Bolzano/I on February 21, 2013. He chaired the International Symposium jointly with Univ.-Prof. Purrer, Leopold Franzens University, Innsbruck/A. International experts presented papers on construction, opera-

tion and maintenance for road and rail on both days. Topics also included the construction work on the Brenner Base Tunnel (BBT) and its access routes and other ongoing projects. The event attracted in excess of 200 participants and wound up with 2 excursions – to the BBT's Mauls tunnelling site and



Prof. Purrer und Prof. Bergmeister leiten den BrennerCongress (v.l.)

Prof. Purrer and Prof. Bergmeister chairing the BrennerCongress (from left)


Lombardi
Lombardi - Your goals are our challenge

Traditionally innovative: since 1955 we offer service and support to clients in underground works and in hydroelectric projects worldwide.



Visionary and innovative projects, brought to successful completion by a strong partnership with customers, are the best credentials for outstanding and high quality engineering services. Lombardi develops customer tailored and innovative solutions combining technological innovation with proven engineering practice.

Lombardi Engineering Ltd. | Minusio, Luzern, Fribourg, Quito, Lima
 Lombardi Ingegneria Srl | Milano
 Lombardi Ingeniería SAS | Lyon
 Lombardi Latinoamérica SA | Guatemala City
 Lombardi Engineering India Pvt. Ltd. | New Delhi

www.lombardi.ch



BrennerCongress 2013 in Bozen/I mit über 200 Teilnehmern
Brenner Congress 2013 with more than 200 participants in Bolzano/I



Pat Cox von der Europäischen Kommission
Pat Cox from the European Commission

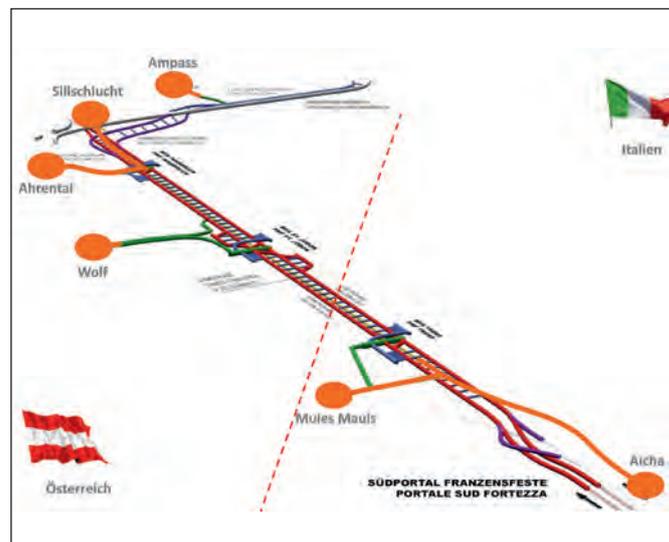
den bis nach Valletta/Malta soll im neuen TEN-Strategieplan (2014 bis 2020) verlängert werden. Herzstück ist die Durchquerung des Alpenbogens mit dem BBT.

Über die südliche Zulaufstrecke berichtete Mauro Fabris, Außerordentlicher Regierungskommissar Italiens für die Brennerstrecke. Er verdeutlichte, wie wichtig die vier italienischen Korridore für die Infrastruktur Italiens und ganz Europas sind.

Prof. Bergmeister berichtete mit Mag. Schierl, Brenner Basistunnel BBT SE, über den Erkundungsstollen Ahrenstal. Die Vortriebsarbeiten begannen im August 2007. Bis Januar 2013 waren bereits rd. 16,5 des 60 km langen Erkundungsstollens ausgebrochen. Der 64 km lange BBT verläuft zwischen Tulfes/A und Franzensfeste/I mit maximaler Längsneigung von 6,7 ‰. Der Erkundungsstollen wird mittig unter den beiden Haupttunneln gebaut. Er dient hauptsächlich zur Erkundung des Gebirges, um Modelle zu entwickeln, das Baurisiko zu vermindern und Baukosten und Bauzeiten zu optimieren. In der Betriebsphase dient der Erkundungsstollen als Entwässerungskanal, in dem

unabhängig vom Hauptstollen und nahezu unabhängig vom Betrieb Überwachungen und Erhaltungsarbeiten durchgeführt werden können.

Der Vortrag von Dott. Ing. Zurlo, Dott. Geol. Skuk und Dott. Ing. Rocca, Brenner Basistunnel BBT SE, behandelte die Durchquerung der Periadriatischen Naht. Für Geologen ist die Querung dieser besonderen tektonischen Zone eine aufregende Reise in die Vergangenheit und für Tunnelbauer wegen möglicher Überraschungen während des Vortriebs nicht zu unterschätzen.



Aktuelle Baustellen am Brenner Basistunnel mit Stand vom 31. Januar 2013
Current construction sites at the Brenner Base Tunnel as of January 31, 2013

to the hydrogen pilot facility in Bolzano South on the A22.

BBT – Core of the European Corridor

Dr. Mussner, the chief administrative officer for Ladin Culture of the autonomous province of Bolzano was followed by Pat Cox, TEN-T coordinator PPI of the European Commission who presented a “political” overview of the BBT – the core of the European corridor from Helsinki to Valetta. The European Commission rated the development of the railway axis from Berlin to Palermo as a priority project (TEN No. 1). The section in the north running to Helsinki/

Finland and in the south to Valetta/Malta is to be extended in the new TEN Strategy Plan (2014 – 2020). Cutting through the Alps with the BBT represents the core.

Mauro Fabris, Italy’s special government commissioner for the Brenner route dealt with the southern access route. He emphasised how important the 4 Italian corridors are for the infrastructure of the whole of Italy and Europe.

Prof. Bergmeister reported together with Mag. Schierl, Brenner Basistunnel BBT SE, on the Ahrenstal exploratory tunnel. Driving operations commenced in August 2007. By the end of January 2013, no less than 16.5 km of the roughly 60 km long exploratory tunnel had been driven. The 64 km long BBT runs between Tulfes/A and Franzensfeste/I possessing a maximal longitudinal gradient of 6.7 ‰. The exploratory tunnel is produced beneath the 2 main tunnels. It principally serves to investigate the rock in order to develop models, diminish the construction risk and optimise costs and times for construction. During the operational phase the exploratory tunnel serves as a drainage facility, in which monitoring and maintenance operations can be carried out independent of the running tunnels.

Koralmbahn und Unterinntalbahn

Dipl.-Ing. Katzianer berichtete mit Mag. Harer, ÖBB Infrastruktur AG, über das Bauilos KAT2 des Koralmtunnels. Die Koralmbahn ist Teil der internationalen Baltisch-Adriatischen Achse von Danzig bis Bologna und aktuell eine der umfassendsten Bauaufgaben Österreichs. Das Herzstück der Koralmbahn ist der 32,9 km lange Koralmtunnel mit komplexer Bauausführung und Logistik.

Im Dezember 2012 ging die neue Unterinntalbahn zwischen dem Knoten Radfeld und der Verknüpfungsstelle Baumkirchen fahrplanmäßig in Betrieb. Dipl.-Ing. Gradnitzer, ÖBB Infrastruktur AG, ging auf die Meilensteine im Projekt von

1996 bis 2012 ein. Er erlaubte sich eine kritische Weganalyse der Unterinntalbahn – besonders zu folgenden Aspekten:

- Zeitlicher Kontext zwischen den Fortschritten an der Unterinntalbahn und der TEN-Achse 1 zwischen München und Verona.
- Genehmigungsverfahren und Auswirkung auf den späteren Betrieb der Unterinntalbahn.
- Zeitgerechte Umsetzung der baulichen Maßnahmen an der Unterinntalbahn aus Sicht des Projektmanagements.

Tunnelbohrmaschinen

Mit dem Thema „Vortrieb mit Hydro- und EPB-Schilden in Tonformationen – Beurteilung von Verklebungsneigung und

The paper presented by Dott. Ing. Zurio, Dott. Geol. Skuk and Dott. Ing. Rocca, Brenner Basistunnel BBT SE, dealt with penetrating the Periadriatic Seam. For geologists penetrating this special tectonic zone represents a journey into the past and tunnellers must not underestimate it during the drive on account of possible surprises.

Koralmbahn and Lower Inn Valley Railway

Dipl.-Ing. Katzianer reported together with Mag. Harer, ÖBB Infrastruktur AG, about the KAT2 contract section of the Koralm Tunnel. The Koralmbahn is part of the international Baltic-Adriatic axis from Danzig to Bologna and currently one of Austria's biggest construction projects. The 32.9 km long Ko-

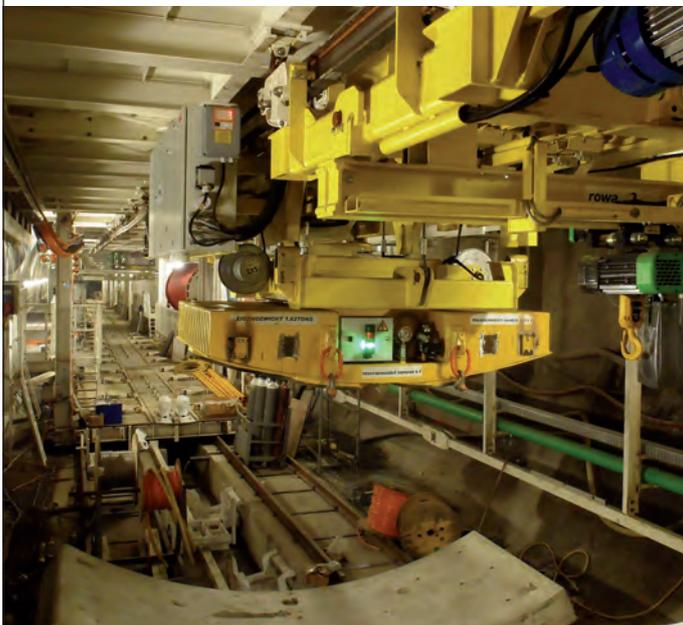
ralm Tunnel, entailing complex construction processes and logistics, represents the core of the Koralmbahn.

In December 2012, the new Lower Inn Valley Railway opened as scheduled between the Radfeld hub and the Baumkirchen junction. Dipl.-Ing. Gradnitzer, ÖBB Infrastruktur AG, examined the project's milestones between 1996 and 2012. He embarked on a critical analysis of the Lower Inn Valley Railway concentrating on the following aspects:

- Chronological context between progress on the Lower Inn Valley Railway and the TEN axis between Munich and Verona.
- Approval proceedings and effect on the subsequent operation of the Lower Inn Valley Railway.



Schneller, sicherer und wirtschaftlicher bauen



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

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

Wir sind weltweit für Sie im Einsatz.

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



ÖBB/Gerhard Berger

Tunnel der neuen Unterinntalbahn zwischen Radfeld und Baumkirchen bei Inbetriebnahme am 9. Dezember 2012

Tunnels on the new Lower Inn Valley Railway between Radfeld and Baumkirchen when opened on December 9, 2012 and project milestones

Feinkornanfall“ starteten Prof. Dr.-Ing. Thewes und Dipl.-Geol. Hollmann, Ruhr-Universität Bochum, den Schwerpunkt zu TBM. Die Verklebungsneigung von Lockergesteinen und das Auflösen von Feinkorn aus dem kohäsiven Bodengefüge führen vielfach zu negativen Auswirkungen. Ob ein bestimmtes tonhaltiges Lockergestein kritisch wird, hängt von den Bodeneigenschaften und den hydrogeologischen und baubetrieblichen Randbedingungen ab. Mit einem Bewertungs-Diagramm, das mögliche Wassergehaltsänderungen während des Vortriebs berücksichtigt, können Böden bei variierenden Randbedingungen und ebensolchem Wasserangebot beurteilt werden.

Dr. Ing. Bandieri, Toto S.p.A. Costruzioni Generali, berichtete von „Martina“, der derzeit größten Erddruck-TBM weltweit. Der Sparvo Tunnel gehört zur „Variante di Valico“ und ist Teil einer 66 km langen neuen Autobahn zwischen Sasso Marconi und Barberino di Mugello, die Bologna und Florenz verbindet. Das Projekt ist in 13 Lose aufgeteilt, von denen der Sparvo Tunnel eines der Hauptlose darstellt.

Die EPB-TBM „Martina“ (Herrenknecht-TBM S-574) hat einen Durchmesser von 15,615 m. Besondere Herausforderungen waren neben dem großen Durchmesser lose Böden und Grubengase, die im Zuge des Vortriebs erwartet wurden. Nach zwei Jahren Vortriebs wurde die TBM umgesetzt, um die zweite Röhre aufzufahren. Sie soll im Juni 2013 den Durchschlag erreichen und eine Reihe von Rekorde brechen.

Mit seinem Vortrag zum „Pumpspeicherkraftwerk Nant de Drance – Durchörterung einer Störzone unter drückendem Wasser mittels TBM“ beendete Dipl.-Ing. SIA Teuscher, tce Teuscher Consulting Engineer, den Schwerpunkt. In der Schweiz wird derzeit das zweitgrößte Pumpspeicherkraftwerk des Landes „Nant de Drance“ gebaut. Baubeginn war im Herbst 2008. Für 2017 ist die Inbetriebnahme der ersten Turbine geplant. Auftraggeber sind die Elektrizitätsgesellschaft Alpiq AG, die Schweizerischen Bundesbahnen SBB, die Industriellen Werke Basel und die Walliser Elektrizitätswerke FMV. Während die Störzone gut prognostiziert wurde, ist die Lini-



Sparvo Tunnel – Transport des Bohrschildes während der Umsetzung mit Verwendung des US-amerikanischen AeroGo Aero-Caster Luftkissens

Sparvo Tunnel – transportation of the driving shield during relocation using an American Aero Go Aero-Caster air cushion

- Timely application of the constructional measures for the Sparvo Tunnel seen from the project management's viewpoint.

Tunnel Boring Machines

Prof. Thewes and Dipl.-Geol. Hollmann, Ruhr University Bochum, opened the TBM focus with a paper captioned “Driving with Hydro and EPB Shields in Clay Formations – Appraising Clogging Proclivity and Fine Grain Incidence”. In many cases there are negative effects when soft grounds tend to clog and fine grain is released from the cohesive soil structure. Whether a certain clayey soft ground becomes critical depends on the soil properties as well as the hydrogeological and construction operational general conditions. Thanks to an assessment diagram, which plots the possible water content changes during the drive, soils can be evaluated based on changing general conditions and a varying amount of water present.

Dr.-Ing. Bandieri, Toto S.p.A. Costruzioni Generali reported on “Martina”, currently the world's biggest EPB TBM. The Sparvo Tunnel belongs to the “Variante

di Valico” and is part of the 66 km long new motorway between Sasso Marconi and Barberino di Mugello, linking Bologna and Florence. The project is split up into 13 contract sections, of which the Sparvo Tunnel is one of the main ones. The EPB TBM “Martina” (Herrenknecht TBM S-574) has a diameter of 15.615 m. Apart from the large diameter, particular challenges were presented by soft ground and firedamp, which was expected during the excavation. The TBM was dismantled after a 2-year drive (Fig. 8) to excavate the second bore. The breakthrough is scheduled for June 2013 with a number of records being established on the way.

Dipl.-Ing. SIA Teuscher, tce Teuscher Consulting Engineer, wound up the main group of subjects with his lecture on “Nant de Drance Pumped Storage Power Plant – Penetrating a Fault Zone given pressurised Water”. Currently the country's second largest pumped storage power plant “Nant de Drance” is being built in Switzerland. Work commenced in autumn 2008, The first turbine is scheduled to run in 2017. The clients are the Alpiq AG Electricity Company,

eführung des Zugangstunnels nicht ganz ideal. Zusammenfassend resümierte Teuscher, dass selbst für „äußerst schwierige Verhältnisse mit 30 bar Wasserdruck, Wasserzutritten von bis zu 40 l/s und 13 Injektionsschirmen im vollen Tunnelumfang mit einer offenen Gripper-TBM die schwierigen Rahmenbedingungen beherrscht werden konnten. Das Projekt wurde in der kürzest möglichen Bauzeit realisiert.

Sonstige Themen

Über „Das Leben an einer Hauptverkehrsader durch die Alpen – die Zukunft der Mobilität im Zeichen der Nachhaltigkeit“ berichtete C. Costa, Brennerautobahn AG. G. Burger, Abt. Mobilität – Autonome

Provinz Bozen Südtirol, folgte über das „Projekt Metrobus Überetsch-Bozen und Rittner Seilbahn“. Das „Pilotprojekt Asphalt Rubber“ stellte P. Montagner, Abt. Straßendienst – Autonome Provinz Bozen Südtirol, vor. Wie die „Realisierung eines Infrastrukturprojekts als sozialer Prozess“ zu bewerten ist, erläuterte Prof. Purrer. Die Bedeutung von „Verkehr im Spannungsfeld sozial-ökonomisch-ökologisch“ analysierte Prof. Mailer, Universität Innsbruck.

Dipl.-Ing. Dr. techn. Fröch und Dipl.-Ing. Flora, Universität Innsbruck, zeigten die „Potenziale von Nachhaltigkeitsbewertungen für den Tunnel- und Infrastrukturbau“ auf. Sie kommen zur Erkenntnis, dass Nach-

the Swiss Federal Railways SBB, the Industrielle Werke Basel und the Valais Electricity Works FMV. Although the fault zone was well predicted, the access tunnel's route alignment is not actually ideal. Teuscher concluded by saying that in spite of water ingresses of up to 30 l/s and 13 injection umbrellas around the full extent of the tunnel the tricky general conditions were mastered with an open gripper TBM even given up to 30 bar water pressure. The project was accomplished in the shortest possible period.

Other Topics

C. Costa, Brennerautobahn AG, reported on „Life on a Main Transport Artery through the Alps – the Future of Mobility geared to

Sustainability“. G. Burger, Mobility Dept. – Autonomous Province of Bolzano, South Tyrol then examined the „Project Metrobus Überetsch-Bolzano and Rittner Cable Railway“. P. Montagner, Dept. of Road Services – Autonomous Province of Bolzano, South Tyrol looked at the „Asphalt Rubber Pilot Project“. Prof. Purrer examined how the „Accomplishment of an Infrastructure Project as a social Process“ is to be assessed. Prof. Mailer, University of Innsbruck dealt with the significance of „Transport in the social-economic-ecological Field of Tension“.

Dipl.-Ing. Dr.-techn. Fröch and Dipl.-Ing. Flora, Innsbruck University, examined the „Potentials for Sustainability Evaluations



fermacell[®]
AESTUVER

Safety first!

Baulicher Brandschutz mit maßgeschneiderten Lösungen und überzeugendem Service.

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

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

Fire safety engineering with tailored solutions and convincing customer support.

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

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



Fermacell GmbH

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

www.aestuver.de

haltigkeit nur durch Einführung von Zertifikaten nachvollziehbar und vergleichbar wird. Deren Mehrwert zeigt sich in Lebenszyklusbetrachtungen, mit denen erzielbare Kostenreduktionen in der Nutzungsphase sichtbar werden.

Prof. Marte und Georg Ausweger, TU Graz, erläuterten die Beherrschung von Geländeeinschnitten in rutschgefährdeten Hängen. Dr. Mair, Dr. Strada und Dr. Carrara, Amt für Geologie – Autonome Provinz Bozen Südtirol, informierten über „Sicherheitsmanagement und Gewährleistung der Funktionalität von europaweit relevanten Straßenverbindungen bei hydrogeologischen Gefahren (Paramount Projekt)“.

Prof. Bergmeister beschrieb die Lebensdauer von Ingenieurbauwerken und Dr. Lenisa, Abt. Straßendienst – Autonome Provinz Bozen Südtirol, betrachtete den Zustand eines durchschnittlich 40-jährigen Vermächnisses von 1.758 Brücken und 1.087 km Leitplanken entlang eines Bergstraßennetzes. Zum Abschluss referierte B. Marinali, Ministerium für Infrastruktur und Transport, über Querfinanzierung und Betrieb.

BrennerCongress 2014

Der 7. BrennerCongress findet vom 19. bis 21. Februar 2014 in Innsbruck/A statt. Beitragsvorschläge können Sie per E-Mail an georg.froech@uibk.ac.at einreichen. R.H. 

for Tunnelling and Infrastructure Construction“. From their point of view this can only be reproduced and compared by introducing certificates. The value of such certificates is reflected in life cycle considerations, by means of which cost reductions attained in the utilisation phase are envisaged.

Prof. Marte and Georg Ausweger, TU Graz, explained how cuts in terrain in loose slopes could be secured. Dr. Mair, Dr. Strada and Dr. Carrara, Office for Geology – Autonomous Province of Bolzano, South Tyrol, presented a paper on “Safety Management and Assuring the Functionality of pan-European relevant Road Links given hydrogeological Hazards (Paramount

Project)“. Prof. Bergmeister, Brenner BBT SE, described the life span of engineering structures and Dr. Lenisa, Dept. for Road Services – Autonomous Province of Bolzano, South Tyrol, appraised the state of an on average 40-year old legacy consisting of 1,758 bridges and 1,087 km of crash barriers along a mountain road network. B. Marinali, Ministry for Infrastructure and Transport, looked at cross-financing and operation.

2014 BrennerCongress

The 7th BrennerCongress will be held in Innsbruck/A from February 19 to 21, 2014. You can send proposals for lecture topics by e-mail to georg-froech@uibk.ac.at. R.H. 



Sika Schweiz AG, Aliva Equipment, Tüfenwies 16, CH-8048 Zürich
Tel. +41 58 436 32 22, Fax +41 58 436 41 40
aliva.equipment@ch.sika.com, www.aliva-equipment.com

Schweiz

Sanierung des Tunnels Melide-Grancia im Tessin – Abdichtung mit Schleierinjektion

Die Autobahn A2, die sogenannte Gotthardroute ist eine der wichtigsten Nord-Süd-Verkehrsachsen Europas und eine der meist befahrenen Autobahnen der Schweiz. Tausende von Auto- und Lastkraftfahrern nutzen täglich die Strecke, die von Basel über Luzern, den Gotthard nach Lugano und auf der italienischen Seite als A9 weiter Richtung Mailand führt. Auf dieser Strecke passieren sie auch den Tunnel Melide-Grancia im Tessin. Neue Sicherheitsvorschriften erfordern die Sanierung des im Jahr 1968 fertiggestellten Tunnels. Für die jeweils zwei, rund 1.730 m langen, zweispurigen Röhren ist dies eine Herausforderung, insbesondere auch in Bezug auf die damals verwendeten

Baustoffe. Mit der Gesamtfertigstellung wird 2014 gerechnet. Bauherr für die Sanierung ist das Schweizer Bundesamt für Strassen ASTRA.

Vor knapp 45 Jahren im bergmännischen Vortrieb gebaut, wurde für den Melide-Grancia-Tunnel keine Abdichtungsebene geplant und ausgeführt. Das anfallende Bergwasser sammelte sich bislang hinter der Verkleidung aus Ortbeton und wurde dann abgeführt. Im oberen Bereich befindet sich eine Zwischendecke, in der drei Kanäle die Zu- und Abluft gewährleisten. Im Rahmen der Instandsetzungsarbeiten werden diese Zwischendecken und Verkleidungen entfernt, um den nutzbaren Querschnitt zu ver-

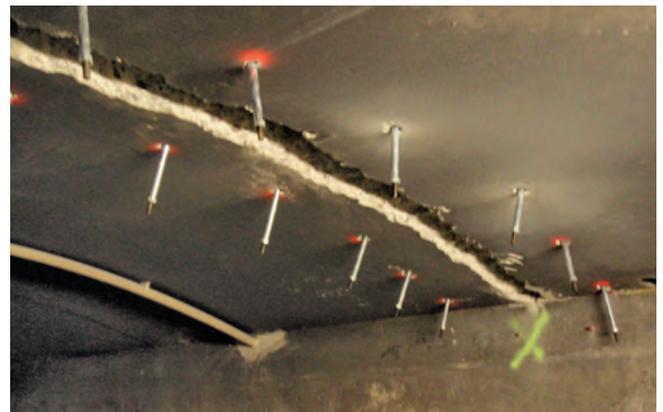


Start der Abdichtungsarbeiten: Vorbereitung der Injektionsmaßnahme

Start of injecting work: preparing the grouting measure

Switzerland

Renovating the Melide-Grancia Tunnel in Ticino – Injection Curtains for Sealing



Einsatzfähig: Zur Injektion vorbereitete Packer

Ready for use: packers prepared for grouting

The A2 motorway, the so-called Gotthard route, is one of the most important north-south transport arteries in Europe and one of Switzerland's busiest motorways: Thousands of car and lorry drivers use the route on a daily basis, which runs from

Basle via Lucerne, then through the Gotthard to Lugano and continues on the Italian side in the form of the A9 in the direction of Milan. Along the route it passes through the Melide-Grancia Tunnel in Ticino. New safety regulations called for the tunnel that was built back in 1968 to be renovated. This represents a challenge for the 2 roughly 1,730 m long, twin-lane bores, particularly regarding the construction materials used at the time. It is scheduled to be completed in 2014. The client is the Swiss Federal Roads Office FEDRO (ASTRA). Produced by trenchless means some 45 years ago, no sealing level was planned and executed for the Melide-Grancia Tunnel. So far any underground water accumulated behind the in situ concrete lining and was then run off. There is an intermediate ceiling in the upper section, in which 3 ducts cater for supplying and removing air.

Renovation work will dispose of the intermediate ceiling and lining thus enlarging the useful

größern. Diese Maßnahmen machen in den Bereichen des Tunnels eine Abdichtung notwendig, in denen durch Risse, Fugen oder andere Fehlstellen Wasser eintritt.

Baubetriebliche Herausforderungen und Projektbeteiligte

Die Durchführung ist aufgrund der hohen Verkehrsbelastung nur nachts sowie außerhalb der Ferien oder von Feiertagen möglich. Eine Tunnelröhre wird vom späten Abend bis in die frühen Morgenstunden gesperrt und der Verkehr durch die zweite Röhre mit Begegnungsverkehr geleitet. Ab 21.15 Uhr kann mit der Baustelleneinrichtung begonnen werden. Alle Geräte werden installiert und die Nachtschicht beginnt. Um 4.00 Uhr muss der Tunnel geräumt und alle losen, beweglichen Teile aus Sicherheitsgründen entfernt werden. Ab 5.00 Uhr läuft der Verkehr wieder normal durch beide Tunnelröhren.

Die Arbeiten wurden von SikaLavori SA durch die ARGE "Consorzio Risanamento Galleria Melide-Grancia", unter Federführung der Firma Edilstrada SA, Lugano vergeben. Unter dem Dach der ARGE arbeiten die Firmen Edilstrada SA, Lugano, Ferrari Ennio SA, Lodrino und LGV Impresa costruzioni SA, Bellinzona.

Beteiligt an der Umsetzung der erforderlichen Maßnahmen ist neben dem ausführenden Abdichtungsunternehmen SikaBau AG, Niederlassung Cadenazzo (SikaLavori SA), und dem Materiallieferanten MC Bauchemie auch das Unternehmen Desoi GmbH, das unter anderem insgesamt fünf Injektionsgeräte mit der Aufzeich-



Während des Injektionsprozesses: Anreagiertes Injektionsmaterial und Schilder zur Dokumentation der Injektionsreihenfolge

During the grouting process: reacted injection material and signs to document the injection sequence

nungseinheit Flow-Control für Acrylatgel und mehrfach verwendbare Injektionspacker geliefert hat. Flow-Control, eine 2-Komponenten-Injektionsanlage mit Spülpumpe sowie integrierter Mess- und Aufzeichnungseinheit, ist ein objekterprobtes und nach gängigen Regelwerken zertifiziertes System. Desoi übernahm auch die Einweisung vor Ort und den technischen Support.

Ausführung

Zur Anwendung kommt als geeignetes Verfahren die Schleierinjektion mit Acrylatgel. Der Hohlraum der wasserführenden Kontaktzone zwischen Beton und Fels wird mithilfe dieser Injektionstechnik verfüllt und abgedichtet. Die Bilder 1 bis 4 geben einen Eindruck der Ausführung der Injektionsarbeiten. Mit 2-Komponenten-Injektionsgeräten (DESOI FLOW-Control mit PN1412-3K) und einem Acrylatgel (MC-Injekt GL-95) werden die Arbeiten in folgenden Schritten durchgeführt:

- Abdichtung aller Fugen,
- Abdichten von wasserführenden Rissen,
- Abdichten von Fehlstellen im Beton,

cross-section. These measures make a seal necessary in sections of the tunnel, which are endangered by water entering through cracks, joints or other faulty patches.

On account of the high traffic frequencies work is only possible at night or outside the holiday season or public holidays. One bore is closed from late evening till early morning and traffic conducted through the other on a bi-directional basis. The construction site can be set up as from 9.15 pm. All the machines are installed and the night shift begins. At 4.00 am the tunnel has to be cleared and all moveable parts removed for safety reasons. As from 5.00 am traffic is able to flow through both bores in a normal manner.

The work undertaken by SikaLavori SA was awarded by the JV "Consorzio Risanamento Galleria Melide-Grancia" headed by Messrs. Edilstrada SA, Lugano. The JV comprises Edilstrada SA, Lugano, Ferrari Ennio SA, Lodrino and LGV Impresa costruzioni SA, Bellinzona.

Apart from the company responsible for the sealing operations, SikaBau AG, Cadenazzo branch (SikaLavori SA)



Undichtigkeiten wegen unzureichender Betonqualität

Leaks on account of inadequate concrete quality

and the material supplier MC Bauchemie, Desoi GmbH is also involved in ensuring the necessary measures are applied. Desoi for example, supplied a total of 5 injection units with the Flow Control recording system for acrylate gel and injection packers for multiple use. Flow Control, a 2-component injection system with rinsing pump as well as integrated measurement and recording unit, is a well tested system conforming to valid standards. Desoi is responsible for instructing staff on the spot and technical support.

Execution

Curtain grouting with acrylate gel is the most suitable method for application. The cavity of the water-bearing contact zone between the concrete and rock is filled up and sealed by means of this injection technique. Figs. 1 to 4 provided an impression of how the injecting process was executed. The job was undertaken in the following working steps with 2-component injection units (DESOI FLOW-Control with PN1412-3K) and an acrylate gel (MC-Injekt GL-95):

- Sealing all joints,
- Sealing water-bearing cracks,

- Ausbau der Zwischendecke,
- Betonkosmetik und
- Betonschutz mit hellem Anstrich.

Die speziellen Anforderungen und Einsatzzeiten erforderten einen speziellen Service. Die aktive Unterstützung von Desoi sei jederzeit verlässlich und kompetent, meint Paolo Gattulli, der verantwortliche Niederlassungsleiter des Unternehmens SikaLavori SA. Ein entscheidendes Kriterium für den Erfolg der Abdichtungsarbeiten ist nach Aussage von Bernd Kress, Desoi GmbH, die Qualitätskontrolle, bei der vielfältige Aspekte zu berücksichtigen sind. Während der Injektion müssen wesentliche Parameter permanent gemessen und aufgezeichnet werden. Zudem ist es besonders wichtig, dass der Injek-

tionsdruck den planerischen Vorgaben entspricht und anwendungsabhängig begrenzt ist. Auch das erforderliche Mischungsverhältnis ist stets einzuhalten.

Durch eine Erfassung der Parameter in Echtzeit kann jeder Packer hinsichtlich Materialverbrauch, Injektionsdruck und Injektionszeit kontrolliert werden. Die ausgeführten Injektionsprozesse können auf diese Weise jederzeit tabellarisch und grafisch ausgewertet werden. 

- Sealing faulty patches in the concrete,
- Developing the intermediate sealing,
- Concrete cosmetics and
- Concrete protection with light coating.

The special requirements and application times call for special service: "Thanks to Desoi's active support a reliable and competent contact partner was available at all times", was how Paolo Gattulli, the responsible branch manager of Messrs. SikaLavori SA put it. According to Bernd Kress of Desoi GmbH quality control, for which many aspects had to be taken into account, represents a decisive criterion for the success

of the sealing operations. While injecting, important parameters must be permanently measured and recorded. In addition it is of particular importance that the injection pressure corresponds with the planning specifications and conforms to the application. The required mix ratio must always be adhered to as well.

As the parameters are collated in real time each packer can be checked with respect to material consumption, grouting pressure and injecting time. The injection processes carried out can thus be assessed in tabular and graphic form at any time. 

Michael Engels, Geschäftsführer;
Dirk Klug, Bernd Kress, Desoi GmbH

Baudaten:

Melide-Grancia Tunnel	
Konstruktionstyp:	Tunnel
Funktion/Nutzung:	Straßentunnel
Fertiggestellt:	1968
Status:	in Nutzung
Lage:	Melide, Tessin, Schweiz
Teil von:	Autobahn A2 Schweiz
Anzahl Röhren:	2
Gesamtlänge der Röhren:	1.733 m (Melide-Grancia I)
Gesamtlänge der Röhren:	1.752 m (Melide-Grancia II)
Bauherr/Bauherrenvertreter:	ASTRA, Bundesamt für Strassen, 6500 Bellinzona
Beteiligter:	Rino Tami (Schweizer Architekt)

Overview:

Melide-Grancia Tunnel	
Type of structure:	tunnel
Function/Use:	road tunnel
Completion:	1968
Status:	in use
Location:	Melide, Ticino, Switzerland
Part of:	Swiss A2 motorway
No. of bores:	2
Total length of bore:	1,733 m (Melide-Grancia I)
Total length of bore:	1,752 m (Melide-Grancia II)
Client/Client's representative:	ASTRA/FEDRO, Federal Road Office, 6500 Bellinzona
Participant:	Rino Tami (Swiss architect)



Coating

Fire Protection

Tunnel Works

Maintenance

Cleaning

Kapyfract AG, Diessenhoferstrasse 14 A
CH-8252 Schlatt

Tel. +41(0) 52 680 21 01
Fax +41(0) 52 680 21 02

www.kapyfract.ch
info@kapyfract.ch

Neue Produkte

Neue Tunnelrinne – Vorstellung auf dem WTC 2013 in Genf

New Products

New Tunnel Channel – presented at the 2013 WTC in Geneva



Fahrbahn im Tunnel mit eingebauter neuer Rinne
Carriageway in tunnel with new channel installed

Vom 31. Mai bis zum 7. Juni 2013 treffen sich Experten der internationalen Tunnelindustrie zum ITA-AITES Welttunnelkongress 2013 und der 39. Generalversammlung der „International Tunneling and Underground Space Association“ in Genf. Gastgeber ist die Schweizer Fachgruppe für Untertagebau, die hochkarätige Spezialisten aus der Tunnelindustrie als Referenten für Vorträge und Workshops eingeladen hat. Darüber hinaus informieren internationale Aussteller über ihre neuesten Produktentwicklungen, Ideen und das Know-how im Bereich des Tunnelbaus. In diesem Rahmen stellt der Hersteller ACO, Rendsburg/D eine Neuentwicklung vor.

Der stark ansteigende Bedarf an Infrastrukturen im dicht besiedelten, urbanen Bereich und die notwendige Schaffung möglichst kurzer und effizien-

ter, sowohl unterirdischer als auch oberirdischer Transportwege im Fernstraßennetz, stellt die Planer und Ingenieure von Tunnelbauwerken vor immer neue Herausforderungen. Dabei sind die erhöhten Anforderungen an Material, Ausstattung, Verkehrssicherheit, Funktionalität und nicht zuletzt an die Lebensdauer der Tunnelbauwerke stets in die Planung und Ausführung einzubeziehen.

Geht es um Entwässerungssysteme in Tunneln, steht nicht die Ableitung des Niederschlagswassers am Portal oder des Schlepplwassers der Fahrzeuge im Vordergrund. Vielmehr ist die Beschaffenheit und Auslegung des Entwässerungssysteme im Havariefall von größter Bedeutung. Kommt es zu einem Unfall im Tunnel, müssen auch brennbare und gefährliche Flüssigkeiten aufgefangen, schnell und gezielt

the highway network both on the surface and underground, which are as short and efficient as possible. Towards this end, stepped-up demands on material, furnishings, traffic safety, functionality and of course, the service life of the tunnels have to be taken into consideration.

As far as tunnel drainage systems are concerned, priority is not accorded the removal of water resulting from precipitation at the portal or the splash water caused by vehicles. Instead major importance is attached to the composition and design of drainage systems in a case of emergency. Should an accident occur in the tunnel, combustible and hazardous liquids must also be collected quickly and safety transferred to a closed system so that they are cut off from the oxygen supply. The tunnel drainage system is devised in such a way that it prevents the liquid from spreading thus enabling the emergency services to do their job.

Applying safe Drainage Systems made of Polymer Concrete

Drainage systems and the related minimising of the need for repair and maintenance signify that the channel system must be made from a high-grade material. Now polymer concrete slotted channels are also approved for use in tunnels after the recent publication of the new version 03/12 of the ZTV-ING, Part 5, Tunneling (Additional Technical Contractual Conditions and Guidelines for Engineering Structures“). In this way, polymer concrete now ranks alongside concrete

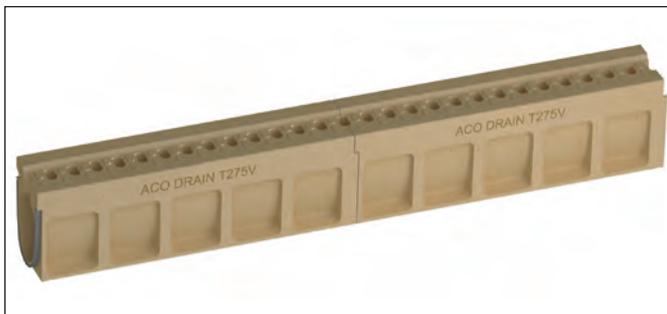
Experts from the international tunnelling industry will congregate in Geneva from May 31 to June 7, 2013, for the ITA-AITES 2013 World Tunnel Congress and the International Tunneling and Underground Space Association's 39th General Assembly. It will be hosted by the Swiss Tunnelling Society, which has invited top-ranking specialists from the tunnelling industry to present lectures and workshops. In addition, international exhibitors will display their latest product developments, ideas and know-how in the field of tunnelling. Against this background, the ACO Company from Rendsburg/D will present a new development.

Tunnel planners and engineers constantly find themselves facing new challenges given the strongly increasing demand for infrastructures in densely populated urban areas and the need to create transport routes on

in ein geschlossenes System geleitet werden, sodass sie von der Sauerstoffzufuhr getrennt sind. Die Auslegung der Tunnelentwässerungssysteme strebt eine örtlich begrenzte Ausbreitung von Havarieflüssigkeit an, um einfahrende Rettungskräfte zu schützen.

Einsatz sicherer Entwässerungssysteme aus Polymerbeton

Eine dauerhafte, sichere Nutzung des Entwässerungssystems und die damit einhergehende Minimierung des Wartungs- und Instandhaltungsaufwands bedeutet, dass das Rinnensystem aus einem hochwertigen Werkstoff hergestellt sein muss. Mit der



Die neuen Rinnen sind „nicht brennbar“ eingestuft, tausalzbeständig und haben eine hohe Chemikalienbeständigkeit

The new channels are rated as "non-combustible", resistant to thawing salt and possess a high resistance to chemicals

kürzlich veröffentlichten, neuen Fassung 03/12 der ZTV-ING., Teil 5, Tunnelbau (Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten) sind Schlitzrinnen aus Polymerbeton nun auch für den Einsatz in Tunneln zuge-

as a material for application in tunnels.

The ACO DRAIN® tunnel channel Monoblock T 275 V thus fulfils the European tunnel guidelines 2004/54/EC, the German guidelines and regulations according to RABT and ZTV-ING.

Thanks to ACO's polymer concrete special mix the channels are rated in the "non-combustible" category. Furthermore they are frost and thawing salt resistant even without additional coatings and possess extremely high resistance to chemicals. With a water penetration depth of 0 mm the material polymer is water impermeable thus making it an ideal material for foundation engineering. The smooth surface allows water and dirt particles to be transferred quickly and can be easily cleaned if required.

The channel elements also possess substantially higher strength values and weigh less than comparable concrete products given a similar density. The low pre-cast section weight of

WORLDWIDE COMPETENCE IN PLASTICS



LINING SYSTEMS



TUNNELING



Worldwide Competence
in Plastics

AGRU Kunststofftechnik GmbH, A - 4540 Bad Hall

T: +43 (0) 7258 790 - 0

ads@agru.at | www.agru.at

lassen. Damit ist Polymerbeton dem Werkstoff Beton in der Tunnelanwendung gleichgestellt.

Die ACO DRAIN® Tunnelrinne Monoblock T 275 V erfüllt damit die europäischen Tunnelrichtlinien 2004/54/EG, die deutschen Richtlinien und die Vorschriften nach RABT und ZTV-ING. Aufgrund der Polymerbeton-Sondermischung von ACO sind die Rinnen nicht nur in die Klassifizierung „nicht brennbar“ eingestuft. Sie sind auch ohne zusätzliche Beschichtungen frost- und tausalzbeständig und haben eine sehr hohe Chemikalienbeständigkeit. Mit einer Wassereindringtiefe von 0 mm ist der Werkstoff Polymerbeton

wasserundurchlässig und so ein idealer Werkstoff für den Tiefbau. Die glatte Oberfläche lässt Wasser und Schmutzpartikel schnell abfließen und ist bei Bedarf mit geringstem Aufwand zu reinigen.

Die Rinnenelemente verfügen darüber hinaus bei ähnlicher Dichte über wesentlich höhere Festigkeitswerte und ein geringeres Gewicht als vergleichbare Betonprodukte. Das niedrige Fertigteilegewicht der 2,0 m langen Elemente vereinfacht die Handhabung sowie den Einbau. Kriterien, die bei Tunnelbauwerken aufgrund oftmals beengter Verhältnisse eine wesentliche Rolle spielen können.



Das Verlegekonzept von oben bedeutet eine Erhöhung der Verlegeleistung. Die neue Seitenwandstruktur und die Materialverteilung führen zu einer erhöhten Tragfähigkeit und Gesamtstabilität. Hinterschnittene Taschen dienen der verbesserten Verankerung zur angrenzenden Betonverfüllung im Notwegbereich

The concept of laying the channels from above signifies an increase in performance. The new side-wall structure and material distribution lead to increased bearing capacity and overall stability. Undercut pockets provide better anchorage to the neighbouring concrete fill in the emergency pathway sector

the 2.0 m long elements simplifies handling and installation. Factors which can often play a considerable role for tunnels with constricted space conditions. The channel elements have been designed especially for application in tunnels. Thus the laying concept as practised from above results in a considerable increase in performance. The new side-wall structure and material distribution of the mono-cast construction lead to enhanced bearing capacity and overall stability. Undercut pockets save on material and in turn, weight quite apart from providing improved anchorage to the neighbouring emergency pathway sector. An integrated storage slot for housing ductwork (DN 40)

enables LED control lines to be installed. Lip seals made of ethylene-propylene-diene monomer (EPDM) seal the butt joints of the tunnel channel against liquids.

Surface Design enhances Safety

The channel that is being presented possesses a continuous intake slot in contrast to conventional slotted channels. The channel head is provided with a number of individual slots. Napping on the intermediate divider also increases the roughness of the channel surface. In this way, the safety of wheelchair users when passing over and crossing the channel to reach the emergency pathways is increased particularly in urban tunnels. The

Wir sind international tätige Planer für

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

Unsere Leistungen umfassen:

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

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



HBI Haerter Beratende Ingenieure

HBI Haerter AG
Stockerstr. 12
Tel. +41 44 289 3900
Fax +41 44 289 3999
CH: Zürich, Bern / D: Heidenheim / UK: Forest Row

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

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

Die Konstruktion der Rinnenelemente ist für den besonderen Einsatz in Tunnelbauwerken entwickelt worden. So bietet das umgesetzte Verlegekonzept von oben eine deutliche Erhöhung der Verlegeleistung. Die neue Seitenwandstruktur und die Materialverteilung der Monogusskonstruktion führen zu einer erhöhten Tragfähigkeit und Gesamtstabilität. Hinterschnittene Taschen sparen nicht nur Material und somit Gewicht, sie dienen auch der verbesserten Verankerung zur angrenzenden Betonverfüllung im Notgehwegbereich. Ein integrierter Verwahrungsschlitz zur Aufnahme von Leerrohren (DN 40) ermöglicht die Installation von LED-Leiteinrichtungen. Lippendichtungen aus Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk (EPDM) sorgen bei der Tunnelrinne für flüssigkeitsdichte Stoßverbindungen.

Oberflächengestaltung erhöht die Sicherheit

Anders als herkömmliche Schlitzrinnen verfügt die vorgestellte Rinne nicht über einen durchgehenden Einlaufschlitz; der Rinnenkopf ist mit mehreren einzelnen Schlitz versehen. Noppen auf den Zwischenstegen erhöhen zudem die Rauigkeit der Rinnenoberfläche. So wird die Sicherheit für Rollstuhlfahrer beim Längsfahren und Queren der Rinne zum Erreichen des Notgehwegs, aber auch für Radfahrer und Motorradfahrer, gerade in innerstädtischen Tunneln, erhöht. Ein Verkleben der Räder durch lange Schlitzöffnungen ist so ausgeschlossen. Durch die Anordnung mehrerer einzelner Schlitz wird außerdem ein Verkeilen größerer Gegenstände (Radkap-



Die neugestaltete Rinne mit einzelnen Einlaufschlitzen bietet Vorteile für Rollstuhl- und Radfahrer und verhindert das Verkeilen von Gegenständen. Sie kann bei Bedarf auch mit geschlossenen Schlitz geliefert werden

The newly devised channel with individual intake slots affords advantages for wheelchair users and cyclists and prevents objects from getting stuck. It can be supplied with closed slots if need be

pen u.ä.) verhindert, während kleinere, spülfähige Teile aufgenommen werden können. Die strukturierte Oberfläche stellt – gewollt auch eine optische Trennung von Fahrbahn und Notgehweg dar und bietet durch den Rütteleffekt eine Erhöhung der Sicherheit. Gemäß den Anforderungen der RABT und ZTV-ING ist die Tunnelrinne mit Bordhöhen von 3 und 7 cm lieferbar. Nach Bedarf und Anforderung kann sie auch mit geschlossenem Schlitz geliefert werden. Zubehörteile, wie der Tauchwandschacht als Übergangselement, Revisionselemente und Anschluss-elemente vervollständigen das ACO Entwässerungssystem für Tunnelbauwerke. 

same applies to cyclists and bikers. There is no danger of wheels getting stuck on account of long

slot apertures. Furthermore the arrangement of several individual slots prevents larger objects (hub caps etc.) from becoming wedged, whereas smaller, flushable parts can be accepted. The structured surface enhances safety thanks to its vibration effect and also serves to separate the carriageway and emergency pathway optically. Available with kerb heights of 3 and 7 cm in keeping with RABT and ZTV-ING requirements. They can also be supplied with closed slots should this be required. Accessories such as the baffle shaft as transition element, inspection elements and connecting elements round off the ACO drainage system for tunnels. 

Lösungen für die Zukunft



Windenergie und Photovoltaik

Energieeffizienz

Wasserversorgung

Verkehrsinfrastruktur

Elektromobilität

... mit richtungsweisender Verbindungs- und Automatisierungstechnik.

Vorausschauend und begeistert schaffen wir elektrotechnische Produkte und Lösungen für die Welt von morgen.

Mehr Informationen unter Telefon 052 354 55 55 oder www.phoenixcontact.ch





1

Der in den 1980er Jahren errichtete Heslacher Tunnel erhielt eine sicherheitstechnische Nachrüstung mit Beleuchtungs-, Brandschutz- und Lautsprecheranlagen sowie eine neue Tunnelwandbeschichtung. The Heslach tunnel built in the 1980s was upgraded with safety features such as lighting, fire protection and loudspeakers systems as well as a new tunnel wall coating.

Photos: Sika Deutschland GmbH

Deutschland

Heslacher Tunnel mit hellen Tunnelwänden – sicherer und optisch ansprechender

Der Heslacher Tunnel in Stuttgart ist mit 2,3 km Länge der längste kommunale Gegenverkehrstunnel in Deutschland. Täglich fahren etwa 50.000 Fahrzeuge durch den zentral gelegenen Tunnel, der die Bundesstraße 14 in Richtung Stuttgarter Innenstadt führt. Das in den 1980er-Jahren errichtete Bauwerk gilt damit als einer der am meisten befahrenen Gegenverkehrstunnel Europas. Bereits in den Jahren 2005 und 2006 wurden im Rahmen von Nachrüstungsmaßnahmen zwei zusätzliche Fluchstollen gebaut und anschließend eine Brand- und Fluchtwegbeleuchtung nach den gültigen Vorschriften realisiert.

Auch die im letzten Jahr fertiggestellte Baumaßnahme diente der sicherheitstechnischen Nachrüstung: Neben dem Umbau der Lüftungsanlage wurden 38 Rauchabsaugklappen eingebaut, Brandmelde-, Funk- und Lautsprecheranlagen sowie Tunnel- und Verkehrssteuerungen ausgetauscht. Darüber hinaus gehörte die Erneuerung der Tunnelwandbeschichtung zur Sanierungsmaßnahme (Bild 1). Ein Erlass der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) schrieb eine Aufhellung der Tunnelwände vor, um die Sicherheit für die Autofahrer zu erhöhen. Aufgrund des hohen Verkehrsaufkommens und der verkehrstechnischen Relevanz

Germany

Heslach Tunnel with light Tunnel Walls – safer and with more optical Appeal

Stuttgart's Heslach Tunnel is the longest urban bi-directional tunnel in Germany. Around 50,000 vehicles use the centrally sited tunnel on a daily basis. It links the federal highway 14 with the centre of Stuttgart. The tunnel was set up in the 1980s and was seen as one of Europe's busiest 2-way tunnels. During 2005 and 2006, two additional evacuation tunnels were built followed by a fire and escapeway lighting system commensurate with the valid regulations within the scope of an upgrading scheme.

The construction measure completed last year also served to improve the safety technology: apart from modifying the ventilation system, 28 smoke removal

flaps were installed, fire alarm, radio and loudspeaker units as well as tunnel and traffic control systems replaced. The redevelopment scheme also involved renewing the tunnel wall coating. The Federal Highway Research Institute (BASt) specified that tunnel walls had to be given a brighter look to improve the safety of motorists. All construction activities took place during the night hours from 9.00 pm to 5.30 am on account of the high traffic frequency and the tunnel's transport-technical relevance.

Newly developed Surface Protection

The client – The Foundation Engineering Office of the regional



Alle Bauarbeiten fanden wegen des hohen Verkehrsaufkommens in den Nachtstunden statt.

All construction activities took place during the night hours from 9.00 pm to 5.30 am on account of the high traffic frequency.



Das im Tunnel Heslach eingesetzte Oberflächenschutzsystem durchlief erfolgreich alle Prüfungen für OS 4 und den vorgeschriebenen Brandschutz.

The surface protection system applied in the Heslach Tunnel successfully passed through the tests according to OS 4 and prescribed fire protection.



Farbige Gestaltung des Tunnels Heslach mit Sikagard-260 WPU, einer wasser-dampfdiffusionsoffene, karbonisierungs-bremsende und schmutzabweisende Beschichtung.

Brightening up the Heslach Tunnel with Sikagard-260 WPU, a coating, which is open to water vapour diffusion, carbonisation reducing and dirt-repellent.

des Tunnels fanden alle Bauarbeiten in den Nachtstunden von 21 bis 5.30 Uhr statt (Bild 2).

Neu entwickelter Oberflächenschutz

Der Bauherr – das Tiefbauamt der Landeshauptstadt Stuttgart – forderte im Vorfeld die Anlage von Musterflächen zur Begutachtung der Qualität des Oberflächenschutzsystems. Dazu entwickelte die Sika Deutschland GmbH auf Basis eines bestehenden Produkts die neue wässrige 2-K-Polyurethanbeschichtung Sikagard-260 WPU, die alle erforderlichen Prüfungen nach OS 4 und vorgeschrie-

benem Brandschutz erfolgreich durchlief und in die BAST-Liste aufgenommen wurde (Bild 3). Dabei handelt es sich um eine schmutzabweisende Versiegelung zur farbigen Gestaltung von beispielsweise Tunnel- und Parkhauswänden (Bild 4). Sie ist sehr gut zu reinigen und besonders Nassabriebbeständig, schwer entflammbar, UV-beständig und vergilbungsfrei. Nachdem durch die Prüfung der Musterflächen sichergestellt war, dass der neue Oberflächenschutz einwandfrei auf der Altbeschichtung haftet, stimmte der Bauherr dem Einsatz der wasser-dampfdiffu-



Fugenflanken wurden mit Feinspachtel Icoment-520 Mörtel vorbereitet und mit dem 1-komponentigen elastischen Dichtstoff Sikaflex PRO 1 FC ausgefüllt.

Joint flanks were prepared with Icoment-520 fine mortar and filled with the 1-component elastic sealant PRO 1 FC.

capital of Stuttgart – called for sample areas prior to application to test the quality of the surface coating system. Towards this end, the Sika Deutschland GmbH devised the new waterborne 2-component polyurethane coating Sikagard-260 WPU on the basis of an existing product. It successfully complied with all necessary tests according to OS 4 coating protection and the prescribed fire protection and was included in the BAST list. The product is dirt-repellent and is for instance used for providing a bright coat for tunnel and car park walls (Fig. 4). It can be easily cleaned

and is particularly wet scrub-resistant, highly inflammable, UV-resistant and non-yellowing. After testing the sample areas, it was assured that the new surface coating adhered perfectly to the existing layer, the client agreed to the application of the open to water vapour diffusion and carbonisation reducing coating.

The Osmo Anlagenbau GmbH & Co. KG as general contractor for the entire tunnelling scheme commissioned the BIK Uhr GmbH to install the new wall coating. First of all the existing surface was cleaned with Sika Corwash, a tenside solution for



Sika Deutschland GmbH

Die Fugen- und Haarrisse zwischen Wand und Boden in den Lüftungsschächten wurden mit dem Sikadur Combiflex SG System abgedichtet.

The joints and hairline cracks between the wall and the floor in the ventilation shafts were sealed with the Sikadur Combiflex SG system.

sionsoffenen und karbonatisierungsbremsenden Beschichtung zu.

Als Generalunternehmer der gesamten Tunnelbaumaßnahme beauftragte die Osmo Anlagenbau GmbH & Co. KG die BIK Uhr GmbH mit der Ausführung der neuen Wandbeschichtung. Zunächst wurde die bestehende Beschichtung mit der Tensidlösung zur Oberflächenreinigung Sika Corwash gereinigt. Bei diesem Vorgang wird der vorgehässelte Schmutzfilm auf der Altbeschichtung durch manuelles Einbürsten des oberflächenaktiven, alkalischen Mittels chemisch gelöst und entfernt. Der Reiniger ist trotz seiner hohen Wirksamkeit VOC-frei und biologisch abbaubar. Schadstellen wurden gemäß ZTV-ING vorbereitet und mit dem hydraulisch abbindenden 2-Komponenten PCC Reparaturmörtel Icoment-520 Mörtel instandgesetzt. Der gleiche Feinspachtel kam bei der Vorbereitung der Fugenflanken entsprechend ZTV-ING zum Einsatz. Die Fugen wurden anschließend mit dem 1-komponentigen elastischen Dichtstoff Sikaflex PRO 1 FC ausge-

füllt (Bild 5). Die vorbereiteten Flächen erhielten dann in zwei Arbeitsgängen eine Beschichtung mit dem neuartigen Oberflächenschutzsystem Sikagard-260 WPU in einem hellen, freundlichen Farbton.

Insgesamt wurden im Heschlacher Tunnel in sechs Wochen 14.000 m² Wandfläche beschichtet. Hinzu kam, dass die Lüftungsschächte Fugen- und Haarrisse zwischen Wand und Boden aufwiesen. Zur sicheren Abdichtung kam das Sikadur Combiflex SG System mit dem thixotropen, 2-komponentigen Epoxidharzkleber Sikadur-31 zum Einsatz (Bild 6).

Die erfolgreiche Instandsetzung des Heschlacher Tunnels stellte nicht nur den Bauherrn zufrieden, Tag für Tag profitieren Tausende von Autofahrern von dem sicher und in ansprechender Optik gestalteten Tunnel im Süden Stuttgarts. Im gleichen Zeitraum erhielt auch ein zweiter Stuttgarter Tunnel, der B295-Tunnel in Stuttgart-Feuerbach, eine Wandbeschichtung mit Sikagard-260 WPU (Bild 7). 

Sika Deutschland GmbH



Auch ein zweiter Stuttgarter Tunnel, der B295-Tunnel in Stuttgart-Feuerbach, erhielt zur selben Zeit eine Wandbeschichtung mit Sikagard-260 WPU.

A second tunnel in Stuttgart, the B295 tunnel in Stuttgart-Feuerbach was provided with a Sikagard-260 WPU wall coating at the same time.

treating surfaces. During this procedure the moistened dirt film on the old coating is dissolved chemically and removed by means of manually scrubbing the alkaline agent, which acts on the surface. The cleaning agent is VOC-free and biologically degradable in spite of its high efficacy. Faulty patches were prepared in keeping with ZTV-ING and re-developed using the hydraulically setting 2-component PCC repair mortar Icoment-520. The same fine mortar was used for preparing the joint flanks according to ZTV-ING. The joints were then filled with the 1-component elastic sealant Sikaflex PRO 1 FC (Fig. 5). The prepared surfaces were then coated in 2 working stages with the novel surface protective system Sikagard-260 WPU in a light, pleasant colour shade.

Altogether, 14,000 m² of wall area was coated in the Heschlacher Tunnel within 6 weeks. A further factor was that the ventilation shafts revealed joint and hairline cracks between the wall and floor. The Sikadur Combiflex SG system with the thixotropic, 2-component epoxide resin adhesive Sikadur-31 was applied for safe sealing (Fig. 6).

Not only was the client satisfied with the successful redevelopment of the Heschlacher Tunnel. Every day, thousands of motorists profit from the safe tunnel in the south of Stuttgart, which now basks in optic glory. During the same time frame, a second tunnel in Stuttgart, the B295 tunnel in Stuttgart-Feuerbach, was provided with a Sikagard-260 WPU wall coating (Fig. 7). 

Projektbeteiligte

Bauherr / Client:

Landeshauptstadt Stuttgart, Technisches Referat, Tiefbauamt / Regional capital of Stuttgart, technical division, Foundation Engineering Office

Planung und Bauleitung / Planning and construction management:

Prof. Dr. Ing. Heinrich Bechert + Partner, Ingenieurbüro für Bauwesen, Stuttgart

Gesamtausführung / Overall execution:

OSMO Anlagenbau GmbH & Co. KG, Georgsmarienhütte

New Zealand

New Zealand Wellington Tunnels receive Fire Protection Upgrade

Fire protection specialist Wormald, a Tyco Business, has installed comprehensive fire protection solutions in both the Mount Victoria Tunnel and the Terrace Tunnel in Wellington/NZ, as part of upgrade work undertaken by the Wellington Tunnels Alliance. The Wellington Tunnel Alliance incorporates the New Zealand Transport Agency, Leighton Contractors Pty Ltd, Aecom and Sinclair Knight Merz (SKM).

The tunnel works included upgrading fire fighting, lighting, ventilation and drainage systems, building new tunnel control buildings and some earthquake safety improvements. Wormald was chosen to supply and install the fire suppression systems and equipment. The upgrades aim to ensure that the tunnels continue to operate effectively and meet modern safety standards.

The Mount Victoria Tunnel opened in 1931 and connects Hataitai and the eastern suburbs with the inner city suburbs of Wellington. The 623 m long tunnel has a traffic flow of approximately 40,000 cars per day. The Terrace Tunnel was built in 1978 and is recognised as the gateway to Wellington with its connection between the State Highway 1 motorway and the Inner City Bypass. The 460 m long tunnel has in excess of 1,000 vehicles travelling through it every hour during peak times.

According to Dave Hipkins, National Technical Manager with Wormald, "Modern tunnels must be able to suppress a fire quickly and prevent it from spreading. Typically, fire suppression systems release water from



New Zealand Terrace Tunnel portal

the tunnel ceiling and require a combination of components, such as water supply, nozzles, pipes and drainage, to work seamlessly together." In addition to having the correct fire protection equipment in place, staff members, particularly those assigned to a company's fire safety team, should be fully briefed and trained what to do in the event of a fire. Hipkins also advises that regular servicing and maintenance of fire equipment and fire protection systems helps ensure that they will work appropriately if and when required. "Well-maintained fire systems can help to save lives and property", he says.

At the Mount Victoria tunnel, Wormald was involved in supplying and installing the fire protection solution on site. The project included a 21 zone deluge system using a Tyco deluge valve with a remote resetting trim. The system is easy to operate as the

diaphragm-style design allows for external resetting; simply re-pressurising the diaphragm chamber resets the valve.

Wormald also supplied 2,000 m of pipe work for the job and installed 260 sprinkler nozzles and fire rated cabinets to house the deluge valve sets.

At the Terrace Tunnel (Fig.), the Wormald team supplied and installed the specified fire system and equipment, including an 18 zone deluge system. Wormald installed 160 nozzles to the deluge system and worked with the sister company, Tyco Water, to supply pipe work for the essential water connections. Nine double-outlet fire hydrants were installed in the tunnel along with nine fire hose reels. In addition, a double outlet fire hydrant was fitted outside each entrance to the tunnel. A total of 1,000 m of pre-fabricated pipework was required for the project.

The pipework for both tunnels was pre-fabricated in Auckland by a Tyco company and then transported to the Wellington sites. The pre-fabrication resulted in much faster installation in each tunnel. Construction of the upgrade was scheduled to take place overnight to minimise traffic disruptions. Thorough preparations were essential for the night work, including making sure tools and machinery was in good working order and that all material and equipment to be installed was in the right place at the right time to enable the team to keep on schedule.

The installations team created a mock-up deluge cabinet prior to installation to ensure there were no sizing difficulties onsite and that the installation went smoothly. Wormald completed the fire protection systems on schedule and without a hitch. 

Weiterentwicklung

Gesteigerte Wirtschaftlichkeit für Tunnelschalwagen

Die Peri GmbH präsentierte auf der diesjährigen bauma 2013 neue Systembauteile und vielfältige Weiterentwicklungen für die Schalungs- und Gerüstbautechnik. Auch der ausgestellte Tunnelschalwagen zeichnet sich durch Detailverbesserungen aus, die die Wirtschaftlichkeit weiter steigern und die Montage beschleunigen.

Die Ausstellung von Peri bot den Interessenten auf mehr als 4.000 m² Fläche Gelegenheit, bewährte und innovative Technik für den Ingenieurbau im

Detail kennenzulernen. Neben vielen Live-Demonstrationen nahmen die zahlreichen Besucher aus dem In- und Ausland vor allem die Fachgespräche mit Spezialisten sehr gerne an – insbesondere auch zu den Themen Engineering und Dienstleistungen.

Ingenieurlösungen und Dienstleistungen

Seit der Einführung des VARIOKIT Ingenieurbaukastens wurden unterschiedliche Tunnelbauprojekte sehr erfolg-



Ein Tunnelschalwagen bildete während der bauma 2013 das Eingangsportal in die eigens zur Messe errichtete Peri Halle. Basis des konstruierten Tunnelschalwagens ist der Ingenieurbaukasten VARIOKIT. Mit neuen Systembauteilen werden die Lösungen noch wirtschaftlicher und einfacher montierbar.

During the 2013 bauma a tunnel formwork carriage formed the entrance to the Peri hall set up particularly for the fair. The VARIOKIT engineering construction kit is the basis for the tunnel formwork carriage. Solutions can be assembled more economically and simply with the new system components.

Further Development

Increased Economy of Tunnel Formwork Carriage

Peri GmbH presented new system components and manifold further developments for formwork and scaffolding technique at the 2103 bauma. The tunnel formwork carriage on display were also distinguished by attention to detail, further enhancing economy and speeding up assembly.

Peri's presentation afforded visitors the chance to get to know proven and innovative engineering technology in detail on more than 4,000 m² of floor space. In addition to many live demonstrations, the numerous visitors from home and abroad took avail of the opportunity to confer with specialists – especially on the subject of engineering and services.

Engineering Solutions and Services

Since the VARIOKIT engineering construction kit was introduced,

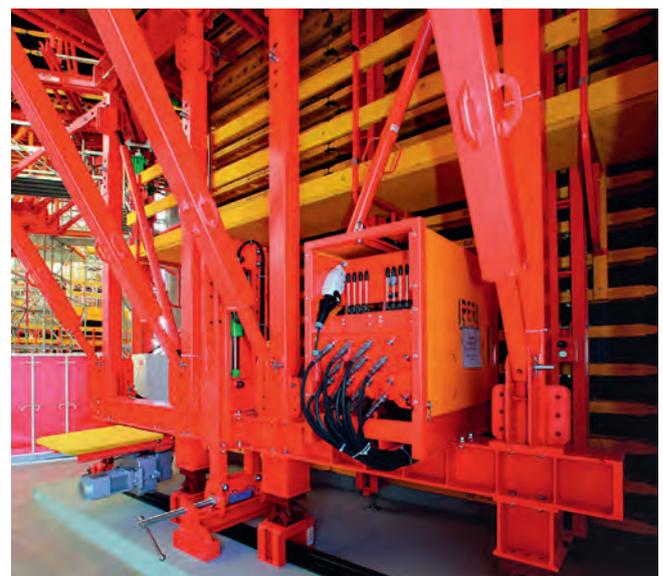
various tunnelling projects have been successfully accomplished involving a very high percentage of system components. Experienced Peri engineers devise these kits keeping in mind optimised material use and operation specifically geared to the project. Such solutions are extremely economic for the construction kit components can be applied in a very flexible manner. Furthermore they can be rented from Peri.

Further Development and new Accessories for the Tunnel Formwork Carriage

Based on past experience and an awareness of customer requirements, a number of articles have now been realised as standard solutions. The longitudinal girder, which formerly consisted of HD heavy-duty props and HDT beams, will be replaced by a

Das neu entwickelte Längsfachwerk besteht aus einem leichteren Fahrträger und V-Streben. Dass das VARIOKIT Raster von 125 mm für diese neue Konstruktion aufgegriffen wurde, bietet eine verbesserte Anpassungsfähigkeit. Die neue Systemhydraulik wurde speziell für den harten Baustellenalltag im Tunnelbau entwickelt.

The newly developed longitudinal truss consists of a lighter carriage beam and V-strut. As the new construction complies with the VARIOKIT 125 mm grid, it is more adaptable. The new system hydraulic unit was devised especially for tough everyday on-site conditions.





Images: Peri GmbH

Weniger Anker dank neuer Technik: Eine neue Einheit zum einfachen Lösen der Anker auch unter Vollast erlaubt den Einsatz von verstärkten Riegeln und DW 26 Ankern für die Wände.

By means of a new device the anchors can be relieved easy even under full load. Reinforced RCS rails with DW 26 anchors with heavy bearing capacity can now be used for the wall formwork.

reich mit einem hohen Anteil an Systembauteilen realisiert. Die erfahrenen Ingenieure von Peri planen die Konstruktionen hinsichtlich optimiertem Materialeinsatz und projektspezifisch angepasster Bedienung. Dass die Baukastenkomponenten äußerst flexibel eingesetzt werden können und zudem im Mietgerätepark von Peri verfügbar sind, macht die Lösungen äußerst wirtschaftlich.

Weiterentwicklung und neues Zubehör für den Tunnelschalwagen

Aufgrund der Erfahrung der vergangenen Jahre und mit der detaillierten Kenntnis der Kundenanforderungen werden nun einige Artikel als Regellösung ergänzt. Das zuvor aus HD 200 Schwerlaststützen und HDT Trägern bestehende Längsfachwerk wird bei zukünftigen Projektlösungen durch einen Fahrträger und eine V-Strebe ersetzt. Der Fahrträger ist leichter und greift das Baukastenraster von 125 mm auf – er bietet somit eine höhere Wirtschaftlichkeit bei gleichzeitig verbesserter Anpassbarkeit. Als vertikale V-Strebe wird ein Hohlkastenprofil eingesetzt, das Höhenanpassun-

gen in 5-cm-Schritten erlaubt. Passend zu dem neuen Fahrträger ist auch eine überarbeitete Hub- und Absenkeinheit verfügbar, die als Regellösung das ganze Einsatzspektrum der Tunnelschalwagen abdeckt.

Für die Wandschalung können ab sofort mit speziell entwickeltem Zubehör verstärkte, besonders tragfähige RCS Schienen mit DW 26 Ankern eingesetzt werden: Mit einer neuen Einrichtung lassen sich die starken Anker entlasten und nun auch unter Vollast einfach lösen. Mit den DW 26 Ankern werden die RCS Schienen statisch ausgenutzt. Dank dieser Lösung werden notwendige Ankerstellen weiter reduziert und damit Kosten vermieden.

Ebenfalls erstmals in München präsentiert wurde ein 8-fach Hydraulikaggregat, das Peri speziell für den Tunnelbau entwickelt hat. Es kommt sowohl zum Heben und Senken des Tunnelschalwagens als auch zum Ein- und Ausschalen der Seitenschalung zum Einsatz. Das Aggregat ist geschlossen und damit vor Verschmutzung geschützt sowie mit einer Ölwanne ausgestattet. 

Peri GmbH

travelling beam and a V-post for future project applications. The travelling beam is lighter and accommodates the construction kit 125 mm grid – thus affording greater economy and adaptability at one and the same time. A box beam profile is used as vertical V-post, which caters for vertical height adjustments in 5 cm steps. An upgraded lifting and lowering unit is also available for the new carriage beam, covering the entire range of tunnel formwork carriages as a standard solution.

Reinforced RCS rails with DW 26 anchors with heavy bearing capacity can now be used with specially developed acces-

sories for the wall formwork: the strong anchors can be relieved by means of a new device and can even be released under full load. The RCS rails are exploited statically by the DW 26 anchors. Thanks to this solution, the necessary anchor points are further reduced thus avoiding costs.

A hydraulic unit 8 circles, which Peri devised especially for tunnelling, was also on display in Munich for the first time. It is applied for lifting and lowering the tunnel formwork carriage as well as shuttering and striking the side formwork. As the aggregate is closed, it is protected against contamination and provided with an oil sump. 



LANZ – die sichere Kabelführung für Metro-, Bahn- und Strassentunnel zu international konkurrenzfähigen Preisen:

LANZ Produkte für den Tunnelbau sind **3-fach geprüft**

1. auf Erdbebensicherheit SIA 261 Eurocode 8 (EMPA)
2. auf Schocksicherheit 1 bar Basisschutz (ACS Spiez)
3. auf Funktionserhalt im Brandfall 90 Minuten (Erwitte)

Für die Kabelführung in Tunnel 3-fach geprüft sind:

- die LANZ G-Kanäle für kleine und mittlere Kabelmengen. Schraubenlos montierbar. Stahl PE-beschichtet und Stahl A4
- die LANZ Weitspann-Multibahnen (Kabelleiter nach IEC 61537). Für grosse Kabelmengen, hohe Belastung und weite Stützabstände. Stahl tauchfeuerverzinkt und Stahl rostfrei A4 WN 1.4571 und 1.4539
- die LANZ MULTIFIX C-Profileschienen mit eingerollter 5-mm-Verzahnung zur Befestigung u. a. von Rohren, Leuchten, Schildern.

Für die Stromversorgung in Tunnel 3-fach geprüft sind:

- die LANZ HE Stromschienen/Schienenverteiler IP 68 400–6000 A. 4-, 5- und 6-Leiter Alu und CU. Korrosionsfest giessharzvergossen.

Risiken vermeiden. Sicherheit erhöhen. LANZ montieren.

Rufen Sie LANZ an für Referenzen, Beratung, Muster und Offerten:
lanz oensingen ag CH-4702 Oensingen Tel. 062 388 21 21



lanz oensingen ag

CH-4702 Oensingen
Telefon 062 388 21 21
www.lanz-oens.com

Südringstrasse 2
Fax 062 388 24 24
info@lanz-oens.com

Buchbesprechung

Technische Lieferbedingungen und Prüfvorschriften für Türen und Tore in Straßentunneln (TL/TP TTT)

Technische Lieferbedingungen und Technische Prüfvorschriften für Türen und Tore in Straßentunneln (TL/TP TTT), Köln: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Ausgabe 2012, 12 S. A 4, 13,50 EUR (FGSV 338). www.fgsv-verlag.de

Die FGSV hat zum ersten Mal die TL/TP TTT vorgelegt. Sie sind einzuordnen in die TL/TP-ING (Technische Lieferbedingungen und Prüfvorschriften für Ingenieurbauten) als Teil 5 „Tunnelbau“ Abschnitt 4 „Betriebstechnische Ausstattung“.

Die TL/TP TTT bestehen aus den Abschnitten Allgemeines, Begriffe, Anforderungen, Qualitätssicherung und Prüfungen, Dokumentation sowie Normen und sonstige Regelwerke. Der Anhang enthält ein Formblatt zur Übereinstimmungsbestätigung. Die Anforderungen betreffen Allgemeines, Feuerschutz, Rauchschutz, Dauerhaftigkeit, Dauerfunktionstüchtigkeit, Druck- und Sogbeanspruchung, Bedienbarkeit, Farbgebung, Bauart und Abmessungen. ☐

Book Review

Technical Delivery Conditions and Test Regulations for Doors and Gates in Road Tunnels (TL/TP TTT)

Technical Delivery Conditions and Technical Test Regulations for Doors and Gates in Road Tunnels (TL/TP TTT, Cologne: The Road and Transportation Research Association (FGSV), 2012 edition, 12 p. A4, 13.50 € (FGSV 338). www.fgsv-verlag.de

The Road and Transportation Research Association has published the TL/TP TTT for the first time. The TL/TP TTT belong to the TL/TP-ING (Delivery Conditions and Technical Test Regulations for Engineering Structures) as Part 5 “Tun-

nelling” Section 3 “Operating Technology”.

The TL/TP TTT consist of the sections – general, defining terms, requirements, quality assurance and testing, documentation as well as norms and other Technical Codes of Practice. Appendix A contains a form for confirming conformance. The requirements include general, fire protection, smoke protection, sustainability, durability, pressure and suction effect, operability, colour specification, design and dimensions. ☐



RODIO

RODIO GMBH SPEZIALTIEFBAU



RODIO GmbH Spezialtiefbau
Siemensstrasse 2a
D-86356 NEUSÄSS
www.rodio.de

THE GROUND TREATMENT



SPECIALISTS

FORTH CROSSING BRIDGE
SCOTLAND

RODIO Geotechnik AG
In der Luberzen 17
CH-8902 URDORF
www.rodio.ch



RODIO

RODIO GEOTECHNIK AG

Standards

Beuth: Brazilian Standards now directly available online

8,500 standards issued by the Brazilian standards organization ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) can now be searched and ordered from Beuth's webshop. More than 7,600 of these can be downloaded directly as (DRM-protected) PDF documents.

Almost all standards are available in Portuguese, and some are available in English and/or Spanish translation.

For information on network licences send an e-mail to austlandsnormen@beuth.de, stating the number of standards required together with the number of sites

and number of staff with access at each site, and you will get a quotation on request.

About ABNT:

The institute was established in 1940 and is also a founder member of ISO. It was involved in the formation of COPANT, the Pan-American Standards Commission (Comisión Panamericana de Normas Técnicas) and also co-founded AMN (Asociación Mercosur de Normalización), the association of standards organizations responsible for the Common South American market MERCOSUL. ☐

WTC 2013 World Tunnel Congress

with Swiss Tunnel Congress 2013 and ITA COSUF
Underground – the way to the future

31. May – 7. June 2013,
Geneva, Switzerland

Contact:

Phone: +41844 31 05 13
info@wtc2013.ch
www.wtc2013.ch

Sixth International Symposium on Strait Crossings

Extreme Crossings and New Technologies

16. – 19. June 2013, Bergen,
Norway

Contact:

Phone: +47 22 94 75 01
siri.engen@tekna.no
www.sc2013.no

Deutsches tunnel-Forum 2013

„Licht, Farbe und soziale Sicherheit (Psychologie)“

alternativ am 17. September
in Hamburg oder am
18. September in Berlin

Contact:

Rainer Homeyer-Wenner
Phone: +49 5241 802173
Rainer.Homeyer-Wenner@
Bauverlag.de
http://www.bauverlag.de/de/
tunnel_1096234.html

15th International Symposium on Aerodynamics, Ventilation & Fire in Tunnels

18. – 20. September 2013,
Barcelona, Spain

Contact: Ally Davies

Phone: +44 7785 621651
confx2@bhrgroup.co.uk
http://www.bhrconferences.
com/isavft_15.aspx

62. Geomechanik-Kolloquium 2013

10. + 11. Oktober 2013
Kongresshaus, Salzburg/A

Contact:

Phone: +43 662 875519
salzburg@oegg.at
www.oegg.at

Spezialseminare am 9. Oktober 2013

- Charakterisierung von Störungszonen
- Versagensprognose in der Geotechnik

STUVA Tagung 2013/ STUVA-Conference 2013

Tunnel – Infrastruktur für die Zukunft

27. – 29. November, 2013,
Stuttgart, Germany

ICS International Congress
Center, Stuttgart

Contact:

Phone: +49 221 59795-0
info@stuva.de
www.stuva-conference.com



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.ch www.martitechnik.ch

Inserentenverzeichnis / Advertising list

Advertisers	Internet	Page
A.S.T. Bochum GmbH, Bochum/D	www.astbochum.de	40
ACO Tiefbau Vertrieb GmbH, Büdelsdorf/D	www.aco-tiefbau.de	19
AGRU Kunststofftechnik GmbH, Bad Hall/A	www.agru.at	61
BASF Construction Chemical (Europe), Zürich/CH	www.construction-chemicals.basf.com	U4
Belloli SA, Grono/CH	www.belloli.ch	21
BK Giulini GmbH, Ludwigshafen/D	www.bk-giulini.com	9
Bochumer Eisenhütte Heintzmann GmbH & Co. KG	www.be-heico.de	15
Brugg Contec AG, Romanshorn/CH	www.bruggcontec.com	35
Desoi GmbH, Kalbach/D	www.desoi.de	13
ELA GmbH, Haren/D	www.ela-container.de	34
Fermacell GmbH, Calbe/D	www.aestuver.de	55
Gipo AG, Seedorf/CH	www.gipo.ch	47
Häny AG, Jona/CH	www.haeny.com	07
HBI Haerter AG, Zürich/CH	www.hbi.ch	62
Herrenknecht AG, Schwanau/D	www.herrenknecht.de	U2
Implenia Bau AG, Aarau/CH	www.implenia.com	39
IUB Engineering AG, Bern/CH	www.iub-ag.ch	45
Kapyfract AG, Schlatt/CH	www.kapyfract.ch	45
KrampeHarex GmbH & Co. KG, Hamm/D	www.krampeharex.com	43

Advertisers	Internet	Page
Lanz Oensingen AG, Oensingen/SO/CH	www.lanz-oens.com	69
Lombardi Engineering Ltd., Minusio/CH	www.lombardi.ch	51
Mapei Suisse SA, Sorens/CH	www.mapei.ch	11
Marti Technik AG, Moosseedorf/CH	www.martitechnik.ch	71
Maschinen- und Stahlbau Dresden AG, Dresden/D	www.msd-dresden.de	37
Minova MAI GmbH, Feistritz/Drau/A	www.minovainternational.com	23
Phoenix Contact AG, Tagelswangen/CH	www.phoenixcontact.ch	63
Putzmeister Ibérica S. A., Madrid/E	www.putzmeister.es	25
Rascor International AG, Steinaur/CH	www.rascor.com	33
Rodio AG Spezialtiefbau, Neusäß/D	www.rodio.de	70
Rowa Tunnelling Logistics AG, Wangen/CH	www.rowa-ag.ch	53
Sika AG, Zürich/CH	www.sika.com	27
Sika Schweiz AG, Aliva Equipment, Widen/CH	www.aliva-equipment.com	56
STRABAG AG, Tunnelbau Schweiz, Erstfeld/CH	www.strabag.ch	5
TechnoBochum, Bochum/D	www.techno-bochum.de	31
The Robbins Company, Kent/USA	www.TheRobbinsCompany.com	49

bau | | verlag

We give ideas room to develop

www.bauverlag.de

tunnel 32. Jahrgang / 32nd 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

Verantwortliche Redakteure / Responsible Editors:
Katrin Brummermann
Mobil: +49 151 64947495
E-Mail: katrin.brummermann@bauverlag.de
Manfred König
Mobil: +49 171 5602390
E-Mail: manfred.koenig@bauverlag.de
(verantwortlich für den redaktionellen Inhalt/ responsible for the editorial content)

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

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

Maria Schröder
Phone: +49 5241 80-2386
E-Mail: maria.schroeder@bauverlag.de
Fax: +49 5241 80-62401

Gültig ist die Anzeigenpreisliste Nr. 31 vom 1.10.2012
Advertisement Price List No. 31 dated 1.10.2012 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

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

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

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

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

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

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

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

Marketing & Vertrieb / Subscription and Marketing Manager:

Michael Osterkamp
Phone: +49 5241 80-2167
Fax: +49 5241 80-62167

Bezugspreise und -zeit / Subscription rates and period:

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

Inland / Germany € 157,00

Studenten / Students € 93,20

Ausland / Other Countries € 167,20

(die Lieferung per Luftpost erfolgt mit Zuschlag/with surcharge for delivery by air mail)

Einzelheft / Single Issue € 25,00

(inklusive Versandkosten / including postage)

eMagazine € 98,50

Mitgliedspreis STUVA / Price for STUVA members

Inland / Germany € 109,80

Ausland / Other Countries € 117,60

Kombinations-Abonnement Tunnel und THIS jährlich inkl. Versandkosten:
€ 208,40 (Ausland: € 215,00)

Combined subscription for Tunnel + THIS including postage:
€ 208,40 (outside Germany: € 215,00).

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 Verfasser. Honorare für Veröffentlichungen werden nur an den Inhaber der Rechte gezahlt. Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Mit Ausnahme der gesetzlich zugelassenen Fälle ist eine Verwertung oder Vervielfältigung ohne Zustimmung des Verlages

strafbar. Das gilt auch für das Erfassen und Übertragen in Form von Daten. Die allgemeinen Geschäftsbedingungen des Bauverlages finden Sie vollständig unter www.bauverlag.de

Publications:

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

Druck/Printers:
Merkur Druck, D-32758 Detmold

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



Tagung mit Preisverleihung

BAU

**Unternehmen
des Jahres**



Die Besten präsentieren sich!

**Oskar von Miller Forum,
München, 17. Juni 2013**

**Wie können Bauunternehmen ihre Planungs- und Ausführungsprozesse verbessern?
Wie stellen sie die Qualität ihrer Arbeit sicher?
Wie schulen die Unternehmen ihre Mitarbeiter und integrieren sie in die Abläufe?**

Diesen Aufgaben und weiteren Fragestellungen haben sich viele Unternehmen der deutschen Bauindustrie in dem Wettbewerb „Bauunternehmen des Jahres“ gestellt. Zum ersten Mal führt das Fachmagazin **THIS** aus dem Bauverlag und der Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung der TU München diese Veranstaltung durch.

Auf dieser Tagung präsentieren wir die Gewinner des Wettbewerbs. Erfahren Sie, mit welchen Maßnahmen die Besten es geschafft haben, ihr Unternehmen fit zu machen. Nutzen Sie diese Möglichkeit, Ihre Maßnahmen abzugleichen. Zudem haben Sie die Möglichkeit, wertvolle Kontakte zu knüpfen und Anregungen für Ihr Unternehmen zu gewinnen.

Wir freuen uns, Sie in München begrüßen zu dürfen und wünsche Ihnen eine spannende Veranstaltung.

Hier geht es zur Anmeldung:

www.bauunternehmen-des-jahres.de

Eine Initiative und organisiert von:

TIEFBAU, HOCHBAU, INGENIEURBAU, STRASSENBAU

THIS

Das Fachmagazin für erfolgreiches Bauen

TUM
TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
MÜNCHEN

LBI

Lehrstuhl Bauprozessmanagement
und Immobilienentwicklung
Technische Universität München

Whatever your challenges are

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

Selbstverständlich unterstützt Sie dabei unser weltweites Expertenteam.

www.meyco.basf.com



The Chemical Company

BASF Construction Chemicals Europe AG MEYCO Global Underground Construction

Im Tiergarten 7
8055 Zürich, Schweiz
Tel. +41 58 958 22 11
www.meyco.basf.com

BASF Construction Polymers GmbH

Geschäftsbereich Betonzusatzmittel
Ernst-Thälmann-Strasse 9
39240 Glöthe, Deutschland
Tel. +49 39266 9418 0
www.basf-cc.de

BASF Performance Products GmbH

Niederlassung Krieglach
Geschäftsbereich Betonzusatzmittel
Roseggerstrasse 101
8670 Krieglach, Österreich
Tel. +43 3855 2371 0
www.basf-cc.at

Expanding Horizons

Underground

The MEYCO logo, featuring the word "MEYCO" in a bold, sans-serif font with a blue swoosh underneath.