

# tunnel

2

March

Offizielles Organ der STUVA · Official Journal of the STUVA

2013

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



**bau || || verlag**

Wir geben Ideen Raum

Crossrail: Western Tunnel Section and Stations  
New Wendlingen-Ulm Railway Line: Overview  
Mechanised Drives: Support Pressure Control



# High-tech

Tailor-made solutions for tunnelling, mining and exploration, including additional equipment and services on 1,330 m<sup>2</sup> of exhibition space.

# in action

Machine technology you can touch. Innovative Herrenknecht products and methods in the open-air area.

# bauma 2013

Herrenknecht at the bauma in Munich from April 15 to April 21, 2013:  
hall C3, booth 415/514  
open-air area north, booth N519/2  
We are looking forward to your visit!

**Pioneering Underground Technologies**

› [www.herrenknecht.com](http://www.herrenknecht.com)



# tunnel 2/13

Offizielles Organ der STUVA  
www.stuva.de



TBM Westbound (S-705) auf dem Weg zur  
Anfahrwand, Seite 18 ff.

TBM Westbound (S-705) en route to the start-up  
wall, see pp. 18

## Title

Jinping-II Hydropower Station/CN: Projektierung, Planung und Ausführung der Förderbandanlage einschließlich Förderbandtunnel, Tiefbauarbeiten, Elektroinstallation und visualisierte Anlagensteuerung

Jinping-II Hydropower Station/CN: Design, planning and performance of the conveyor belt system, including conveyor tunnel, civil engineering works, electrical installation and visualised plant controls

(Foto/Photo: Marti Technik AG)

## Aktuelles / Topical News

2

## Hauptbeiträge / Main Articles

### Crossrail: Mega-Infrastrukturprojekt nimmt Formen an

18

Crossrail: Mega Infrastructure Project taking Shape

C. Dulake, S. Boxheimer

### Ein Überblick der Tunnel der Neubaustrecke Wendlingen-Ulm

28

An Overview of the Tunnels on the new Wendlingen-Ulm Railway Line

M. Breidenstein, S. Kielbassa, H. Ludwig

### Sicherheit in Straßentunneln

41

Safety in Road Tunnels

G. Brux

### Maschinelle Tunnelvortriebe mit optimierter Stützdrucksteuerung

46

Mechanised Tunnel Drives with optimised Support Pressure Control

Dr. L. Speier, Prof. F. Gröbl

## bauma 2013

55

## Neue Produkte / New Products

### Effiziente Sanierung von Autobahn-Durchlässen mit Sonderschalung

42

Efficient Renovations of Motorway Culverts using Special Formwork

## Buchbesprechung / Book Review

### Selbst- und Leichtverdichtbarer Beton (SCC und ECC)

62

Self and Easy Compacting Concrete (SCC and ECC)

## Informationen / Information

### Veranstaltungen

63

Events

### Inserentenverzeichnis

64

Advertising list

### Impressum

64

Imprint



Katrin Brummermann



Manfred König

### Editorial

## Neue Redakteure

### Liebe Leserinnen und Leser!

Wie bereits in der letzten Ausgabe und im Newsletter angekündigt, übernehmen wir als verantwortliche Redakteure gemeinsam die Aufgaben von Roland Herr, dem langjährigen Chefredakteur der Zeitschrift tunnel, des Offiziellen Organs der STUVA. Wir möchten „ohne Vortriebsstillstand“ an die erfolgreiche Arbeit von Roland Herr anknüpfen.

Dazu möchten wir unsere Erfahrungen einbringen:

- als Bauingenieurin mit Erfahrungen auf den Gebieten der Geotechnik und Bauprodukte einschließlich Tunnelbau sowie als Chefredakteurin für das Tunnelbautaschenbuch, Redakteurin für Fachzeitschriften und als quer denkende Netzwerkerin,
- als Bergbauingenieur mit Erfahrung im Marketing von Bergbauspezial- und Tunnelbauunternehmen, Selbstständigkeit mit einer Werbeagentur sowie als Redakteur und Leitender Redakteur für Fachzeitschriften aus der Bergbau- und Geotechnikbranche.

Wir sind nun gespannt und freuen uns auf neue Erfahrungen bei der Arbeit für eine weit über den D-A-CH-Bereich hinaus renommierte internationale Zeitschrift. Viele spannende Projekte sind weltweit in der Planung oder im Bau. Technik wird weiterentwickelt. Neue gesellschaftliche Herausforderungen sind zu meistern: schonender Umgang mit natürlichen Ressourcen, Urbanisierung, demografische Veränderungen, knappe öffentliche Mittel und Widerstände gegen Infrastrukturprojekte. All diese Herausforderungen beeinflussen den Tunnelbau und unsere Zeitschrift. Wir möchten die verpflichtende gute Tradition der Zeitschrift tunnel bewahren und neuen zeitgemäßen Aspekten gerecht werden.

Zögern Sie nicht, mit Ihren Anliegen Kontakt zu uns aufzunehmen. Sie erreichen uns per E-Mail unter [katrin.brummermann@bauverlag.de](mailto:katrin.brummermann@bauverlag.de) und [manfred.koenig@bauverlag.de](mailto:manfred.koenig@bauverlag.de). Bei der bauma in München/D im April, beim World Tunnel Congress in Genf/CH im Juni und bei der STUVA-Tagung in Stuttgart/D im November ist der Bauverlag mit einem Stand präsent. Wir freuen uns auf persönliche Begegnungen mit Ihnen. Für Themen-, Beitrags- und Verbesserungsvorschläge sowie Neues aus der Branche haben wir jederzeit ein offenes Ohr.

In diesem Sinne wünschen wir uns, dass Sie uns als Leser und Fachautoren der Zeitschrift tunnel treu bleiben.

*Katrin Brummermann*      *Manfred König*

Zu guter Letzt noch ein Hinweis zu den gesellschaftlichen Herausforderungen: Die Quote erfüllen wir nun: Dem einen Herr folgen 0,5 Herr und 0,5 Frau. Die Gleichberechtigung auch – trotz eines Königs.

**Editorial****New Editors****Dear Readers,**

As already intimated in the last issue of tunnel and in the newsletter, we are jointly taking over the duties of Roland Herr, the long-standing editor-in-chief of tunnel, the official journal of the STUVA, as responsible editors. We want to follow up Roland Herr's successful activities "without things grinding to a halt".

We wish to apply our experience in fulfilling our duties:

- as a civil engineer with experience in the fields of geotechnics and construction products including tunnelling as well as editor-in-chief for the "Tunnelling Compendium" and editor for specialised journals and as a networker with a mind of her own,
- as a mining engineer with experience in the marketing department of a company specialising in mining and tunnelling, running a PR agency as well as editor and senior editor for trade journals from the mining and geotechnical sector.

We are looking forward with anticipation to what lies ahead in working for a renowned international publication, whose influence extends far beyond the D-A-CH countries. Many engrossing projects are being planned or under construction throughout the world. Technology is progressing. New special challenges have to be mastered: natural resources handled with care, urbanisation, demographic changes, scarce public funds and resistance to infrastructure projects. All these challenges influence tunnelling and our journal. We are committed to maintaining the traditions of tunnel as an established publication augmenting it with contemporary aspects.

Please do not hesitate to get in touch with us. You can contact us at [katrin.brummermann@bauverlag.de](mailto:katrin.brummermann@bauverlag.de) and [manfred.koenig@bauverlag.de](mailto:manfred.koenig@bauverlag.de). The Bauverlag will be present with a booth at the bauma in Munich/D in April, The World Tunnel Congress in Geneva/CH in June and at the STUVA Conference in Stuttgart/D in November. We look forward to meeting you on a personal basis there. We are eager to receive suggestions for topics, contributions and improvements as well as learning about the latest from the industry.

We trust that you will remain faithful to tunnel magazine as readers and specialised authors.

Before we sign off just a word about the social challenges: we are now fulfilling the quota: after all, one man ("Herr" in German means "man") is being followed by 0.5 man and 0.5 woman. Equality is also served – in spite of royalty being present ("König" means "king").

## Österreich

## Pfändertunnel: Verkehrsfreigabe für 2. Röhre

Der 6.585 m lange, zweispurige Pfändertunnel auf der A14 in Vorarlberg/Österreich mit einem durchschnittlichen Verkehr von täglich über 30.000 Fahrzeugen hat nach 28 Jahren Betrieb zur Erhöhung der Sicherheit und Leistungsfähigkeit eine zweite, auch zweispurige Röhre erhalten. Die Autobahn- und Schnellstraßen-Finanzierungsgesellschaft (Asfinag) setzte hier zum ersten Mal beim Bau eines langen Straßentunnels eine Tunnelvortriebsmaschine (TVM) ein, und zwar eine Einfachschild-Tunnelbohrmaschine (S-494,

Herrenknecht AG) mit 11,84 m Bohrkopfdurchmesser. Die neue Tunnelröhre ist einschligig mit 25 cm dicken Stahlbetontübbingungen (5+1; 2,00 m) ausgebaut. Die Querschläge und Anschlüsse an die Lüftungsschächte wurden im Sprengvortrieb hergestellt.

Die neue Tunnelröhre hat sieben Abstellnischen und 47 Notrufkästen, Querlüftung und Absaugöffnungen in der Tunneldecke sowie sechs befahrbare und 24 begehbare Querschläge mit bis zu 250 m Abstand zur anderen Tunnelröhre. Außerdem wurde eine

neue Tunnelüberwachungsanlage in Hohenems erbaut. 1100 LED-Leuchten sorgen im Tunnel für eine gleichmäßige Verteilung der Beleuchtung und dadurch für eine bessere Sicht der Autofahrer.

Nach Inbetriebnahme der 2. Röhre Ende Juni 2012 wird die Bestandsröhre saniert. Ab Juni

2013 gibt es dann in beiden zweispurigen Tunnelröhren nur noch Richtungsverkehr. Die Asfinag investiert in dieses Projekt 205 Mio. EUR – davon allein für den Bau der 2. Röhre rd. 190 Mio. EUR.

G.B.



### Literatur/References

- [1] Pfändertunnel: Querschlag zwischen neuer und alter Röhre. Tunnel 8/2010, pp. 48 - 50
- [2] Durchschlag am Pfändertunnel. Tunnel 3/2010, p. 9
- [3] Pilsner, G.; John, M.; Alber, O.: Projektierung und Ausschreibung der 2. Röhre des Pfändertunnels. Tunnel 6/2009, pp. 19 – 29 und pp. 59 – 60 (Beton für Fertigteile)
- [4] Pfändertunnel erhält 2. Röhre. Tunnel 5/2008, p. 2

Der Spezialist für Ihren

# Tunnelbau

Weitere Projekte finden Sie unter  
[www.msd-dresden.de](http://www.msd-dresden.de)

Maschinen  
und Stahlbau



Dresden  
Hand Energy and Technology AG



Tübbingwagen, Gereide, Türkei

**bauma**  
2013

Besuchen Sie uns

Halle C3, Stand 415/514

## Austria

## Pfänder Tunnel: 2<sup>nd</sup> Bore opened for Traffic

The 6,585 m long, two-lane Pfänder Tunnel on the A14 in Vorarlberg/Austria with an average daily frequency exceeding 30,000 vehicles is being provided with a second bore, which is also 2-lane, to enhance its safety and efficacy after 28 years. The ASFINAG, the state company in charge of highway development, is turning for the first time to produce a long road tunnel, in this case a simple shield TBM (Herrenknecht S-494) with 11.84 m cutterhead diameter. The new tunnel bore is monocoque lined with 25 cm thick reinforced concrete segments (5+1; 2.00 m). The cross-passages and connections to the ventilation shafts were produced via drill+blast.

The new tunnel bore possesses 7 lay-bys and 47 emergency call boxes, cross ventilation and exhaust vents in the tunnel ceiling as well as 6 drivable and 24 accessible cross-passages at gaps of up to 250 m to the other tunnel bore. In addition a new tunnel control centre has been built at Hohenems. 1,100 LED lights provide uniform light distribution in the tunnel thus enhancing visibility for motorists.

When the 2<sup>nd</sup> bore is commissioned at the end of 2012 the existing one will be redeveloped. As from June 2013, one-way traffic will flow through the 2 tunnel bores. The ASFINAG is investing 205 million euros in this project – with some 190 million of this total earmarked for the 2<sup>nd</sup> bore.

G.B.



## Whatever your challenges are

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

Selbstverständlich unterstützt Sie dabei unser weltweites Expertenteam.

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



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](http://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](http://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](http://www.basf-cc.at)

# Expanding Horizons

# Underground

The logo features the word "MEYCO" in a bold, white, sans-serif font. A white curved line sweeps under the letters from the left, ending under the 'O'.

Allmendtunnel  
Allmend Tunnel



Fotos: Verkehr und Infrastruktur (vif), Kriens/CH

## Schweiz

### Doppelspurausbau und Tieflegung der Zentralbahn in Luzern

Seit 12. November 2012 fahren die ersten Züge auf der tief gelegten und zweigleisig ausgebauten Strecke der Zentralbahn (zb) in Luzern; der Abschluss der Bauarbeiten an diesem Bauprojekt wurde am 3. November 2012 in der neuen Haltestelle Luzern Allmend/Messe im Beisein von Bundesrätin Doris Leuthard, Vorsteherin des Eidgenössischen Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation, feierlich gewürdigt.

Der Bahnhof Luzern ist Ausgangs- und Endpunkt der zb Richtung Brünig und Engelberg; beide Linien benutzen die Strecke Luzern-Hergiswil gemeinsam. Diese führte durch das dicht besiedelte Moosmattquartier zur Luzerner Allmend und querte dabei fünf schran-

kengesicherte Übergänge. Mit dem jetzt beendeten Ausbau der zb wurde der letzte eingleisige Abschnitt auf der Strecke zwischen Luzern und Hergiswil zweigleisig und die zb im Raum Luzern tief gelegt. Dies hat folgende Vorteile:

- Das Angebot der zb kann erheblich verbessert werden.
- Die Verkehrsbehinderungen durch die 5 schienengleichen Übergänge im dicht bebauten Stadtgebiet entfallen.
- Das Gebiet Allmend (Fußballstadion, Messe Luzern usw.) wird durch die neue Haltestelle neu mit der Bahn erschlossen.
- Die Tieflegung führt zu einer maßgeblichen Verringerung der Lärmemissionen im Stadtgebiet.

## Switzerland

### Upgrading the Zentralbahn in Lucerne

Since November 12, 2012, the first trains have started using the Zentralbahn (zb) route in Lucerne after it was relocated deeper and provided with twin tracks. The conclusion of the construction work on this project was appropriately celebrated on November 3, 2012, at the new Lucerne Allmend/Messe Station in the presence of Federal Councillor Doris Leuthard, who chairs the Swiss Department for the Environment, Transport, Energy and Communications.

Lucerne Station is the starting point and final destination for the zb in the direction of Brünig and Engelberg. Both lines jointly operate on the Lucerne-Hergiswil route. This led through the densely populated Moosmatt district to Lucerne Allmend intersecting 5

crossings protected by barriers in the process. The new completed project foresaw the final single-track zb section between Lucerne and Hergiswil being upgraded to a twin-track system and the zb in the Lucerne area relocated at a greater depth. This has the following advantages:

- zb services can be substantially improved.
- Obstructions posed to traffic by the 5 crossings in the densely populated urban area have been eradicated.
- The Allmend area (football stadium, Lucerne Messe etc.) has been developed for rail transport by the new station.
- Relocating the station at depth has resulted in a considerable reduction of noise emissions in the city.





**bauma**  
2013

MUNICH  
15-21  
APRIL

HALL C2 | STAND 201



# 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](http://THEROBBINSCOMPANY.COM)

### 1,3 km im Tunnel

Die ZB zwischen dem Bahnhof Luzern und der Haltestelle Kriens Mattenhof wurde auf einer Länge von 2 km auf einer neuen Trasse verlegt. Dabei verlaufen 1,3 km dieser neuen Strecke in Tunneln. Kernstück sind der 550 m lange Hubermatttunnel und der 470 m lange Allmendtunnel. Dazwischen liegt die rd. 300 m lange unterirdische Haltestelle Luzern Allmend/Messe, die das größte Sport-, Freizeit- und Messegelände der Zentralschweiz neu an die Bahn anschließt. Mit dieser Inbetriebnahme der neuen Strecke konnten auf Luzerner Stadtgebiet fünf schienengleiche Bahnübergänge aufgehoben werden, ein Vorteil für den öffentlichen Verkehr.

Die Bauarbeiten an der neuen Trasse der ZB Luzern waren Ende 2008 aufgenommen worden. Während der Hubermatttunnel mit Erkundungstollen und anschließend mit Teilschnittmaschinen bergmännisch ausgebrochen wurde, kam beim Allmendtunnel wegen des hohen Grundwasserstands das in der Schweiz selten angewandte Druckluftverfahren bei der Deckelbauweise zum Einsatz [1]. Die Rohbauarbeiten dauerten bis Ende 2011; danach folgte der Einbau der Bahntechnik.

Die tiefliegende Haltestelle Luzern Allmend/Messe mit Mittelbahnsteig, drei Treppenzugängen und einem Aufzug wurde größtenteils in offener Bauweise erstellt. Für den Brandfall ist die Haltestelle mit einem rd. 200 m langen Entrauchungskanal über dem Bahnsteig ausgerüstet; zwei in der Lüftungszentrale eingebaute Ventilatoren mit je 70 m<sup>3</sup>/s Fördermenge saugen im Er-

eignisfall den Rauch aus der Haltestelle über den Kanal ab und ermöglichen so die sichere Evakuierung der Haltestelle.

Am Wochenende vom 9./11. November 2012 wurden die Gleise in Kriens Mattenhof an die neue Strecke angeschlossen. Mit der Inbetriebnahme der Neubaustrecke am Montag, dem 12. November 2012, hat die alte oberirdische Strecke ausgedient und wird 2013 zurückgebaut. Mit dem Fahrplanwechsel ab 9. Dezember 2012 konnten erstmals Reisende an der neuen Haltestelle Luzern Allmend/Messe ein- und aussteigen.

### Kosten und Finanzierung des Projekts

Dieser Ausbau der ZB kostete 250 Mio. CHF (208 Mio. EUR) – davon rd. 80 % der Doppelspurausbau und die Tieflegung in Luzern, rd. 12 % die neue Haltestelle Luzern Allmend/Messe, sowie 8 % für die Doppelspur Hergiswil Schüssel/Matt und Beschleunigungsmaßnahmen im übrigen ZB-Netz. Am Gemeinschaftsprojekt sind anteilig der Bund (48 %), die Kantone Obwalden (6 %), Nidwalden (9 %) und Luzern (27,5 %) sowie die Stadt Luzern (9,5 %) beteiligt.

G.B.



### 1.3 km tunnelled

Between Lucerne Station and the Kriens Mattenhof stop the ZB was relocated on a new route some 2 km in length. 1.3 km of this new route runs through tunnels. The core is represented by the 550 m long Hubermatt Tunnel and the 470 m long Allmend Tunnel. The roughly 300 m long underground Lucerne Allmend/Messe stop is to be found in between. It now links central Switzerland's biggest sports, leisure and exhibition area to the rail system. By commissioning these new services it was possible to do away with 5 rail crossings – an advantage for public transportation.

Work on the new ZB Lucerne route commenced in late 2006. The Hubermatt Tunnel was excavated with an exploratory tunnel and subsequently roadheaders using mining means. However the Allmend Tunnel was produced using the top cover method with compressed air, which is seldom applied in Switzerland – on account of the high groundwater level [1]. The rough-work operations lasted till the end of 2011; this was followed by the installation of the rail technology.

The Lucerne Allmend/Messe deep-lying stop with central platform, 3 stairway accesses and a lift was largely complet-

ed by means of cut-and-cover. The station is provided with a roughly 200 m long smoke extraction tunnel in the event of fire positioned above the platform; 2 fans installed in the ventilation control room each with 70 m<sup>3</sup>/s output remove the smoke should fire break out via the duct so that the station can be safely evacuated. The tracks at Kriens Mattenhof were connected up with the new route at the weekend of November 9/11, 2012. The new route became operational on Monday, November 12, 2012, thus obviating the need for the surface line, which is to be removed in 2013. When the timetable changes on December 9, 2012, passengers will be able to use the new Lucerne Allmend/Messe Station for the first time.

### Project Costs and Financing

Redeveloping the ZB cost 250 million CHF (208 million euros) – roughly 80 % of which was accounted for by the twin-track upgrade and the relocating scheme in Lucerne, 12 % by the new Lucerne Allmend/Messe stop as well as 8 % by the twin track between Hergiswil Schüssel/Matt and speed-up measures elsewhere on the ZB network. The project was tackled jointly by contributions coming from the federal government (48 %), the cantons of Obwalden (6 %), Nidwalden (9 %) and Lucerne (27.6 %) as well as the City of Lucerne (9.5 %). G.B.



Haltestelle Luzern Allmend/Messe

Lucerne Allmend/Messe stop

#### Literatur/References

- [1] Ausbau und Tieflegung der Zentralbahn Luzern. Tunnel 7/2011, pp. 6 – 10
- [2] Inbetriebnahme des Engelbergtunnels. Tunnel 2/2011, pp. 7 – 9 und 2/2009, pp. 48-91



## Two phases. One solution.

**Prague/Czech Republic.** As specialist in conveyor belt systems, H+E Logistik GmbH supplied the equipment required for the new construction of two tunnel tubes with a length of 5,300 m each for the new Metro line expansion from the airport to the northwestern areas of Prague. This equipment guaranteed rapid tunneling progress. The project was divided into two project phases to save costs and time, therefore the system was designed for both phases. In the first phase the system included two vertical belt storages installed on the surface 20 m above the tunnel to realize the continuously extendable tunnel belt. A steady adit conveyor conveyed the muck to the surface. In project phase two a clever position of the belt storage in combination with a belt deflection station saved space. Thus costs and maintenance work could be saved. Typically H+E.

### The bare facts:

- Tunnel diameter: 6.05 m
- Conveyor length: 2 x 2650 m
- Belt width: 650 mm/800 mm (adit)
- Capacity: 2 x 400 t/h / 1 x 800 t/h
- Installed power: 2 x 160 kW per tunnel / 1 x 160 kW (adit)
- Belt storage capacity: 2 x 400 m/vertical
- TBM: 2 x EPB shield
- Installation: 2011
- Contractor: Metrostav



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

## Großbritannien/Frankreich

## Eurotunnel: Die vier Sicherheitsbereiche ausgerüstet

Der 1994 in Betrieb genommene, rd. 50 km lange Eurotunnel bildet die Eisenbahnverbindung zwischen Calais in Frankreich und Folkestone in Großbritannien, also zwischen dem europäischen Festland und der britischen Insel; täglich durchqueren bis zu 450 Züge die beiden eingleisigen Tunnelröhren mit jährlich über 16 Mio. Personen, und zwar neben den Hochgeschwindigkeitszügen Eurostar und den Pkw-Shuttles auch Güterzüge und Lkw-Shuttles.

Nach den folgeschweren Bränden in den Jahren 1996 und 2008, bei denen aufgrund der bereits sehr hohen Sicherheitsstandards im Eurotunnel niemand verletzt wurde, sind jetzt an vier Stellen im Tunnel Löschbereiche eingerichtet worden, in denen Zugbrände schnell und wirkungsvoll bekämpft werden können. Da das Hauptrisiko wegen der größeren Brandlasten bei den Lkw-Shuttles liegt, dienen diese Sicherheitsbereiche vorwiegend

zu deren Absicherung. Die vier jeweils 900 m langen Sicherheitsbereiche (zwei je Tunnelröhre) wurden mit Sensorsystemen zur Branderkennung und Hochdruckwassernebeldüsen (Fogtec-Technologie) für reines Wasser ohne chemische Zusätze ausgerüstet; dadurch erhöht sich die Reaktionsoberfläche/Wärmeabsorptionsfähigkeit des Wassers, weshalb nur bis zu 10 % der Wassermenge herkömmlicher Techniken benötigt werden. Im Fall eines Brandes kann so die Ausbreitung in wesentlich kürzerer Zeit deutlich verringert und die Überlebenschancen im Tunnel verbessert werden.

G.B.



### Literatur/References

- [1] Brux, G.: Brand im Eurotunnel; Ursachen, Schäden und Sanierung. Tunnel 6/1997, pp. 31- 42
- [2] Neue Wege zur Erhöhung der Brandsicherheit im Eurotunnel Tunnel 3/2000, pp. 46 – 48
- [3] Eurotunnel: 4 Sicherheitszonen mit Wassernebeltechnik. Tunnel 5/2010, pp. 6 – 7
- [4] Kratzmeir, St.: Brandschutz im Eurotunnel. Tunnel 7/2010, pp. 33-36
- [5] Bouthhors, B.: The SAFE stations concept in the Channel Tunnel. Vortrag am 28.06.2012 in Berlin: Safety of Life Tunnels (SOLIT) – vgl. Tunnel 3/2012, p. 6

## UK/France

## Eurotunnel: 4 SAFE Areas set up

The roughly 50 km long Eurotunnel opened in 1994 forms the rail link between Calais in France and Folkestone in the UK, in other words between the continent of Europe and the British Isles. Up to 450 trains pass through the 2 single tunnel track tunnel bores on a daily basis carrying in excess of 16 million passengers per year. This involves goods trains and truck shuttles apart from the high-speed Euro Star and car shuttles.

Following the disastrous fires in 1996 and 2008, which resulted in nobody being injured in the Eurotunnel thanks to the extremely high safety standards, 4 fire-combating sectors have been set up within the tunnel,

in which train fires can be tackled effectively and swiftly. As the main risk stems from the truck shuttles on account of the greater fire load, these safety sectors are primarily geared to securing this type of train. The 4 SAFE sectors, each 900 m long (two per tunnel bore), were provided with sensor systems to detect fire and a high-pressure water mist system (Fogtech-Technologie) for pure water without chemical additives. This means that the reaction surface/heat absorption capacity is enhanced thus requiring only up to 10 % of the quantity of water used by conventional technologies. In this way, should a fire occur it can be prevented from spreading in a considerably shorter time so that the chances of survival in the tunnel are improved.

G.B.



## Frankreich

## Vogesen-Tunnel: Beginn der 2. Röhre

Der französische TGV benötigt von Paris bis Straßburg 2 Stunden und 20 Minuten über die Schnellfahrstrecke (320 km/h) bis zum lothringischen Baudrecourt. In Richtung Osten wird die Strecke derzeit auf 106 km Länge durch das Elsass bis Straßburg auch so ausgebaut,

um die Fahrzeit bis zum Jahr 2016 um weitere 39 Minuten zu verkürzen.

Dazu wird für die Unterquerung der Vogesen ein rd. 4 km langer, zweiröhriger Eisenbahntunnel mit jeweils alle 500 m einem Querschlag gebaut: mit einer Tunnelbohrmaschine

## France

## Vosges Tunnel: 2<sup>nd</sup> Bore started

The French high-speed train TGV needs 2 hours and 20 minutes to cover the express route (320 km/h) from Paris to Strasbourg stretching to Baudrecourt in Lorraine. Currently in the east the route is being developed through the Alsace over 106km in such a way that by 2016 the

travelling time can be cut by a further 39 minutes.

In addition a roughly 4 km long, twin-bore rail tunnel with a cross-passage every 500 m is being built to underpass the Vosges: using a tunnel boring machine (TBM) with a convertible EPB shield (S-670, Herren-

(TBM) mit umbaubarem EPB-Schild (S-670, Herrenknecht AG) mit 10 m Durchmesser und 105 m Länge. Die TBM begann auf der Ostseite der Vogesen mit dem Vortrieb der nördlichen Röhre und erreichte die Westseite im Juni 2012 zwei Monate früher als geplant – bei Tages-/Wochenleistungen bis zu 46/250 m. Dabei fuhr sie auf den ersten 200 m Lockergestein (Sandstein/Muschelkalk) als Erddruckschild (EPB-Schild) und danach durch Hartgestein (Buntsandstein) im offenen Modus mit Bandaustrag.

Nach dem Durchstich der ersten Tunnelröhre wurde die TBM demontiert und in Einzelheiten zum Startportal bei Ernolsheim zurücktransportiert. Ab Oktober 2012 hat die TBM

den Vortrieb der südlichen Röhre wieder aufgenommen. Mit dem Durchschlag wird Mitte 2013 gerechnet. Nach einschaligem Ausbau mit Tübbing (80 cm; Teilung 7+1) beträgt der Innendurchmesser der Tunnelröhren 8,90 m. Die Baukosten für die 106 km lange Ausbaustrecke einschließlich des rd. 4 km langen Tunnels werden rd. 2 Mrd. EUR betragen; die Strecke soll im Jahr 2016 in Betrieb gehen. Die Fahrzeit zwischen Paris und Straßburg verkürzt sich dann um 30 Minuten, aber auch die Verbindung zwischen Straßburg und Luxemburg profitiert von dieser neuen Strecke.

G.B.  


knecht AG) with 10 m diameter and 105 m in length. The TBM started on the east side of the Vosges with the excavation of the north bore and reached the west side in June 2012, two months earlier than scheduled – given daily/weekly rates of up to 46/250 m. In the process the first 200 m consisted of soft ground (sandstone/shell limestone) requiring an EPB shield and subsequently hard rock (red sandstone) in open mode with belt discharge.

After the first tunnel bore was broken through the TBM was disassembled and transported back to the starting portal at Ernolsheim in the form of individual components. The TBM began on driving the south bore in October 2012. The breakthrough

is scheduled for mid-2013. The internal diameter of the tunnel bores will amount to 8.90 m once the single-shell segmental lining is completed (80 cm; division 7+1). The construction costs for the 106 km long upgraded section including the roughly 4 km long tunnel will amount to around 2 billion euros; the route is scheduled to be opened in 2016. The travelling time between Paris and Strasbourg will then be cut by 30 minutes whilst the connection between Strasbourg and Luxembourg will also profit from this measure.

G.B.  


#### Literatur/References

[1] Baubeginn beim Vogesen-Tunnel. Tunnel 4/2012, p. 5

**Bochumer Eisenhütte  
Heintzmann**



**bauma  
2013**

München 15.- 21. April, Halle: C2; Stand 203/300



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

### **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 bauma*

### 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 bauma*

### Sonderkonstruktionen für Großräume

– Special Construction for big excavation areas

### Wärmebehandlung von Stab- und Profilstahl

– Heat Treatment of steel bars and profile bars



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



**HEINTZMANN** | Group



Quelle/Source: European XFEL

Feier bei der Ankunft der Tunnelbohrmaschine AMELI im Zielschacht am 4. Juni 2012

Ceremony on occasion of the arrival of the tunnel boring machine AMELI in the final reception shaft on 4 June 2012

### Deutschland

## Tunnelbau für das Forschungsprojekt XFEL

Der Bau des 5,78 km langen Tunnelnetzes für das Forschungsprojekt XFEL (X-Ray Free-electron Laser) erstreckt sich über 3,4 km von Hamburg-Bahrenfeld bis nach Schenefeld im Kreis Pinneberg in Schleswig-Holstein. Mitte 2012 wurden die 11 Abschnitte der unterirdischen Anlage planmäßig fertig gestellt – bei etwa 240 Mio. EUR Kosten und insgesamt mehr als 1 Mrd. EUR für die neue internationale Forschungsanlage, eins der größten wissenschaftlichen Vorhaben Deutschlands.

In den Tunneln sollen ab 2015 laserartige Röntgenblitze erzeugt werden, die völlig neue Einblicke in den Nanokosmos ermöglichen: bis zu 27.000 ultrakurze Laserblitze je Sekunde im Röntgenbereich, mit denen zum Beispiel die Strukturaufklärung von Biomolekülen oder das Filmen chemischer Reaktionen möglich sein werden – für Physiker, Biologen, Mediziner und Materialwissenschaftler also neue Forschungsmöglichkeiten.

Der längste Tunnel der European-XFEL-Anlage ist der 2,1 km lange Beschleunigungstunnel; er gabelt sich in fünf Photonentunnel, die in der künftigen Experimentierhalle enden. Der Tunnelbau begann im Juli 2010 mit dem Mixschild TULA (Tunnel für LAser) mit 6,16 m Durchmesser und 500 t Gewicht (S-544, Herrenknecht) und mit AMELI (AM Ende Licht) mit 5,45 m Durchmesser sowie einem lasergesteuerten Navigationssystem (VMT, Bruchsal). Wegen der besonderen Anordnung der Tunnel mussten die Mixschilde mehrfach umgesetzt werden. Mit der Fertigstellung des letzten Teilstücks wurde der Einsatz von AMELI im Sommer 2012 bei Ankunft im Zielschacht beendet. TULA hatte Anfang 2011 mit dem Vortrieb des Haupttunnels zwischen Osdorfer Born und Bahrenfeld begonnen, wo bereits im Juli 2011 der Durchschlag geschah. Anschließend werden die Tunnel mit der notwendigen Infrastruktur und Sicherheitseinrichtungen ausgebaut. G.B.



### Germany

## Tunnelling for the XFEL Research Project

Building the 5.78 km long tunnel network for the XFEL (X-Ray Free-Electron Laser) research project extends over 3.4 km from Hamburg-Bahrenfeld to Schenefeld in the Pinneberg district of Schleswig-Holstein. In mid-2012 the 11 sections for the underground facility were completed according to schedule – at a cost of around 240 million euros and altogether more than 1 billion euros for the new international research centre, one of Germany's largest scientific projects.

As from 2015 laser-type X-ray flashes are to be produced, providing a completely new insight into the nanocosmos: up to 27,000 ultra-short laser flashes per second in the x-ray range, by means of which the structural pattern of biomolecules or the filming of chemical reactions will be possible – in other words new research opportunities for physicists, biologists, medical practitioners and material scientists.

The 2.1 km long accelerator tunnel is the longest in the

European XFEL facility; it splits up into 5 photon tunnels, which culminate in the future experiment hall. Tunnelling started in July 2010 with the TULA (Tunnel für LAser) mix-shield with 6.16 m diameter weighing 500 t (S-544, Herrenknecht) and AMELI (AM Ende Licht) with 5.45 m diameter and a laser-controlled precision navigation system (VMT, Bruchsal). On account of the special setup of the tunnels the mix-shields had to be relocated on several occasions. AMELI arrived in the target shaft in summer 2012 thus signalling that its job was done after completing the final part-section. TULA embarked on excavating the main tunnel in early 2011 between Osdorfer Berg and Bahrenfeld – with the breakthrough taking place in July 2011. Subsequently the tunnels and the necessary infrastructure and safety installations have to be produced. GB



## Deutschland

## Deutsches tunnel-Forum 2013 im September in Hamburg und Berlin



Foto/Photo: Markus Tollhopp, Hamburg

Das Thema des Deutschen tunnel-Forums 2013 ist „**Licht, Farbe und soziale Sicherheit (Psychologie)**“. Wie sehr Licht und Farbe zu unserem Wohl- und Sicherheitsgefühl beitragen, zeigt erst das Fehlen dieses sonst alltäglichen Zustandes. Dies gilt insbesondere in einem Tunnel, der erst durch die künstliche Beleuchtung sicher wird. Deshalb titelte die Süddeutsche Zeitung am 15. November 2012 auch „Als in München das Licht ausging“ und beschrieb das Unbehagen der Menschen, die an diesem Tag im Berufsverkehr in Tunnelstationen oder S- und U-Bahnen mit Notbeleuchtung feststeckten.

Im diesjährigen tunnel-Forum werden psychologische, technische und wirtschaftliche Aspekte von Licht und Farbe in unterirdischen Verkehrsanlagen zum Thema gemacht. Sie spielen für Planung, Herstellung, Betrieb und Unterhaltung solcher Anlagen eine wichtige Rolle.

Das Deutsche tunnel-Forum findet in diesem Jahr im September statt. Sie können ent-

scheiden, ob Sie lieber am 17. September in Hamburg oder alternativ bei gleichem Programm am 18. September in Berlin teilnehmen wollen. Bitte notieren Sie sich die Termine in Ihrem Kalender.

In der Seminarreihe „Deutsches tunnel-Forum“ liegt der Schwerpunkt auf qualifizierter Weiterbildung zu speziellen Themen des Tunnelbaus, -betriebs und der -instandsetzung sowie auf regem persönlichen Erfahrungsaustausch zwischen Referenten und Seminarteilnehmern. Das ein-tägige Seminar wird von der STUVA und der internationalen Fachzeitschrift tunnel mit Partnern aus der Industrie veranstaltet und von Prof. Alfred Haack moderiert.

Für weitere Informationen steht Ihnen Rainer Homeyer-Wenner (Rainer.Homeyer-Wenner@Bauverlag.de) gerne zur Verfügung. Detaillierte Angaben zum Programm folgen.



## Germany

## German tunnel Forum 2013 in Hamburg and Berlin in September

In 2013 the German tunnel Forum will hone in on **“Light, Colour and social Safety (Psychology)”**. Just how much light and colour contribute to our feeling of well-being and safety is first evident when we have to do without. This applies in particular to a tunnel, which is first made safe thanks to artificial lighting. “As the Lights went out in Munich”, was the caption of an article running in the Süddeutsche Zeitung on November 15, 2012, which described the dismay felt by commuters, who found themselves stuck in subway stations or S-Bahn and Metro trains having to depend on emergency lighting that day.

This year’s tunnel Forum will feature psychological, technical and economic aspects of light and colour in underground

transportation facilities. They play an important role for planning, production, operation and maintenance of such facilities.

The German tunnel Forum will be staged in September this year. You can decide whether you would prefer to participate in Hamburg on September 17 or alternatively in Berlin on September 18 with the same programme. Please jot down these dates in your diary.

In the “German tunnel Forum” series of seminars the emphasis is placed on qualified further training on special topics relating to tunnel construction, operation and redevelopment as well as an active exchange of views between the speakers and seminar participants. The one-day seminar will be staged by the STUVA and the international specialised journal tunnel with partners from industry and chaired by Prof. Alfred Haack.

Please contact Rainer Homeyer-Wenner (Rainer.Homeyer-Wenner@Bauverlag.de) for more information. More details of the programme are to follow.



## Schweiz

## Vollgepacktes Programm am World Tunnel Congress 2013

Vom 31. Mai bis 7. Juni ist es soweit: Unter dem Motto „Underground – the way to the future“ finden der WTC 2013 sowie die 39. Generalversammlung der „International Tunnelling and Underground Space Association“ statt. Gastgeberin ist die Schweizer Fachgruppe für Untertagebau (FGU) in der schönen Schweizer Stadt Genf.

Die Schweiz ist für ihre reizvollen Landschaften, ihre hervorragende Infrastruktur und ihr ausgereiftes Transportsystem bekannt. Mit vielen innovativen Lösungen beim Bau zahlreicher Tunnel und unterirdischer Anlagen hat die Schweiz immer wieder Pioniergeist bewiesen und unterstrichen, dass sie mit an der Spitze der Tunnelbautechnik steht.


### Abwechslungsreiches Programm

Das Organisationskomitee des WTC 2013 hat viel Engagement und Kreativität gezeigt, um den World Tunnel Congress 2013 in vielerlei Hinsicht zu einem herausragenden Erlebnis zu machen. Neben traditionellen Elementen, wie dem ITA CET Trainingskurs (dieses Jahr zum Thema Bauhilfsmaßnahmen), werden mehrere Veranstaltungen zum ersten Mal durchgeführt. So zum Beispiel ein Präsentationsforum innerhalb der Ausstellung und eine spezielle Session für Schweizer Tunnelbau-Studenten. Als absolute Neuheit finden unter anderen zwei technische Events des ITA tech-Komitees statt. Da ist zum einen das sogenannte Deminar am 31. Mai im Versuchsstollen



Hagerbach. Das Deminar besteht aus einem Seminar, an dem die theoretischen Aspekte erläutert werden, und praktischen Demonstrationen zur Anwendung von gespritzten Membranen zur Abdichtung von Tunneln. Zum anderen werden beim „ITA tech Innovation Forum“ die von ITA tech erarbeiteten Guidelines vorgestellt.

### Events und technische Exkursionen


Ebenfalls viel Aufmerksamkeit wurde den nicht technischen Bereichen des World Tunnel Congress 2013 gewidmet. Der Empfang wird vor der einzigartigen Kulisse des Musée Ariana abgehalten, das traditionelle Bankett am Mittwochabend auf Dampfschiffen auf dem Genfersee. Daneben werden zahlreiche kleinere kulturelle Ereignisse stattfinden. Bei verschiedenen technischen Exkursionen nach dem WTC 2013 werden die Teilnehmer zu beeindruckenden Tunnelbaustellen, aber auch zu landschaftlich reizvollen Zielen der Schweiz sowie zu interessanten Fabrikationsbetrieben typischer Schweizer Produkte geführt. 

## Switzerland

## The programme is packed at the World Tunnel Congress 2013

events will be held for the first time. For example, there will be a presentation forum within the exhibit and a special session for Swiss tunnel construction students. Among the several totally new programme points, two technical events of the ITA tech Committee will take place. One is the so-called deminar on 31 May in the Hagerbach test gallery. The deminar consists of a seminar in which the theoretical aspects will be explained and of a practical demonstration of the application of sprayable membranes for sealing tunnels. The other is the „ITA tech Innovation Forum“ to be held, at which the guidelines prepared by ITA tech will be presented.

### Social events and technical excursions

The non-technical areas of the World Tunnel Congress 2013 have also received a good deal of attention. The reception will take place against the backdrop of the Musée Ariana, and the traditional banquet will be held on Wednesday evening on board three large steamships on Lake Geneva. In addition to these, numerous smaller cultural events will take place. Various technical excursions will be offered after the WTC 2013 which will not only take participants to impressive tunnel construction sites, but also to some of Switzerland's most scenic destinations as well as to interesting manufacturing operations in which typical Swiss products are made. 

From 31 May to 7 June both the WTC 2013 and the 39<sup>th</sup> general assembly of the „International Tunnelling and Underground Space Association“ will take place under the motto „Underground – the way to the future“. The Swiss Tunnelling Society (STS) is the host in the beautiful Swiss city of Geneva.

Switzerland is well known for both its scenic landscapes and its outstanding infrastructure as well as its well-developed transportation system. The many innovative solutions employed in the construction of Switzerland's numerous tunnels and underground facilities have demonstrated the nation's pioneer spirit time and again, underscoring its position at the top of the tunnel construction technology field.

### A varied programme

The organising committee of the WTC 2013 has shown creativity and commitment in making the World Tunnel Congress 2013 an outstanding experience in many respects. In addition to traditional elements such as the ITA CET training course (this year covering the topic of Auxiliary Construction Measures), several



# „Manche sagen: Wirtschaftlich muss es sein. Wir sagen: Auch sicher muss es sein.“

Rolf Ratsch, Technischer Berater  
bei JORDAHL



## JORDAHL® Ankerschienen für den Tunnelbau

Ob Hochgeschwindigkeitsstrecken der Bahn, Tunnel, U-Bahn-Stationen oder Versorgungskanäle: Mit den JORDAHL® Ankerschienen können Sie Oberleitungskonstruktionen, Signale und Betriebssysteme sicher und zuverlässig fixieren. Denn wir wissen: Gerade bei Infrastrukturprojekten kommt es darauf an, die hohen Anforderungen an den Personen-, Brand- und Korrosionsschutz sowie an die technische Ausrüstung zu erfüllen. Und das auch noch Jahrzehnte nach der Entstehung.

Die JORDAHL® Ankerschienen JTA W haben sich weltweit bewährt und besitzen die Europäische Technische Zulassung (ETA-09/0338) sowie die nationale bauaufsichtliche Zulassung (Z-21.4-151). Und neben ausgezeichneten Produkten bekommen Sie bei uns auch ausgezeichnete Beratung – von unseren JORDAHL Experten. Mehr Infos unter [www.jordahl.de](http://www.jordahl.de) oder [experten@jordahl.de](mailto:experten@jordahl.de).



JORDAHL GmbH  
Nobelstr. 51 · 12057 Berlin  
Telefon: +49 30 68283-02 · Fax: +49 30 68283-497  
E-Mail: [info@jordahl.de](mailto:info@jordahl.de) · [www.jordahl.de](http://www.jordahl.de)



**JORDAHL®**  
anchored in quality

## Auszeichnung

## Ehrendokortitel für Professor Konrad Bergmeister



Präsidentin Prof. Merith Niehuss, Prof. Konrad Bergmeister, Präsident der Freien Universität Bozen, und Dekan Prof. Jürgen Schwarz nach der Verleihung der Ehrendoktorwürde in der Universität der Bundeswehr München.

President Prof. Merith Niehuss, Prof. Konrad Bergmeister, president of the Free University of Bolzano and Dean Prof. Jürgen Schwarz after the honorary doctorate award ceremony at the Bundeswehr University, Munich

### Eine der höchsten wissenschaftlichen Auszeichnungen

Auf Einladung der Fakultät Bauingenieurwesen und Umweltwissenschaften unter Dekan Prof. Jürgen Schwarz fand am 1. Februar 2013 eine Festveranstaltung zu Ehren von Prof. Konrad Bergmeister, Präsident der Freien Universität Bozen, statt. Er erhielt von der Universität der Bundeswehr München den Ehrendokortitel. Die Verleihung des akademischen Grades der Würde eines Doktors ehrenhalber stellt eine der höchsten wissenschaftlichen Auszeichnungen dar. Sie wird daher äußerst selten vorgenommen und nur an Personen, die in außergewöhnlicher Weise wissenschaftlich ausgewiesen sind und mit ihrer Persönlichkeit Strahlkraft besitzen.

Die Präsidentin, Prof. Merith Niehuss, machte dies in ihrer Rede noch einmal deutlich: „Die Universität freut sich, einem Wissenschaftler, der durch seinen Wirkungsort, seine Herkunft und seine internationale Tätigkeit durch und durch Europäer ist, eine der höchsten

## Distinction

## Honorary Doctorate for Professor Konrad Bergmeister

Jürgen Schwarz. The recipient was presented with an honorary doctorate from the Bundeswehr University in Munich. The awarding of an honorary doctorate represents one of the highest scientific distinctions. As a result such an award is made on very few occasions and only to someone, who has accomplished outstanding scientific achievements reflecting personal brilliance. The president, Prof. Merith Niehuss, referred to this again in her speech: “the university is delighted to present one of the highest scientific distinctions, the honorary doctorate to a scientist, who is thoroughly European through the place he works, his origin and his international activities”. Prof. Manfred Keuser, who delivered the laudation, outlined the various stages in the South Tyrolean’s life and paid tribute to Bergmeister as a person: “what makes him special can be expressed by five qualities that he possesses: he can motivate and kindle enthusiasm, think holistically, decide quickly, is reliable and to a high extent down-to-earth”.

### One of the highest scientific Awards

On February 1, 2013, a ceremony was held to honour Prof. Konrad Bergmeister, president of the Free University of Bolzano at the invitation of the Faculty for Civil and Environmental Engineering headed by Dean Prof.



Prof. Konrad Bergmeister hält eine Ansprache in der Festveranstaltung.

Prof. Konrad Bergmeister delivering his speech at the ceremony


### In Charge of one of Europe’s most significant Construction Projects

Professor Konrad Bergmeister has been university professor for constructional engineering at the University of Natural Resources and Life Sciences (BOKU) in Vienna and president of the Free University of Bolzano since 2010. In his role as technical director of the Brenner Autobahn Gesellschaft, parallel to his professorship, he tried out in

wissenschaftlichen Auszeichnungen, den Ehrendokortitel, zu verleihen.“ Prof. Manfred Keuser, der die Laudatio hielt, zeichnete die verschiedenen Lebensstationen des Südtirolers nach und würdigte den Menschen Bergmeister: „Das Besondere an ihm lässt sich über fünf wichtige Eigenschaften ausdrücken, die er besitzt: er kann motivieren und Begeisterung wecken, denkt gesamtgesellschaftlich, entscheidet schnell, ist zuverlässig und besitzt ein hohes Maß an Bodenhaftung.“

### Leiter eines der wichtigsten europäischen Bauprojekte

Professor Konrad Bergmeister ist seit dem Jahr 1993 Universitätsprofessor für Konstruktiven Ingenieurbau an der Universität für Bodenkultur in Wien und seit dem Jahr 2010 Präsident der Freien Universität Bozen. In seiner Tätigkeit als Technischer Direktor der Brenner Autobahn Gesellschaft, parallel zur Professur, hat er Methoden der Schadensanalyse und der Ertüchtigung geschädigter Bauwerke baupraktisch erprobt und dabei zahlreiche


neue wissenschaftliche Aufgabenstellungen in die Forschung eingebracht. Seit der Berufung zum Vorstand der Brenner Basis Tunnel SE (BBT SE) im Jahr 2006 kommen die außergewöhnlichen Fähigkeiten von Prof. Bergmeister für eines der größten europäischen Infrastrukturprojekte zum Tragen. Er hat für das Projekt mit der Überwindung großer technischer Herausforderungen ein tragfähiges Fundament geschaffen und auch die Finanzierung der nächsten Projektphasen sicherstellen können. Mit der Unterzeichnung der Kooperationsvereinbarung zwischen der BBT SE und der Universität der Bundeswehr München, unterzeichnet durch die Präsidentin Prof. Merith Niehuss und Prof. Konrad Bergmeister im Jahr 2009, wurde die Grundlage für eine wissenschaftliche Zusammenarbeit bei Fragestellungen im Zusammenhang mit der Planung und dem Bau des Brenner Basistunnels gelegt. 

---

**Dekan Prof. Jürgen Schwarz,**  
Universität der Bundeswehr,  
München/D

---

practice methods for analysing damage and repairing damaged structures and in the process contributed numerous new scientific concepts into research. Since he joined the board of the Brenner Basis Tunnel SE (BBT SE) in 2006, Professor Bergmeister's outstanding qualities have been available for one of the largest infrastructure projects in Europe. He created a sound foundation for overcoming major technical challenges and was able to secure the financing of the next project phases. Through the signing of the cooperation agreement between BBT SE and the Bundeswehr University by the president Prof. Merith

Niehuss and Prof. Konrad Bergmeister in 2009, the basis for scientific collaboration for issues relating to planning and constructing the Brenner Base Tunnel was laid. 



### 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

## Crossrail: Mega-Infrastrukturpro- jekt nimmt Formen an

Im Herzen der Olympiastadt London sind die ersten fünf Tunnelvortriebe für die insgesamt acht Tunnelröhren des riesigen Infrastrukturprojekts Crossrail gestartet. Der Bau der unterirdischen Bahnhofsbauewerke ist ebenfalls in vollem Gange. Der nachfolgende Bericht gibt einen Überblick über den westlichen Tunnelabschnitt (C300) sowie den Bau zweier Stationsbauewerke (C410).

Das Projekt Crossrail in London ist Teilstück der ca. 118 km langen Regionalexpresslinie zwischen Maidenhead und Heathrow im Westen und Shenfield und Abbey Wood im Osten. Insgesamt werden 37 Stationsbauewerke entlang der Strecke erstellt, das Kernstück der Baumaßnahme ist jedoch ein neuer Eisenbahntunnel zwischen dem Royal Oak Portal nahe Paddington im Westen und

**Chris Dulake**, BSc, C.Eng, FICE, Chief Engineer, Crossrail/UK;  
**Dipl.-Ing. Sascha Boxheimer**, Wayss & Freytag Ingenieurbau AG,  
Bereich Tunnelbau, Frankfurt am Main/D

dem Bahnhof Stratford und Woolwich im Osten Londons. Die insgesamt ca. 21 km lange Tunnelstrecke ist wie folgt in fünf Abschnitte (Bild 1) unterteilt:

- X-Drive von Royal Oak Portal (ROP) bis Farringdon mit einer Länge von ca. 6.400 m (C300 + C410)

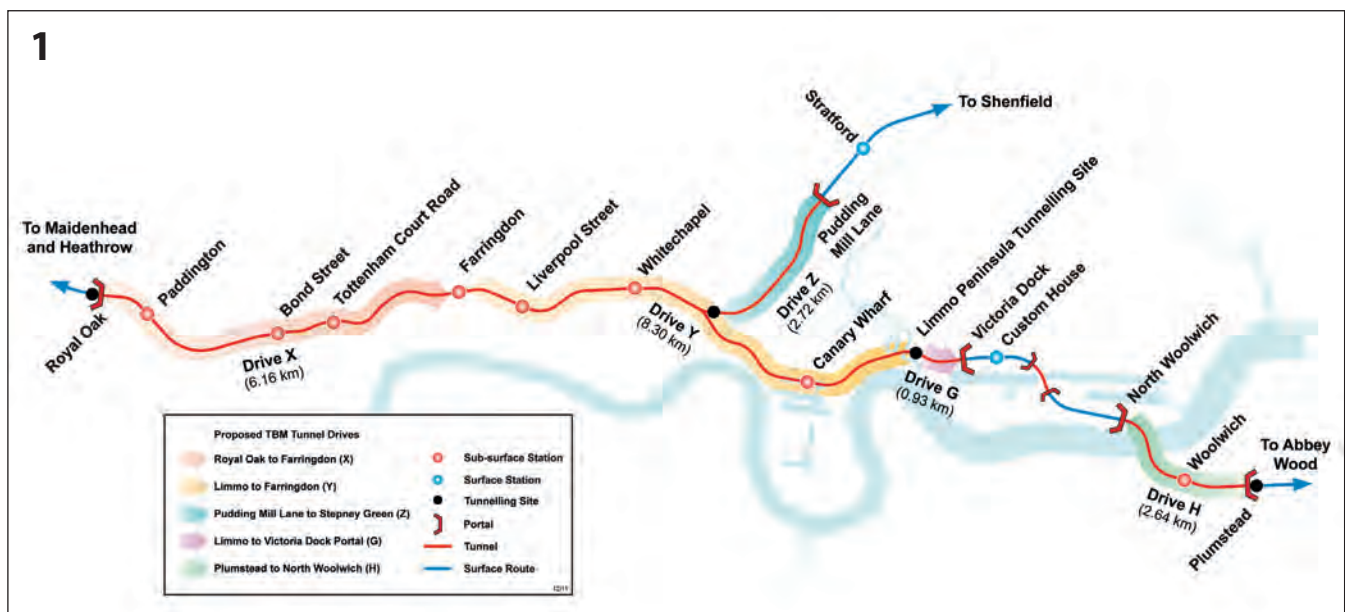
## Crossrail: Mega Infrastructure Project taking Shape

The first five tunnel drives for the altogether eight bores for the giant Crossrail infrastructure project have begun in the heart of the Olympic City of London. The construction of the underground stations is also progressing. The following report provides an overview of the western tunnel section (C300) as well as the construction of two stations (C410).

The Crossrail project in London is a part of the roughly 118 km long regional line between Maidenhead and Heathrow in the west and Shenfield and Abbey Wood in the east. The line will serve a total of 37 stations along its route, however at the core of the scheme are the new rail tunnels between the Royal

Oak Portal near Paddington in the west and Stratford and Woolwich in the east of London. The altogether approx. 21 km long tunnel route is divided up into the following five sections (Fig. 1):

- X-drive from Royal Oak Portal (ROP) to Farringdon some 6,800 m in length (C300)
- Y-drive from Limmo Peninsula to Farringdon with a length of roughly 8,300 m (C305)



Crossrail Tunnelvortriebe [1]

Crossrail tunnelling drives [1]

- Y-Drive von Limmo Peninsula nach Farringdon mit einer Länge von ca. 8.300 m (C305)
- G-Drive von Limmo to Victoria Dock Portal mit einer Länge von 930 m (C305)
- H-Drive von Plumstead to North Woolwich 2.640 m (C310)
- Z-Drive von Pudding Mill Lane nach Stepney Green 2.720 m (C305)

Im Zuge der Baumaßnahme werden neun Bahnhöfe erstellt, acht davon unterirdisch (Paddington, Bond Street, Tottenham Court Road, Farringdon, Liverpool Street, Whitechapel, Canary Wharf and Woolwich). Alle Stationen außer einer (Custom House) erlauben des Weiteren den Transfer zwischen bestehenden U-Bahnlinien und oberirdischen Linien entlang der beiden jeweils eingleisigen Tunnelröhren, alle mit einem Innendurchmesser von 6,2 m. Für die Durchführung der Bauarbeiten wurde das Projekt in verschiedene Baulose unterteilt und an mehrere Arbeitsgemeinschaften vergeben.

Die Auslegung der neuen Trasse auf bis zu 24 Züge/h ermöglicht es zusätzlichen 1,5 Mio. Personen, sich zwischen den Londoner Schlüsselstadtgebieten in weniger als 45 Minuten hin und her zu bewegen.

### Auftraggeber und Vertragsform

Speziell mit dem Zweck, die neue Verkehrsverbindung zu entwickeln und zu bauen, wurde im Jahre 2001 Cross London Rail Links Ltd (CLRL) gegründet (nun Crossrail Ltd (CRL)). Seit dem Jahr 2008 ist CRL eine hundertprozentige Tochtergesellschaft der Londoner

Verkehrsbetriebe (Transport for London). Bei der Vergabe und Abwicklung der Hauptverträge der Tunnel- und Bahnhofslose kommt das englische Target Price Vertragsmodell zur Anwendung. Dabei wird in der Bauphase zunächst nach tatsächlichen Kosten mit Zuschlag abgerechnet und nach Bauende diese Summe gegen einen Zielpreis abgeglichen. Damit wird eine ausgewogene Risikoverteilung zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer erreicht. Kostenüberschreitungen und -unterschreitungen werden nach einem bestimmten Schlüssel geteilt. Dieses Vertragsmodell erzwingt eine sehr offene Kommunikation zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer und stellt den gemeinsamen Projekterfolg in den Vordergrund.

Beide Vertragsparteien werden motiviert, die tatsächlichen Kosten des Projekts zu minimieren, weil dies einerseits für den Auftraggeber die geringstmögliche Vergütung bedeutet, andererseits aber gleichzeitig für den Auftragnehmer auch die größte Gewinnspanne ergibt. Beim Bau auftretende Änderungen können zielorientierter und schneller umgesetzt werden als dies bei Einheitspreis- oder Pauschalpreisverträgen der Fall ist.

### Bauverträge C300 und C410 – Zuschlag durch Loskombination

Der vorliegende Beitrag gibt einen Überblick über die beiden Verträge C300, den mit zwei Tunnelbohrmaschinen (TBM) aufgefahreten sogenannten X-Drive vom Royal Oak Portal bis nach Farringdon einschließlich des Schachts Fisher Street und zugehöriger Übergangstunnel,

- G-drive from Limmo to Victoria Dock Portal – some 930 m long (C305)
- H-drive from Plumstead to North Woolwich – 2,640 m (C310)
- Z-drive from Pudding Mill Lane to Stepney Green – 2,720 m (C305)

Nine new stations are being built, eight of which are underground (Paddington, Bond Street, Tottenham Court Road, Farringdon, Liverpool Street, Whitechapel, Canary Wharf and Woolwich) and all but one (Custom House) will be set up to allow transfers to existing underground and surface lines along the two single-track tunnel bores, all with an internal diameter of 6.2 m. The project was split up into various contract sections for executing the construction work and awarded to a number of joint ventures.

The rail line is designed to carry up to 24 trains/h and will bring an extra 1.5 million passengers to within 45 minutes of central London.

### Client and contractual Form

Cross London Rail Links Ltd. (CLRL) was established in 2001 (now Cross Rail Ltd (CRL)) with the particular aim of developing and building the new transport link. Since 2006, CRL has been a 100 % subsidiary of Transport for London. The British target price contract model is applied for awarding and executing the main contracts for the tunnel and station lots. In this connection, calculations during the construction phase are initially worked out on the basis of actual costs plus supplement and this sum balanced against a target price at the end of construction. In this way, a balanced

distribution of risks is arrived at between the client and contractor. If prices are exceeded or fall short off the difference is split in accordance with a particular key. This contract model results in extremely open communication between the client and contractor and encourages the joint success of the project.

Both parties involved are motivated to minimise the actual costs for the project, because on the one hand this signifies the lowest possible fee for the client while at the same time providing the greatest possible profit margin for the contractor. Any alterations that ensue during the construction process can be applied in a targeted fashion more rapidly than is the case of unit price and lump sum contracts.

### Construction Contracts C300 and C410 – Award based on combined Contracts

This report provides an overview of the two contracts C300, the TBM (Tunnel Boring Machine) driven so-called X-drive from Royal Oak Portal to Farringdon including the Fisher Street Shaft and adjacent crossover tunnels, and C410, the SCL (Sprayed Concrete Lining) station tunnels for Bond Street and Tottenham Court Road stations. Originally taking the form of individual contracts, they were combined as a result of an alternative proposal put forward by the BFK Joint Venture, comprising BAM Nuttall (with Wayss & Freytag Ingenieurbau), Ferrovial Agroman and Kier Ltd. – with the awarded contract worth some 600 million euros. Apart from saving on the financial front there were also engineering, scheduling and environmentally and transport relevant advantages by involv-

und C410, der Rohbauerherstellung der in Spritzbetonbauweise (Sprayed Concrete Lining, SCL) hergestellten Stations-tunnel für die Stationen Bond Street und Tottenham Court Road. Ursprünglich als Einzelbauaufträge ausgeschrieben, wurden die beiden Aufträge im Zuge des „spending review“ (Investitionsüberprüfung) auf Basis eines Sondervorschlags kombiniert und zusammen an das Joint Venture BFK, bestehend aus den BAM Nuttall (mit Wayss & Freytag Ingenieurbau), Ferrovial Agroman und Kier Ltd. mit einem Auftragswert von ca. 600 Mio. Euro vergeben. Neben den finanziellen Einsparungen ergeben sich auch bauverfahrenstechnische, terminliche und umwelt- und verkehrsrelevante Vorteile aus Ausführung durch eine Arbeitsgemeinschaft. Hierauf wird später noch etwas genauer eingegangen.

### Phyllis und Ada streben gegen Farringdon

Der X-drive (C300) umfasst die Herstellung zweier eingleisiger jeweils ca. 6.800 m langer Tunnelröhren mit einschaligem Tübbingausbau. Ausgehend vom Startschacht am Royal Oak Portal (ROP), der nicht Vertragsbestandteil des C300 ist, führt die Trasse zunächst unter dem Gleisfeld des Kopfbahnhofs Paddington hindurch. Die neu zu erstellende Station Paddington wird mit beiden Tunnelbohrmaschinen passiert und die Tunnelschale hier nachträglich im Zuge des Aushubs der Station abgebrochen. Anschließend führt die Trasse durch die Station Bond Street, die parallel mit den Tunnelvortrieben erstellt wird. Danach wird die Station Tottenham Court Road passiert, die

ebenfalls gleichzeitig mit den Tunnelvortriebsarbeiten gebaut wird, bevor die Vortriebe an der Station Farringdon enden. Auf dem Weg passieren die Vortriebe noch den Schacht Fisher Street mit den zugehörigen Kreuzungstunnel und kreuzen insgesamt acht bereits bestehende Londoner U-Bahnlinien. Die Trasse bewegt sich

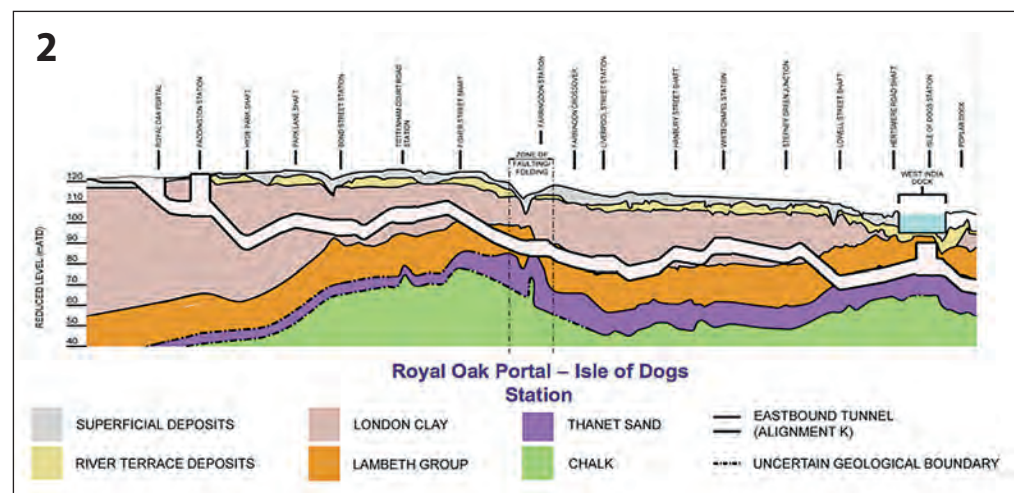
ing the services of a joint venture. This will be looked at more closely at a later stage.

### Phyllis and Ada head for Farringdon

The X-drive (C300) comprises the construction of two single-track bores, each roughly 6,800 m long with a single-shell segmental lining. From the starting point at

ground lines. With the exception of the launch section at the ROP the route mainly negotiates London Clay with parts of the lower cross-section running through the Lambeth Group and Thanet Sands (Fig. 2).

The two bores are being excavated with an external diameter of 7.1 m, lined by 1.6 m long rings that are made up of seven



Geologischer Längsschnitt Crossrail [4]

Geological longitudinal section – Crossrail [4]

mit Ausnahme des Anfahrbereiches am ROP hauptsächlich im Londoner Ton (London Clay) und bereichsweise im unteren Querschnitt in der Lambeth Gruppe und den Thanet Sanden (Bild 2).

Aufgefahren werden die beiden Tunnelröhren mit einem Außendurchmesser von 6,8 m, einer Ringlänge von 1,6 m (Standardringe) und einer Ringteilung von 7+1 durch zwei Erddruckschilde der Firma Herrenknecht AG mit 7,1 m Durchmesser und den Namen Phyllis und Ada. Die beiden annähernd 1.000 t schweren Vortriebsanlagen sind jeweils ca. 150 m lang, wurden vollständig auf der Baustelleneinrichtungsfläche am ROP montiert und anschließend dem Nachlaufsystem die 450 m lange Zufahrtsrampe

the Royal Oak Portal (ROP), which is not a part of the C300 contract, the route initially runs beneath the approach tracks of Paddington terminal station. Both tunnel boring machines pass through the new station being constructed at Paddington and the tunnel shell subsequently excavated when the station is being built. Then the route runs through the new Bond Street Station, which is constructed in parallel to the tunnel drives. It then passes through Tottenham Court Road Station, which is also being constructed in parallel to the tunnel driving operations, before the drives end up at Farringdon Station. Along the way the drive will pass the Fisher Street Shaft and Crossover tunnels and interchange with a total of eight existing London Under-

segments and a key which are erected by two Herrenknecht EPB shields bearing the names Phyllis and Ada. The two driving installations weighing around 1,000 t each are some 150 m long. They were completely re-assembled at the ROP and transported down the 450 m long access ramp to the launch point headwall along with their back-up systems (Fig. 3).

Steel fibre reinforced 30 cm thick segments that have proved themselves elsewhere in the U.K., are used for the tunnel lining. These segments are provided with plastic fibres to assure sufficient safety in the event of fire. Plastic anchors are used to couple the rings on the circumferential joints. A dual component mortar is applied for grouting the annular gap.

bis zur Anfahrwand herunter transportiert (Bild 3).

Für den Tunnelausbau kommen, wie in Großbritannien bewährt, stahlfaserbewehrte Tübbinge mit einer Ausbaudicke von 30 cm zum Einsatz. Zur Gewährleistung einer ausreichenden Sicherheit im Brandfall werden die Segmente mit Kunststofffasern ver-

nungsbreite über zwei oder drei Ringe – exemplarisch zu sehen für CP01 im Bild 4. Dies ermöglicht eine steife Rahmenkonstruktion und eine relativ einfache Öffnung der Tunnelchale vor dem Auffahren der Querschläge. Dieses Konzept hat sich in Großbritannien ebenfalls in der Vergangenheit bestens bewährt.



TBM Westbound (S-705) auf dem Weg zur Anfahrwand  
Westbound TBM (S-705) en route to the start-up wall

setzt. Die Kopplung der Ringe erfolgt über Kunststoffdübel in den Ringfugen. Zur Verpressung des Ringspalts kommt ein Zweikomponenten-Mörtel zum Einsatz.

Parallel mit den Vortrieben sind neben der Vorbeifahrt an den großen Bahnhofsbauwerken durch BFK insgesamt sechs Querschläge sowie zahlreiche Stollenanschlüsse für die Ventilation oder für Leitungstrassen in bergmännischer Bauweise im Bereich der Stationen herzustellen. Im Bereich dieser Querverbindungen kommen sogenannte SGI-Fensterlinge (spheroidal graphite iron) zum Einsatz, bestehend aus Kugelgrafitguss, die im Endzustand ausbetoniert werden (Verbundkonstruktion). Diese erstrecken sich je nach Öff-

Im Bereich des Royal Oak Portals (ROP) und der sich direkt anschließenden Lord Hill Bridge sind umfangreiche Bodenverbesserungsmaßnahmen erforderlich, um die sichere Schildanfahrt bzw. die sichere Unterfahrung der Brücke zu gewährleisten. Die Bodenüberdeckung ist in diesem Bereich anfangs weniger als ein halber Durchmesser und liegt dazu noch im sogenannten Made Ground, einer quartären Anschüttung. Die durch Crossrail spezifizierten Setzungsgrenzen sind auf Grund der sensiblen Bebauung über und angrenzend an die Tunneltrassen (Gründung der Harrow Road Autobahn-Hochstraße sowie die Gleise von London Underground parallel zur Tunneltrasse) äußerst hoch und erfordern

In addition to the TBM drives, BFK will construct a total of six cross-passages (CP) as well as numerous connecting tunnels for the ventilation or cable ducts associated with the station tunnels themselves. Composite concrete and SGI (spheroidal graphite iron) rings are used to form the openings between the Running Tunnels to

Crossrail are extremely stringent owing to the sensitive built-up area above and around the tunnel route (foundation for the Harrow Road motorway flyover as well as London Underground tracks parallel to the tunnel route) requiring permanent surface and building monitoring with real time transmission.

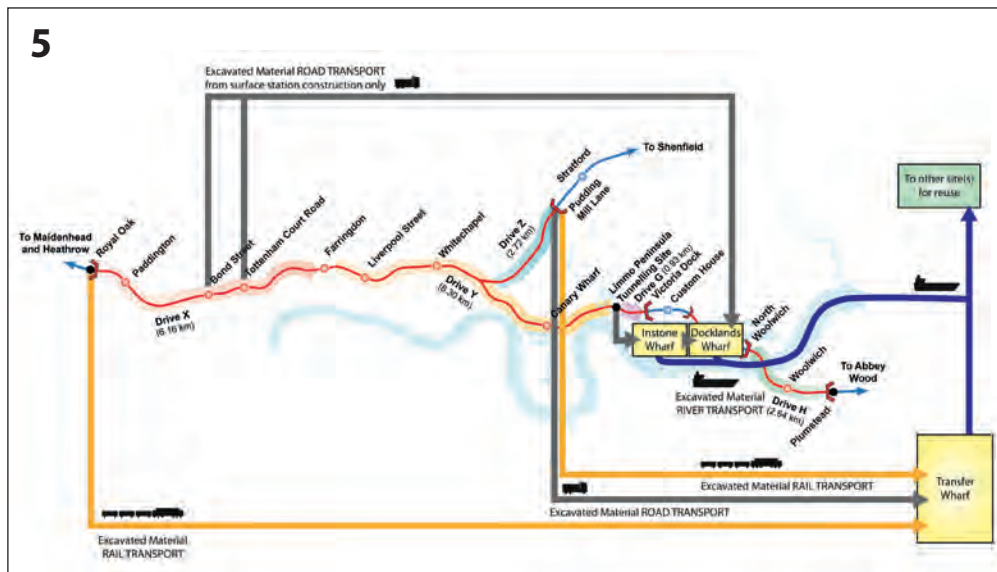


Tunnelschale Westbound Tunnel mit SGI-Öffnungs-Set CP01  
Westbound tunnel shell with SGI opening set CP01

the cross-passages and connecting tunnels. Depending on the width of opening these extend over 2 or 3 rings – CP01 in Fig. 4 provides an example. This facilitates a stiff frame structure and a relatively straightforward opening for the tunnel shell prior to driving the cross-passages. This concept has also thoroughly proved itself in the past in the U.K. as well.

Extensive soil improvement measures are required around the ROP and the adjacent Lord Hill's Bridge to secure the shield start-up and undercutting the bridge in a safe manner. In this area the ground overburden amounts to less than a half diameter quite apart from the fact that it is located in what is known as "made ground". The settlement limits specified by

Material and personnel transportation during the construction phase is rail based. The two tunnel boring machines are supplied logistically via the construction installation yard at the ROP. Excavated spoil is carried out of the tunnel via the tunnel conveyor belt. This applies to the spoil from the TBM drive as well as the material from the driving operations for the platform tunnels at the large stations of C410. The spoil is loaded onto rail cars via the almost 39,000 m<sup>3</sup> large intermediate transfer point at ROP. It is then taken by train to docks in the east of London before being transferred via ship to build a new nature reserve at Wallasea Island in Essex. Fig. 5 shows the global Crossrail concept for removing spoil from the various contract sections.



Crossrail – Aushubtransporte [1]

Crossrail – excavated material transportation [1]

ein permanentes Oberflächen- und Gebäudemonitoring mit Echtzeit-Übertragung.

Der Material- und Personaltransport während der Bauphase ist gleisgebunden. Die logistische Andienung der beiden Tunnelbohrmaschinen erfolgt über die Baustelleneinrichtungsfläche am ROP. Das Ausbruchmaterial wird über ein Tunnelförderband aus dem Tunnel herausgebracht. Dies betrifft nicht nur das Material aus dem TBM-Vortrieb sondern auch das Material aus den Vortriebsarbeiten der Plattfortuntunnel an den großen Stationen des C410. Über den knapp 39.000 m<sup>3</sup> großen Zwischenumschlag am ROP wird das Material auf Waggonen verladen. Per Zug wird das Material dann zu einem Schiffsanleger im Londoner Osten transportiert, von wo es per Schiff zum Einbauort am neuen Naturreservat Wallasea Island in Essex transportiert wird. Bild 5 zeigt das globale Crossrail-Konzept für den Materialabtransport der verschiedenen Bauleise.

### Tübbingproduktion

Die Produktion der ca. 72.000 Stahlfaserbetontübbinge erfolgt durch eine eigene von BFK aufgebaute Feldfabrik auf dem Gelände des Old Oak Common Eisenbahndepots. Auf einer Fläche von ca. 9.500 m<sup>2</sup> wurde eine zweifeldrige Fabrikationshalle mit vier Fertigungsstraßen und einer zentralen Betonmischanlage mit Labor erstellt, in der mittels 216 Schaltungen die Tübbinge in Standardfertigung hergestellt werden. Das dreifeldrige 11.000 m<sup>2</sup> große Tübbingfreilager bietet ca. 2.500 Tübbingringen Platz (Bild 6). Vom Freilager werden die Segmente per Lkw zum Startschacht am ROP transportiert, wo sich lediglich ein kleines Vorratslager befindet.

Auf Grund der Sonderringe im Bereich der Querverbindungen und Zugangsstollen, temporärer Ringe für die Aufweitungsbereiche in den Stationen, einiger höher bewehrter Ringe im Bereich von zu unterfahrenden Brückenfundamenten sowie zwei unterschiedlichen Ausführungs-

### Segment Production

Production of the roughly 72,000 steel fibre concrete segments is carried out at a purpose built factory on part of the Old Oak Common rail depot. A two bay production hall with four assembly lines and a central concrete mixing plant with laboratory was set up on an area of some 9,500 m<sup>2</sup>, in which 216 moulds are used to produce the segments. An 11,000 m<sup>2</sup> open-air storage facility has room for around 2,500 rings (Fig. 6). All the segments are transported from the storage facility by road to the ROP, where a small buffer supply is accommodated.



BFK-Tübbinglager am Old Oak Common

BFK segment storage facility at Old Oak Common

Up to 23 different types of rings were originally called for on account of the special rings for the cross-passages and access tunnels, temporary rings for the enlargement areas in the stations, some more highly reinforced rings for bridge foundations that had to be under-mined as well as two different types designed for the permanent track slab. Thanks to alternative proposals, BFK was able to reduce this number to 17. Nonetheless this high number requires extensive production planning and storage administration.

### Station Structures

As previously mentioned the extent of the combined C300/C410 contract package also includes the structural tunnel linings for Bond Street and Tottenham Court Road stations as well as the Fisher Street Shaft and the crossover tunnels. In addition, a separate construction contract for Farringdon station (C435) forms part of BFK's work on Crossrail.

At Bond Street Station, presented in 3D in Fig. 7, intensive compensation grouting is required to control the tunnelling induced ground movements from the mining operation to form the platform and passenger tunnels supported by SCL. In preparation for these grout-

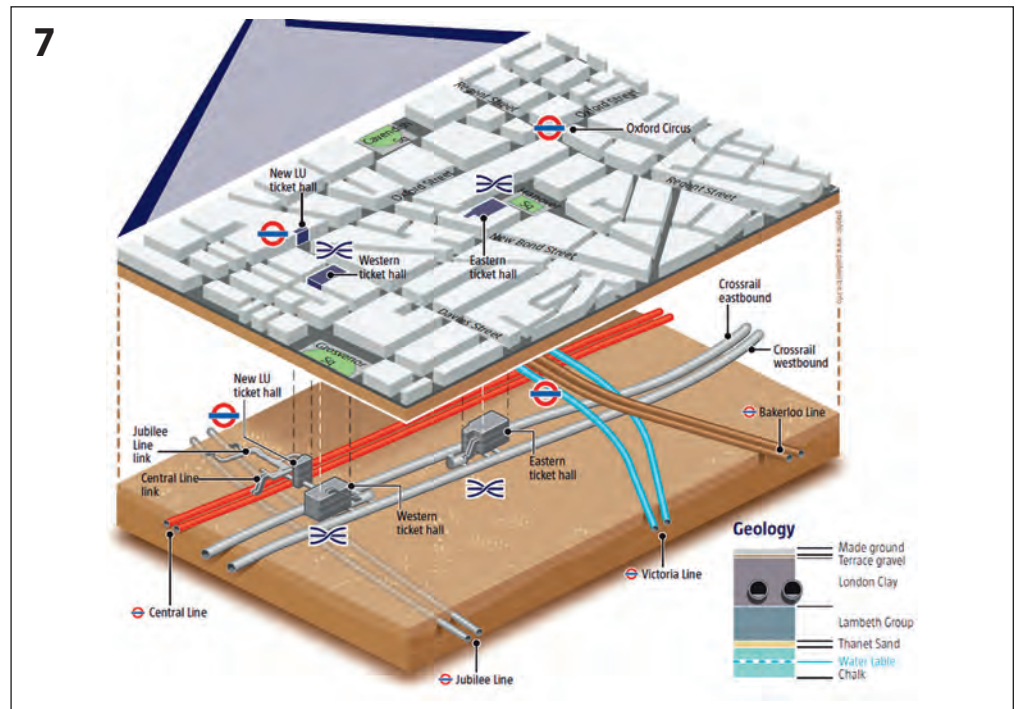


arten der Fahrbahnplatte, waren bis zu 23 verschiedene Ringtypen ausgeschrieben. BFK hat dies durch Alternativlösungen auf 17 reduziert. Trotzdem erfordert die hohe Anzahl eine vorausschauende Produktionsplanung und Lagerverwaltung.

### Stationsbauwerke

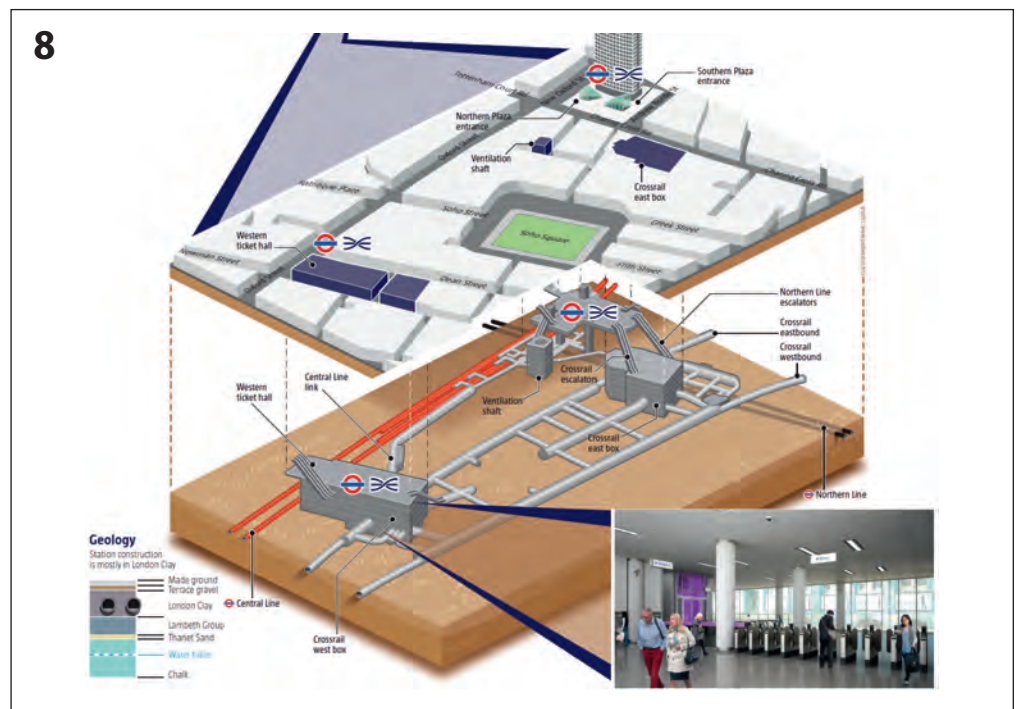
Wie bereits zuvor beschrieben, gehören zum Auftragsumfang des Kombinationspakets C300/C410 auch die Rohbauarbeiten der Stationstunnel an den Stationen Bond Street und Tottenham Court Road sowie des Schachts Fisher Street mit Kreuzungstunneln. Zusätzlich wurde BFK mittlerweile mit der Erstellung der Station Farringdon im Rahmen des C435 beauftragt.

An der Station Bond Street, dargestellt in der 3D-Ansicht im Bild 7, sind zunächst fünf Vertikalschächte in Caissonbauweise herzustellen, aus denen anschließend intensive Injektionsmaßnahmen (Compensation Grouting) zur Steuerung der Setzungen während der bergmännischen Vortriebsarbeiten an der Station erfolgen. Anschließend werden die Western und Eastern Ticket Halls in Schlitzwandbauweise hergestellt. Ab hier beginnt die Bauleistung des C410 mit der Herstellung von kurzen Verbindungstunneln in Spritzbetonbauweise (SCL) von den sogenannten Ticket Halls zu den Haupttunneltrassen. Der Ausbruchquerschnitt der beiden Plattformtunnel der Station hat einen Außendurchmesser von 11,0 m in der Breite auf 10,3 m in der Höhe. Auf der vorausliegenden westlichen Tunneltrasse



Zwischenbauzustand Station Bond Street mit Plattfortuntunneln West und Ost [5]

Interim state of construction at Bond Street Station with western and eastern platform tunnels [5]



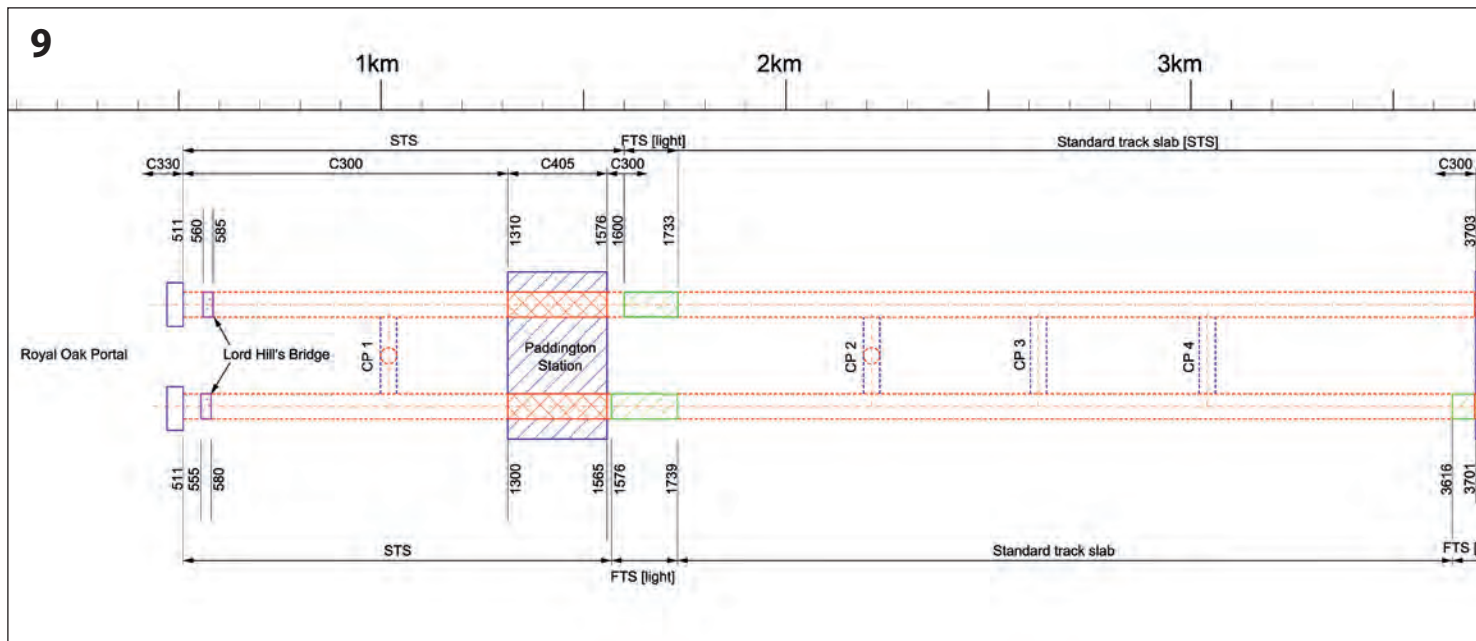
3D-Darstellung der Station Tottenham Court Road [5]

3-D presentation of Tottenham Court Road Station [5]

erfolgt die Aufweitung des Plattformtunnels auf dem größten Teil des Stationstunnels in Spritzbetonbauweise nach der Vorbeifahrt der TBM.

ing operations five vertical shafts have to be constructed. Then the western and eastern ticket halls are constructed by means of the diaphragm wall method. From

here work on C410 involves the building of short connecting tunnels using SCL from the ticket halls to the main tunnel alignments. The excavated cross-sec-



Schematische Übersicht X-Drive mit Stationsbauwerken und Querschlägen [1]

Schematic overview of X-drive with station structure and cross-passages [1]

Auf der östlichen Trasse wird ein ca. 120 m langer Teil des Plattformtunnels bereits vor der Ankunft der TBM aufgeföhren. Die TBM wird in diesem Bereich durch den Plattformtunnel durchgezogen und startet im Bereich der Eastern Ticket Hall erneut. Im Bereich der nachträglich aufzuweitenden Plattformtunnel werden bereichsweise 1,0 m breite temporäre Ringe (passend zur Abschlagslänge der SCL-Vortriebe) eingebaut, die im Zuge der Aufweitung der Plattformtunnel der Stationen wieder ausgebaut werden. Bei der Herstellung der primären Spritzbetonschale (SCL) kommt ein Nassspritzbeton mit Stahlfasern zum Einsatz, der mit Spritzrobotern aufgebracht wird.

Nach Abschluss der SCL-Arbeiten für die Außenschale wird zunächst die Wasserdichtung als gespritzte Abdichtung aufgetragen und dann die ebenfalls gespritzte Innenschale (ebenfalls Spritzbeton mit Stahlfasern) aufgetragen.

Der Verbundquerschnitt der gespritzten Außen- und Innenschale ist analog zum Tübbingausbau auf 120 Jahre Lebensdauer ausgelegt.

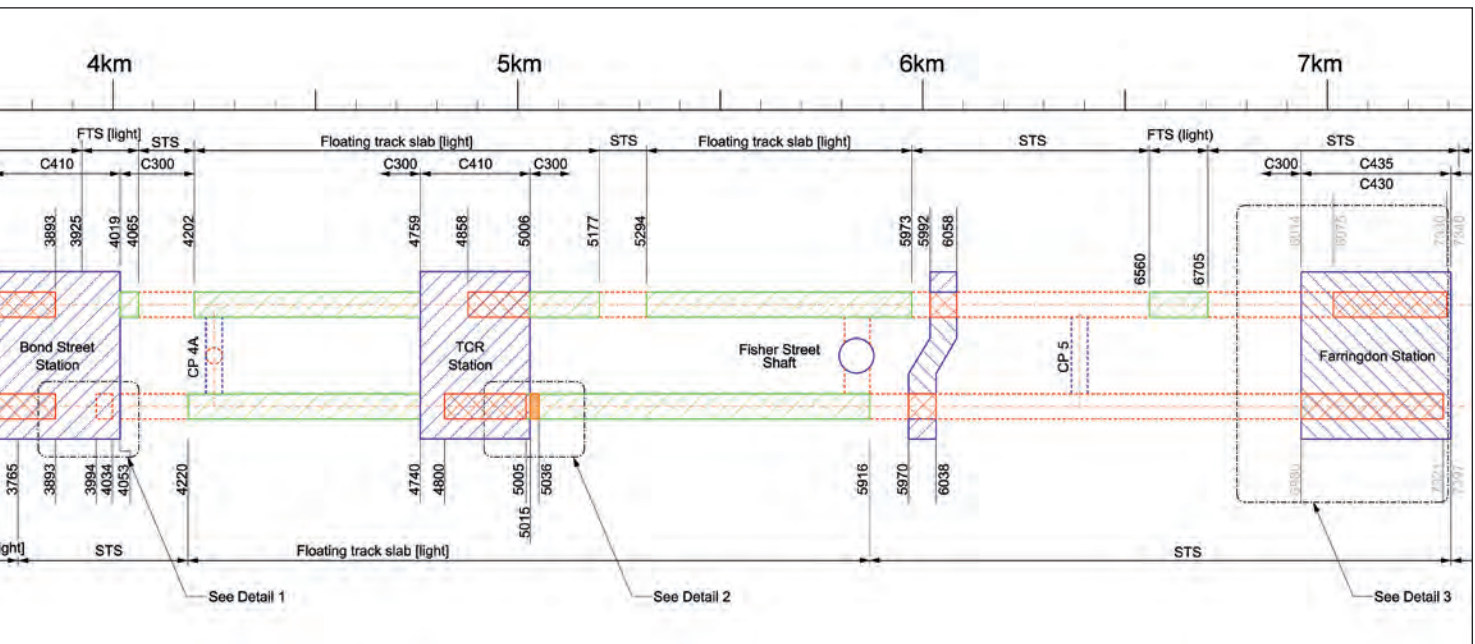
Die Haltestelle Tottenham Court Road, dargestellt in der 3D-Ansicht im Bild 8, wird charakterisiert durch die beiden großen Plattformtunnel entlang der westlichen und östlichen TBM-Tunneltrasse, mehrere Verbindungstunnel zwischen den beiden Haupttunneln sowie die beiden rechteckigen Tickethalls am östlichen und westlichen Ende. Die Plattformtunnel, ebenfalls hergestellt in Stahlfaserspritzbeton (SCL) mit aufgespritzter Abdichtung, haben einen Außendurchmesser von jeweils 11,2 m Breite und 10,5 m Höhe. Abgestimmt auf den prognostizierten Baufortschritt zum Zeitpunkt der Vorbeifahrt der TBM, werden die Plattformtunnel teilweise vor der Vorbeifahrt der beiden Schildmaschinen aufgeföhren oder nachträglich aufgeweitet. Im Westen ist geplant die TBM

tion of the two station platform tunnels is approximately 11.0 m wide and 10.3 m high. The leading TBM will drive through the majority of the westbound platform tunnel forming a pilot tunnel from which the full size platform tunnel will be formed as an SCL enlargement. Along the eastbound tunnel route an approx. 120 m long part of the platform tunnel will be constructed prior to the arrival of the TBM. In this section the TBM will be pulled through the existing platform tunnel and restarted at the eastern ticket hall. Where platform tunnels are formed by enlargement of the TBM pilot tunnels 1.0 m wide temporary rings are installed to match the planned 1.0 m advance of the SCL enlargement. A wet sprayed concrete with steel fibres is applied to form the primary SCL, which is placed using robots.

Once the SCL work is completed for the primary lining (outer) shell, a waterproofing layer is sprayed on and then the secondary lining (inner)

shell, also wet sprayed concrete with steel fibres is installed. The composite primary and secondary linings are designed to serve 120 years in common with the segmental lining.

Tottenham Court Road Station, presented in 3D in Fig. 8, is characterised by the two large platform tunnels along the westbound and eastbound TBM tunnel routes, several connecting tunnels between the two main tunnels as well as the two rectangular ticket halls at the eastern and western ends. The platform tunnels, also built using steel fibre SCL with an integral sprayed waterproofing membrane, each possess an excavated cross section 11.2 m wide and 10.5 m high. Depending upon the actual construction progress prevailing at the time the platform tunnels are driven either as enlargements to segmental pilot tunnels formed by the TBMs or entirely from incremental SCL headings prior to TBM arrival. The current plan is for the westbound platform tun-



komplett an der Station vorbeifahren zu lassen und den Plattformtunnel anschließend aufzuweiten. Auf der östlichen Trasse wird die TBM in einem bereits bergmännisch aufgefahrenen SCL-Bereich am westlichen Ende der Station empfangen, durchgezogen und am östlichen Ende erneut gestartet. Auch hier werden die Tunnelringe in den Durchfahrungsbereichen während der Aufweitung zurückgebaut.

Sowohl an der Haltestelle Tottenham Court Road als auch an der Bondstreet werden zunächst obertätig Mischanlagen zur Herstellung des Spritzbetons aufgestellt und der Spritzbeton über die Schächte in Fahrmischer umgeschlagen,

die das Material zum jeweiligen Einsatzort bringen. Nach Abschluss der Tunnelvortriebsarbeiten erfolgt die Andienung des Spritzbetons über die Tunneltransportfahrzeuge vom Royal Oak Portal aus.

Zwischen der Station Tottenham Court Road und der Station Farringdon liegt der kreisrunde Schacht Fisherstreet zwischen den beiden Fahrtunnelröhren und nach Osten ist ein Gleiswechsellunnel angeordnet, der beide Tunnel verbindet. Neben den umfangreichen Spritzbetonarbeiten (SCL) sind auch hier intensive setzungsbegrenzende Sicherungsmaßnahmen in Form von Injektionen (Compensation Grouting) erforderlich.

to be enlarged from a TBM driven pilot tunnel over its entire length with the segmental lining removed as the enlargement progresses. For the eastbound the full size platform tunnel will be formed incrementally in SCL prior to the TBM arrival. On arrival at the western end the TBM will be pulled through the completed platform tunnel and re-launched at the eastern end.

At Tottenham Court Road Station as well as Bond Street, mixing units are set up on the surface to produce the sprayed concrete, which is then transferred to mobile mixers via the shafts in order to transport the sprayed concrete to where it is required. After completion of the tunnel driving operations

the sprayed concrete is carried in transport vehicles from the Royal Oak Portal.

Between Tottenham Court Road and Farringdon stations the circular Fisher Street Shaft is located between the two running tunnel bores and a crossover tunnel is located to the east linking the two running tunnels. Intensive safety measures in the form of compensation grouting have to be undertaken here in addition to the extensive SCL activities.

The platform tunnels at Farringdon Station (C435) are accomplished in similar fashion to Bond Street and Tottenham Court Road stations through enlarging the cross-section after removing the temporary seg-

# Concrix®

**DIE Alternative zu Stahlfasern: über 1'000 J mit unter 4 kg/m<sup>3</sup>**

Kein Rost. Keine Korrosion. Kein Kriechen. Keine Verletzungsgefahr. Hervorragendes Arbeitsvermögen.

**BRUGG**

**CONTEC**

Strong fibers.

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

Die Plattformtunnel der Station Farringdon (C435) werden ähnlich wie bei den Stationen Bond Street und Tottenham Court Road in Spritzbetonbauweise durch eine Querschnittsaufweitung bei vorausgehendem Rückbau der temporären Tübbingringe realisiert. Am Ende der Station Farringdon enden die TBM-Vortriebe des Loses C300. Die beiden Erddruckschilde werden unterirdisch demontiert, bevor der weitere Stationsausbau fortgesetzt werden kann. Zu einem späteren Zeitpunkt werden auch noch die entgegenkommenen TBM des östlichen Loses C305 in dieser Haltestelle enden.


Insbesondere durch den optimierbaren Bauablauf zwischen TBM-Durchfahrt an den Bahnhöfen und den SCL-Vortrieben hat sich die Loskombination von C300 mit C410 bewährt.

### Stand der Arbeiten und Ausblick

Die ersten fünf der insgesamt acht aufzufahrenden Tunnelvortriebe für das gesamte Crossrail-Projekt sind gestartet und die beiden BFK-TBM haben bereits die erste Station Paddington erfolgreich passiert. Neben den Vorbeifahrten, den Durchfahrten sowie den Durchzugsvorgängen durch die großen Bahnhöfe Bond Street, Tottenham Court Road und Farringdon sowie dem Schacht Fisherstreet erwartet das Team BFK noch einige andere Herausforderungen, bevor die TBM in der zweiten Jahreshälfte 2013 ihre Endposition erreicht haben werden. Nach dem Erreichen der Zielposition werden die Maschinen demontiert und geborgen. Anschlie-

ßend wird der Innenausbau in den Röhren vorangetrieben.

Parallel mit den TBM-Vortriebsarbeiten sind die bergmännischen Arbeiten an den Spritzbetontunneln der Stationen Bond Street, Tottenham Court Road und Fisher Street gestartet worden. Durch eine geschickte Bauablaufplanung der Aufweitungsarbeiten der Plattformtunnel und der passierenden Tunnelvortriebsmaschinen wird ein Abschluss der Leistungen bis Ende 2015 angestrebt (Bild 9).

Die Eröffnung des zentralen Streckenabschnitts für den Personenverkehr ist für das Jahr 2018 anvisiert. 


mental rings. The TBM drives for Contract 300 finish at the end of Farringdon Station. The two EPB shields will be removed before further work on developing the station can forge ahead. At a later date the TBMs advancing through Contract 305, the eastern running tunnel drives, will complete their drives at this station.

The combined 300/410 Contract has proved itself particularly thanks to the optimised construction cycle involving the TBM passage at the stations and the SCL drives.

### Stage reached by Work and Outlook

The first five of the altogether eight tunnel drives that are necessary for the whole project have started up and the TBMs have already successfully passed through the first station – Pad-

dington. Until the TBMs reach their final position, planned for the second half of 2013, the BFK tunnelling team must face a number of other challenges apart from driving through and pulling through procedures at the major Bond Street, Tottenham Court Road and Farringdon stations as well as the Fisher Street Shaft. Once this target is reached the machines will be removed. Then the interior fit-out of the bores can be completed. Work on the SCL tunnels for Bond Street and Tottenham Court Road stations and Fisher Street Shaft have also been started parallel to the TBM driving operations. The aim is to complete activities by the end of 2015 (Fig. 9).

It is intended to open the complete central section of the route for passengers in 2018. 

#### Literatur / References

- [1] Crossrail – [www.crossrail.co.uk](http://www.crossrail.co.uk) and contract documents
- [2] BamFerrovia/Kier – interne Präsentationen 2010 und 2011
- [3] Wayss & Freytag Ingenieurbau AG, Vortrag Dr. Blaschko  
NEC-Vertrag Crossrail
- [4] Crossrail management mobilized, Tunnel Talk, May 2009
- [5] Bids called for remaining Crossrail stations, Tunnel Talk, April 2011



**Lin Ming, Project Director**

China Communications Construction Company Ltd. (CCCC):

"PERI convinced us not only with its expertise and vast project experience but also with its very high level of efficiency and strong cooperation. We would like to thank the PERI project team for its great commitment in this unique project."



Two hydraulically-operated shuttering machines are being used for the efficient realization of 33 tunnel elements with a length of 180 m using the incremental launching method.



The 180 m long tunnel tube sections are pushed from the field factory into a dry dock, sealed by means of bulkheads, flooded and then towed to their final positions.

# World's longest underwater tunnel – built with PERI know-how



Visit us at the bauma  
15<sup>th</sup>- 21<sup>st</sup> April | Munich | Germany.  
Open-air area F7-North | Stand N 719



Formwork  
Scaffolding  
Engineering

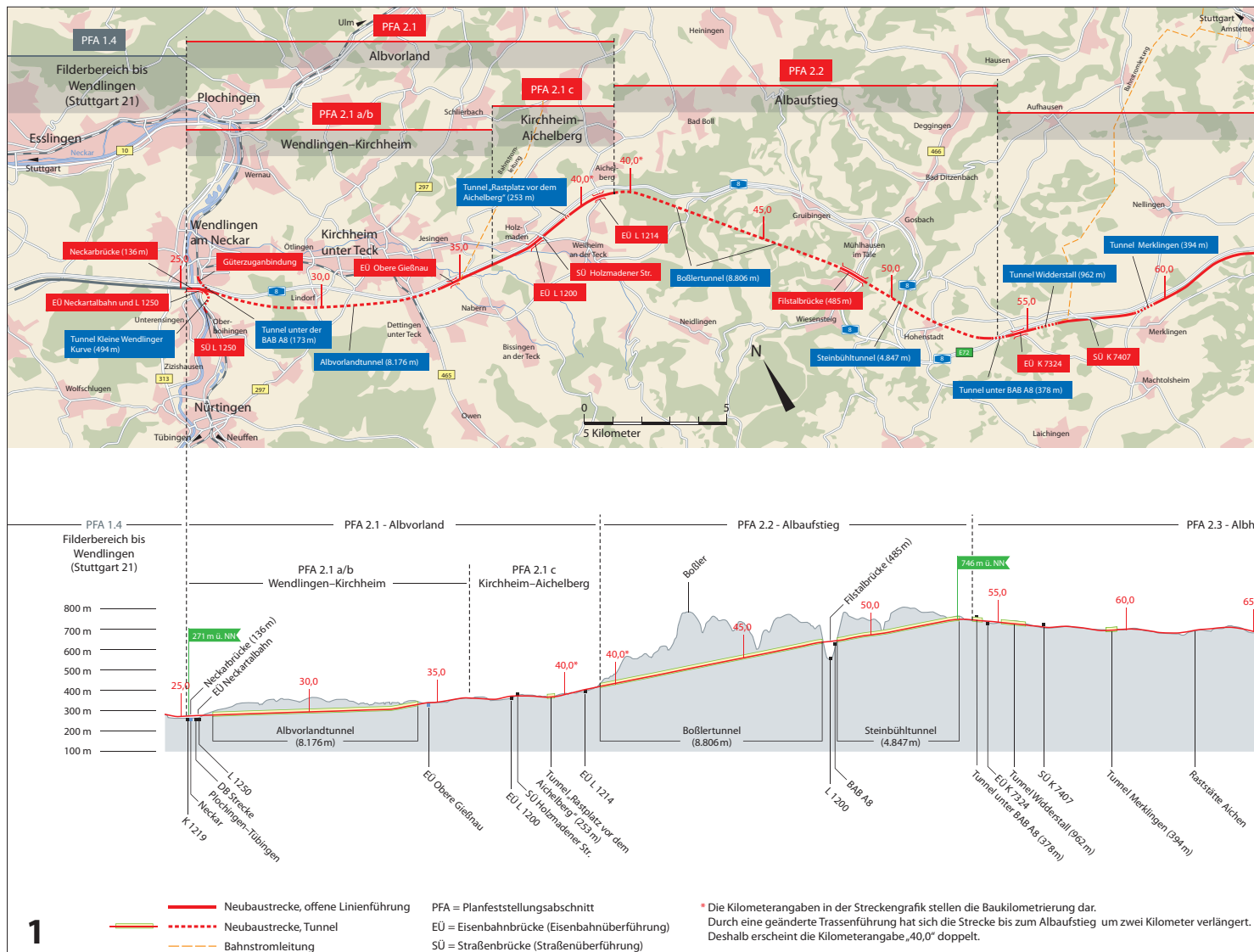
[www.peri.com](http://www.peri.com)

# Ein Überblick der Tunnel der Neubaustrecke Wendlingen-Ulm

Die Hälfte der 60 km langen Neubaustrecke Wendlingen-Ulm ist in Tunneln trassiert. Dieser Beitrag gibt einen Überblick über die Strecke und Planfeststellungsabschnitte und beschreibt im Verlauf von Wendlingen nach Ulm die besonderen Herausforderungen der einzelnen Bauwerke.

# An Overview of the Tunnels on the new Wendlingen-Ulm Railway Line

Half of the 60 km long new rail route between Wendlingen and Ulm runs through tunnels. This report provides an overview of the line and its plan approval sections and describes the special challenges presented by the individual tunnels between Wendlingen and Ulm.



Gesamtübersicht der Neubaustrecke NBS Wendlingen-Ulm  
 General overview of the new Wendlingen-Ulm rail route

## Überblick

Die Neubaustrecke (NBS) Wendlingen-Ulm ist der längste Neubaubauabschnitt des Bahnprojekts ABS/NBS Stuttgart-Ulm-Augsburg. Das Bahnprojekt Stuttgart-Ulm ist Bestandteil der Europäischen Magistrale von Paris nach Bratislava und setzt sich aus drei Projektteilen zusammen:

- Bereich Stuttgart-Wendlingen (Stuttgart 21) mit der Umgestaltung des Stuttgarter Hauptbahnhofs, dem Filderbahnhof am Flughafen, der Neubaustrecke vom Flug-

**Dipl.-Ing. Matthias Breidenstein, Dr.-Ing. Stefan Kielbassa, Dipl.-Ing. Herwig Ludwig**, Projektleiter der Neubaustrecke, DB ProjektBau GmbH, Stuttgart/D

hafen bis nach Wendlingen und den entsprechenden Zulaufstrecken,

- Neubaustrecke Wendlingen-Ulm einschließlich der schon in Betrieb befindlichen, neuen Donaubrücke und
- Bereich Neu-Ulm-Augsburg als Ausbaustrecke mit dem bereits fertig gestellten Bahnprojekt Neu-Ulm 21.

Die NBS Wendlingen-Ulm ist 60 km lang. Sie wird die Fahrzeit

## Overview

The new Wendlingen-Ulm railway line (NBS) is the longest new section of the new/upgraded rail project Stuttgart-Ulm-Augsburg. The Stuttgart-Ulm rail project is part of the European rail artery running from Paris to Bratislava and involves 3 part-sections:

- Section Stuttgart-Wendlingen (Stuttgart 21) involving the re-vamping of Stuttgart Central Station, the Filderbahnhof at Stuttgart airport, the new rail line from the Airport to Wendlingen and the corresponding access lines,
- The new Wendlingen-Ulm route including the new Danube Bridge, which is already operational and the
- Neu-Ulm-Augsburg upgraded route with the already completed Neu-Ulm 21 rail project.

The new Wendlingen-Ulm railway line is 60 km long. It will cut the travel time from Stuttgart to Ulm by 30 minutes to practically the half of the current time needed. In planning terms the new rail line is divided up into 7 plan approval sections (PFA) (Fig. 1). The plan approval section 2.5 a2 with the Danube Bridge has been completed. Construction work in sections 2.1 c, 1.1, 2.3 and 2.4 has already begun.

The new railway line is devised to cope with a maximum speed of up to 250 km/h with a minimum radius of 2,305 m. The largest gradient amounts to 3.5 % in the short trough exit for the Albstadt Tunnel at Ulm Station. The standard gradient amounts to 2.5 %. The lowest point of the route – 271 m

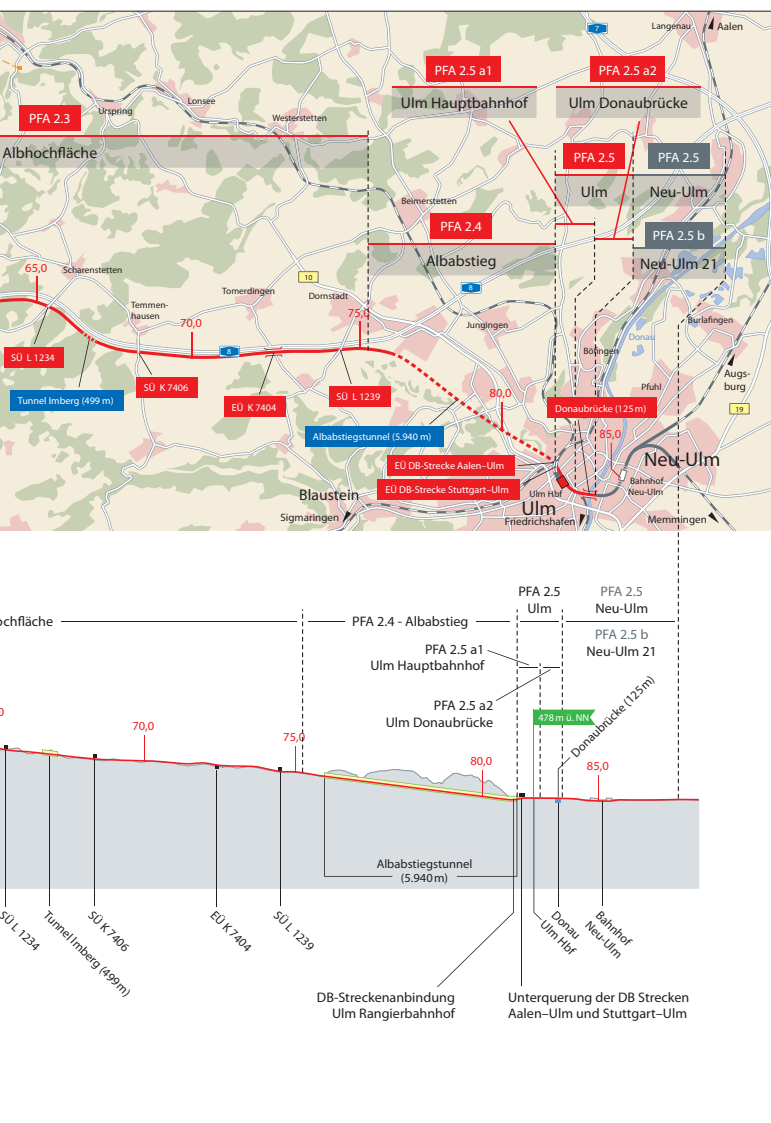
ASL – is located on the Neckar Bridge at Wendlingen, the highest point – 741 m ASL – is at the south-easternmost end of the plan approval section 2.2 Albaufstieg shortly before the end of the Steinbühl Tunnel. Half the route runs through tunnels owing to the complex geology. The individual tunnels with the challenges they posed are presented in the following as subsequently encountered from Wendlingen to Ulm.

## Plan Approval Sections 2.1 a/b and c “Albvorland”

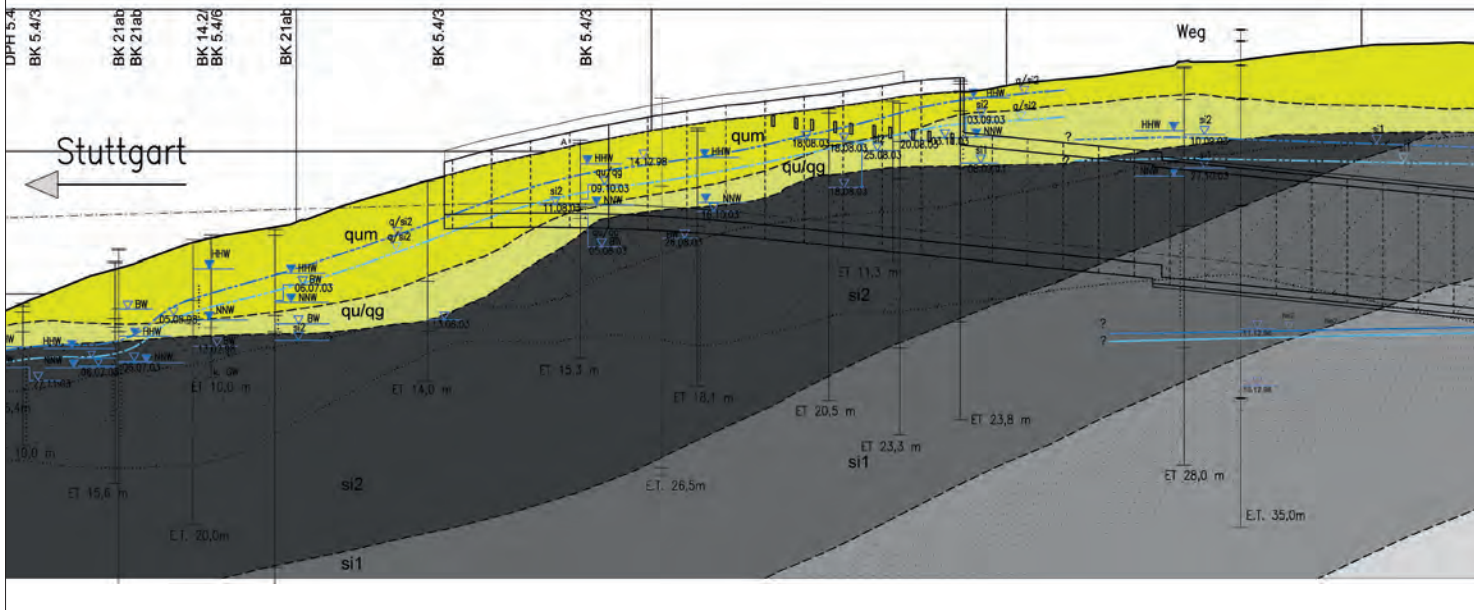
### General

Four tunnels with a total length of some 9,200 m have to be produced in the approx. 15 km long 2.1 “Albvorland” section of the new Wendlingen-Ulm rail route. The main structure on the PFA 2.1 a/b is the roughly 8,200 m long Albvorland Tunnel. It starts in the Neckar Valley in the west and finishes up at Kirchheim/Teck in the east. The “Rastplatz vor dem Aichelberg” Tunnel is located at the eastern end of the PFA 2.1 c.

Starting in the west of the Albvorland Tunnel the new Ulm-Stuttgart rail line track will be connected via the single-track goods train link to the existing rail line 4600 Plochingen-Immendingen (“Neckartalbahn”) in the direction of Stuttgart. The A8 federal motorway will in the process be undertunnelled with the “GZA unter BAB A8” tunnel. The new rail route will be connected with the existing rail line 4600 Plochingen-Immendingen (“Neckartalbahn”) running towards Tübingen with the single-track “Kleine Wendlinger Kurve” (KWK). The fourth tunnel has to be constructed here.



Bautechnischer Längsschnitt „Kleine Wendlinger Kurve“  
Structural longitudinal section „Kleine Wendlinger Kurve“



von Stuttgart nach Ulm um 30 Minuten auf ziemlich genau die Hälfte der aktuellen Fahrzeit verkürzen. Planerisch ist die Neubaustrecke in sieben Planfeststellungsabschnitte (PFA) aufgeteilt (Bild 1). Der Planfeststellungsabschnitt 2.5 a2 ist mit der Donaubrücke bereits erstellt. In den Planfeststellungsabschnitten 2.1 c, 2.2, 2.3 und 2.4 wurde mit den Bauarbeiten bereits begonnen.

Die Neubaustrecke ist für eine Streckengeschwindigkeit von 250 km/h mit einem Mindestradius von 2.305 m trassiert. Die größte Steigung beträgt 3,5% in der kurzen Trogausfahrt des Albstiegstunnels in den Bahnhof Ulm. Die Regelsteigung beträgt 2,5%. Der tiefste Punkt der Trasse liegt auf der Neckarbrücke bei Wendlingen mit 271 m über NN, der höchste Punkt der Trasse liegt mit 746 m über NN am südöstlichen Ende des Planfeststellungsabschnitts 2.2 Albaufstieg kurz vor Ende des Steinbühlstunnels.

Aufgrund der komplexen Topografie ist die Hälfte der

Strecke in Tunneln trassiert. Die Tunnel mit ihren individuellen Herausforderungen werden nachfolgend im Einzelnen von Wendlingen nach Ulm dem späteren Betriebsablauf folgend vorgestellt.

### Planfeststellungsabschnitte 2.1 a/b und c „Albvorland“

#### Allgemeines

Im ca. 16 km langen PA 2.1 „Albvorland“ der NBS Wendlingen-Ulm sind vier Tunnelbauwerke mit einer Gesamtlänge von ca. 9.200 m zu erstellen. Das Hauptbauwerk des PFA 2.1 a/b ist der rund 8.200 m lange Albvorlandtunnel. Er beginnt im Westen im Neckartal und endet im Osten bei Kirchheim/Teck. Am östlichen Ende des PFA 2.1 c befindet sich der Tunnel „Rastplatz vor dem Aichelberg“.

Im Westen des Albvorlandtunnels beginnend wird das Gleis Ulm-Stuttgart der NBS über die eingleisige Güterzuganbindung an die bestehende Bahnstrecke 4600, Plochingen-Immendingen, („Neckar-

### „Kleine Wendlinger Kurve (KWK)“ Tunnel

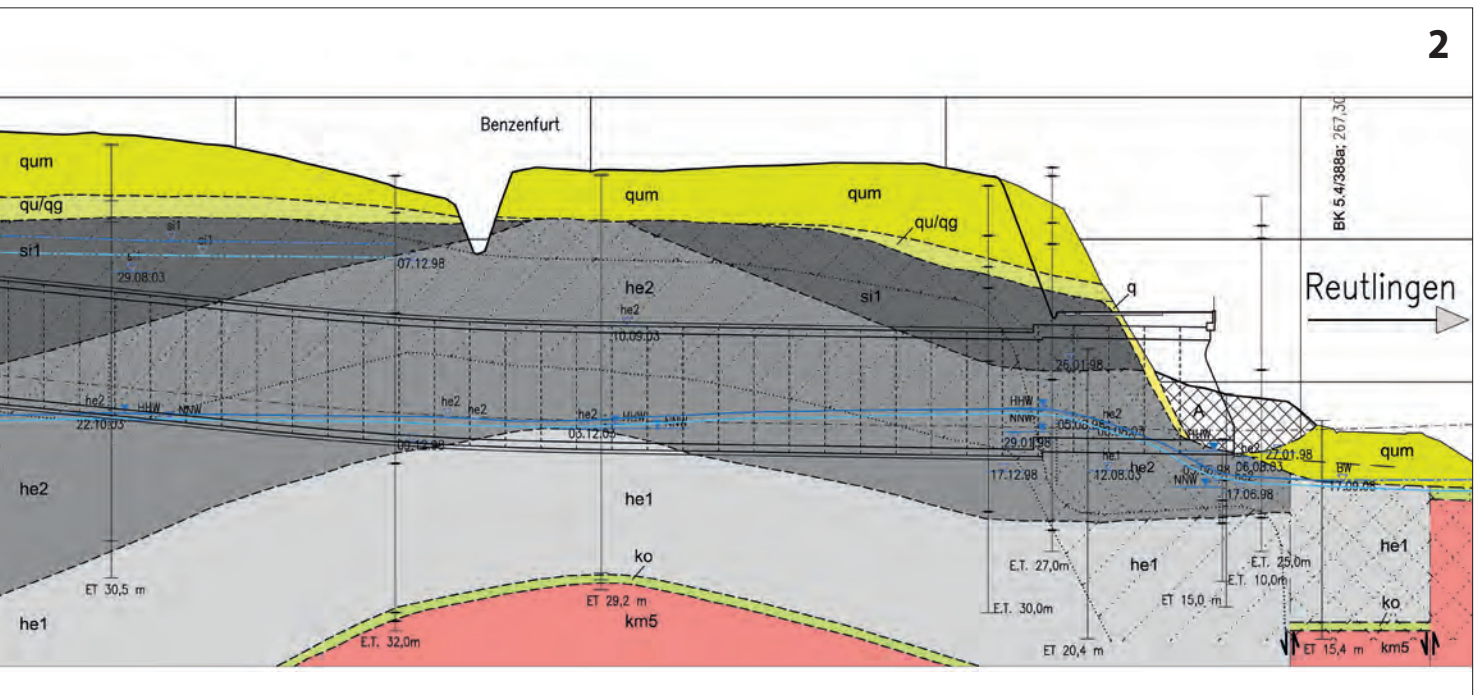
The KWK Tunnel with a total length of 494.20 m consists of a northern and southern section produced via cut-and-cover (L = 55.50 m/55.20 m) as well as a 383.50 m long trenchless tunnel section set in between (Fig. 2). With the exception of the parts at both ends, it is located in Lias  $\alpha$ , intermittent bedding consisting of lime/sandstone and clay siltstone or layers largely with clay siltstone. By and large the overburden for the tunnel amounts to roughly 11 m with a minimum of only 4.5 m.

### Albvorland Tunnel and „Güterzuganbindung (GZA) unter BAB A8“ Tunnel

The 173 m long GZA Tunnel passes below the A8 federal motorway, which runs in the embankment. As a result the new rail route's goods train link (GZA) is directed into the pre-cut West of the Albvorland Tunnel after emerging from the Neckartalbahn (Fig. 3). The tunnel is produced by mining means

with a roof overburden of 2.5 to 3.0 m in the federal motorway's carriageway zone. The cross-section is mainly located in the fills for the motorway embankment and the noise abatement wall and the mud and riverbed sediments located below. To the south of the motorway the natural terrain's overburden does not suffice for tunnelling. In this area the existing ground is shored up to 3 m with excavated material that has been stabilised with a binding agent prior to driving. The Albvorland Tunnel totalling 8,176 m in length begins with the 50 m long „Sonic Boom Structure West“. This is followed by a 7,978 m long trenchless drive, which switches over to a 68 m long cut-and-cover structure. The „Sonic Boom Structure East“ follows this up (Fig. 4). The „Sonic Boom Structure West“, km 26.077 to km 26.127 comprises 2 single-cell tunnels lying alongside one another produced via cut-and-cover, which are linked with each other only by the portal wall. Six to 9 m<sup>2</sup> openings are created in the ceiling on the





talbahn“) Richtung Stuttgart angebunden. Die BAB A8 wird hierbei mit dem Tunnel „GZA unter BAB A8“ unterquert.

Mit der eingleisigen „Kleinen Wendlinger Kurve“ (KWK) wird die NBS an die bestehende Bahnstrecke 4600, Plochingen-Immendingen, („Neckartalbahn“) Richtung Tübingen angebunden. In diesem Bereich ist das vierte Tunnelbauwerk zu erstellen.

**Tunnel „Kleine Wendlinger Kurve“ (KWK)**

Das Tunnelbauwerk „Kleine Wendlinger Kurve“ (KWK) mit einer Gesamtlänge von 494,20 m besteht aus einem nördlichen und südlichen Tunnelabschnitt in offener Bauweise (L = 55,50 m bzw. L= 55,20 m) sowie einem dazwischen liegenden 383,50 m langen bergmännisch hergestellten Tunnelabschnitt (Bild 2). Mit Ausnahme des Anfangs- und Endbereichs liegt dieser im Bereich der Schichten des Lias α, einer Wechsellagerung aus Kalk-/Sandstein und Ton-

schluffstein bzw. aus Schichten mit überwiegend Tonschluffstein. Die Überdeckung des Tunnels beträgt überwiegend rund 11 m, im Minimum nur 4,5 m.

**Albvorlandtunnel und Tunnel „Güterzuganbindung unter BAB A8“**

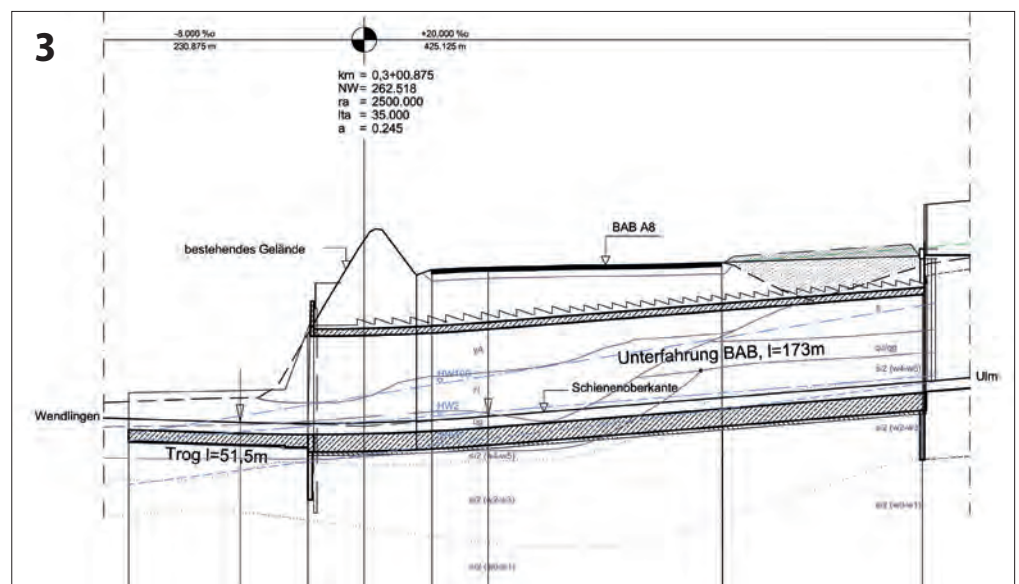
Der 173 m lange Tunnel „Güterzuganbindung (GZA) unter BAB A8“ unterquert die in

outer sides of these structures to relieve the air stream.

The 2 single-track tunnel bores between km 26.127 and km 34.105 are excavated by mining means. The maximum overburden amounts to roughly 62 m. From km 32.259 to approx. km 33.9 the tunnel bores are located at a glancing intersection beneath the A8 motorway. The minimum overburden amounts

to 9.50 m. Furthermore a high-pressure gas pipeline also located in the area beneath the A8 motorway as well as a NATO fuel pipeline is undertunnelled. Sixteen connecting structures (L = 14 to 24 m, W = 4.6 m. H = 4.0 m) are set up between the 2 bores at gaps of maximum 500 m.

The tunnel bores are mainly located in unweathered black Jura (Lias) rocks. These are by and



Bautechnischer Längsschnitt „Güterzuganbindung“  
Structural longitudinal section “Güterzuganbindung”

Dammlage verlaufende BAB A8. Durch ihn wird die Güterzuganbindung der NBS nach der Ausfädelung aus der Neckartalbahn in den Voreinschnitt West des Albvorlandtunnels geführt (Bild 3). Der Tunnel wird in bergmännischer Bauweise erstellt. Die Firstüberdeckung im Fahrbahnbereich der BAB beträgt 2,5 bis 3 m. Der Querschnitt befindet sich überwiegend in den Auffüllungen des Autobahndamms bzw. des Lärmschuttwalls und der darunter liegenden Fließerde und Flussbetsedimente. Südlich der BAB reicht die Überdeckung des natürlichen Geländes für den Tunnelvortrieb nicht aus. In diesem Bereich wird das Bestandsgelände vor Vortriebsbeginn bis zu 3 m mit bindemittelstabilisiertem Aushubmaterial überschüttet.

Der Albvorlandtunnel mit einer Gesamtlänge von 8.176 m beginnt mit dem 50 m langen „Sonic-Boom Bauwerk West“. Auf dieses folgt ein 7.978 m langer bergmännischer Vortrieb, der in eine 68 m lange offene Bauweise übergeht. Abschließend folgt das 80 m lange „Sonic-Boom Bauwerk Ost“ (Bild 4). Das „Sonic-Boom Bauwerk West“, km 26,077 bis km 26,127, besteht aus zwei nebeneinander liegenden einzelligen Tunnelbauwerken in offener Bauweise, die lediglich über die Portalwand miteinander verbunden sind. Auf den Außenseiten der Bauwerke sind Öffnungen in der Decke mit Größen zwischen 6 und 9 m<sup>2</sup> zur Entlastung des Luftschwells vorgesehen.

Die zwei eingleisigen Tunnelröhren zwischen km 26,127 und km 34,105 werden bergmännisch aufgeföhren. Die maximale Überdeckung be-

trägt ca. 62 m. Von km 32,259 bis ca. km 33,9 liegen die Tunnelröhren in einem schleifenartigen Schnitt unter der BAB A8. Die geringste Überdeckung beträgt 9,50 m. Des Weiteren werden eine Hochdruckgasleitung, ebenfalls im Bereich unter der BAB A8, sowie eine Nato-Treibstoffleitung unterfahren. Im Abstand von maximal 500 m werden 16 Verbindungsbauwerke (L = 14 bis 24 m, B = 4,6 m, H = 4,0 m) zwischen den beiden Röhren angeordnet.

Die Tunnelröhren liegen überwiegend in den unverwitterten Gesteinen des Schwarzen Juras (Lias). Im Wesentlichen sind es bankige bis plattige Ton-/Tonmergelsteine mit teilweise dünnen Sandsteineinlagerungen. In den Portalbereichen werden auch Bereiche mit mäßig bis stark verwitterten Gesteinen durchfahren.

Es werden Wasserdrücke bis ca. 45 m Wassersäule angetroffen. Zur Verhinderung der Längsläufigkeit des Grundwassers sind sogenannte Dammringe vorgesehen.

An den bergmännischen Tunnel schließt sich östlich von km 34,105 bis km 34,173 ein zweizelliger Tunnel in offener Bauweise an. Auf diesen folgt das „Sonic-Boom Bauwerk Ost“, km 34,173 bis km 34,253. In seiner Grundkonzeption entspricht es dem „Sonic-Boom Bauwerk West“.

Mit dem „GZA-Tunnel“ (L = 203 m) wird die Güterzuganbindung vom Voreinschnitt West mit einem eigenständigen Portal zur trompetenförmig aufgeweiteten Einfädelungsstrecke in die NBS, in der Tunnelröhre des Gleises Ulm-Stuttgart des Albvorlandvorlandtunnels, km

large bedded to laminated clay/clay marl rocks with in part thin sandstone intercalations. Areas of moderately to severely weathered rocks are also negotiated in the portal zones.

Water pressures of up to roughly 45 m water column are encountered. What are known as dam rings are foreseen to prevent the horizontal passage of groundwater. A 2-cell tunnel produced by cut-and-cover links up to the east of km 34.105 to km 34.173. This is followed by “Sonic Boom Structure East”, km 34.173 to km 34.253. Basically it corresponds to the “Sonic Boom Structure West”. By means of the “GZA Tunnel” (L = 203 m) the goods train connection from pre-cut West with its own portal is threaded into the new rail route through a trumpet-shaped enlargement, in the bore for the Ulm-Stuttgart track of the Albvorland Tunnel, km 26.250 to approx. km 26.300. This is also produced by trenchless means.

#### “Rastplatz vor dem Aichelberg” Tunnel

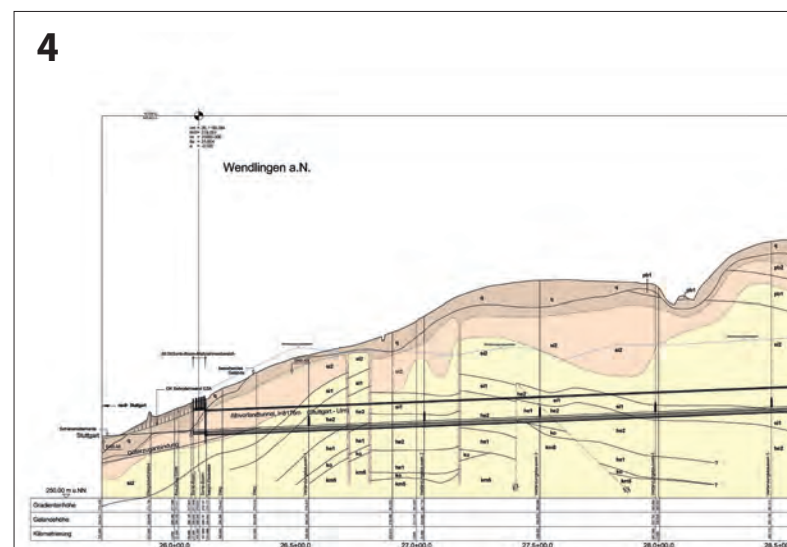
A 253 m long twin-track rail tunnel is planned to under-

pass the “Vor dem Aichelberg” lay-by. The frame structure is to be produced by cut-and-cover and like the subsequent trough section, cuts into the prevailing groundwater. The clear height amounts to 6.95 m above the upper edge of the rail, the clear width 12.30 m. A base filter up to 1 m thick is installed beneath the floor of the structure and attached to 2 safety drains running parallel to the structure at both sides to restrict the groundwater level.

### Plan Approval Section 2.2 “Albaufstieg”

#### General

The plan approval section 2.2 is 14.5 km long and is dominated by 2 long tunnels. Between the 8,806 m long Boßler Tunnel lying in the north-east and the 4,847 m long Steinbühl Tunnel in the south-east, there are the 2 Filstal Bridges (485 and 472 m resp.). The tunnels are produced as 2 single-bore tunnels in keeping with the current version of the TSI/SRT [1]. Connecting structures as part of the tunnel evacuation concept are set at 500 m intervals in order to ensure speedy self-res-



Bautechnischer Längsschnitt des Albvorlandtunnels

Structural longitudinal section of the Albvorland Tunnel

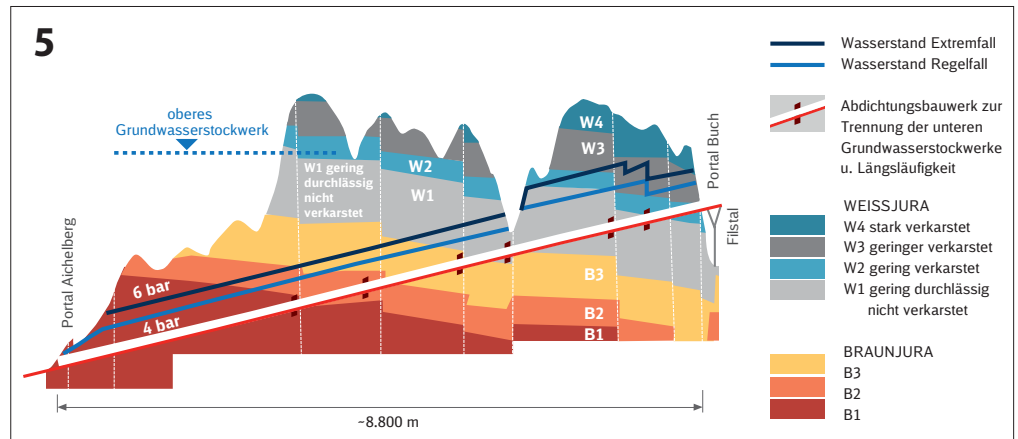
26,250 bis ca. km 26,300 geführt. Die Herstellung erfolgt ebenfalls in bergmännischer Bauweise.

**Tunnel „Rastplatz vor dem Aichelberg“**

Zur Unterfahrung des Rastplatzes „Vor dem Aichelberg“ ist ein zweigleisiger Eisenbahntunnel mit einer Länge von 253 m geplant. Das Rahmenbauwerk wird in offener Bauweise hergestellt und schneidet, wie die anschließende Trogstrecke, in das anstehende Grundwasser ein. Die lichte Höhe beträgt 6,95 m ü. SO, die lichte Weite 12,30 m. Unter der Bauwerkssohle wird ein bis zu 1,0 m dicker Sohlfilter eingebaut und an die auf beiden Seiten parallel zum Bauwerk verlaufenden Sicherheitsdrainagen zur Grundwasserspiegelbegrenzung angeschlossen.

**Planfeststellungsabschnitt 2.2 „Albaufstieg“  
Allgemeines**

Der Planfeststellungsabschnitt 2.2 hat eine Länge von 14,5 km und wird von zwei langen Tunneln dominiert.



Geologie des Boßlertunnels  
Geology of the Boßler Tunnel

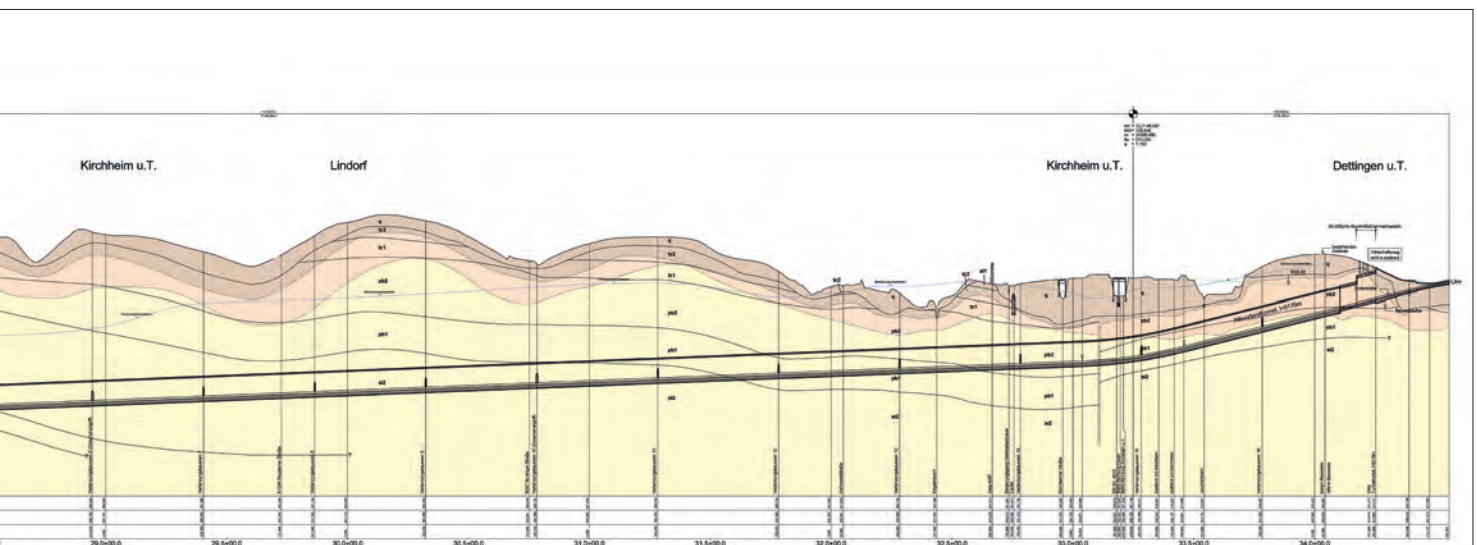
Zwischen dem nordwestlich liegenden, 8.806 m langen Boßlertunnel und dem südöstlich liegenden, 4.847 m langen Steinbühlentunnel befinden sich die beiden 485 und 472 m langen Filstalbrücken. Die Tunnel werden nach dem aktuellen Stand der TSI/SRT als zwei einröhrige Tunnel ausgeführt. Alle 500 m gibt es Verbindungsbauwerke des Tunnelrettungskonzepts, um eine schnelle Selbst- und Fremdrettung zu gewährleisten. Die Strecke verläuft in dem Abschnitt durchgehend mit einer Steigung von 17 bis 25 %. Der Achsabstand

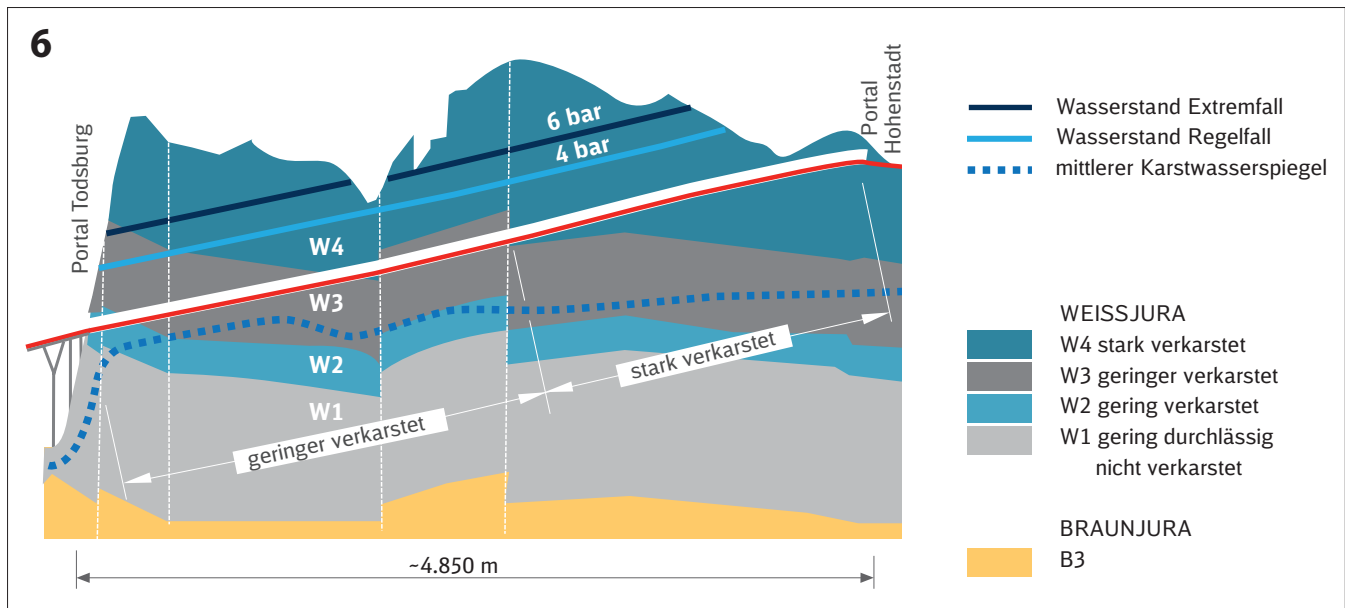
cue and assistance by third parties. The route possesses a continuous gradient ranging from 17 to 25 % in this section. The centre distance of the 2 tunnels averages 30 m and 40 m in rock sectors with low rock strength. Building rights were awarded per plan approval ruling in October 2011. The execution planning and the construction work for the 2 tunnels was awarded to the Albaufstieg JV consisting of the contractors Porr Bau GmbH (Munich), G. Hinteregger & Söhne Baugesellschaft m.b.H. (Salzburg), Östu-Stettin Hoch- und Tiefbau GmbH (Leoben) and

Swietelsky Tunnelbau Ges.m.b.H. & Co. KG (Salzburg) in October 2012. The roughwork is due for completion in 2018.

**Boßler Tunnel**

The 8,806 m long Boßler Tunnel starts at the Aichelberg Portal directly at the foot of the "Alphauptkamm" ridge at km 39.270. The tunnel ends at the Buch Portal in Filstal valley between the communities of Mühlhausen im Tale and Wiesensteig at km 48.076 overcoming a difference in elevation of 214 m (Fig. 5). No drive is permitted from the Buch Portal as the ex-





Geologie des Steinbühltunnel

Geology of the Steinbühl Tunnel

der beiden Tunnel beträgt in der Regel 30 m, in Gebirgsbereichen mit geringer Gesteinsfestigkeit 40 m.

Das Baurecht wurde per Planfeststellungsbeschluss im Oktober 2011 erteilt. Die Ausführungsplanung und die Bauleistung für die beiden Tunnel wurden im Oktober 2012 an die ARGE Alaufstieg, bestehend aus den Unternehmungen Porr Bau GmbH (München), G. Hinteregger & Söhne Baugesellschaft m.b.H. (Salzburg), Östu-Stettin Hoch- und Tiefbau GmbH (Leoben) und Swietelsky Tunnelbau Ges.m.b.H. & Co. KG (Salzburg) beauftragt. Die Rohbauarbeiten sollen 2018 abgeschlossen sein.

#### Boßlertunnel

Der 8.806 m lange Boßlertunnel beginnt am Portal Aichelberg unmittelbar am Fuß des Alphauptkamms bei km 39,270. Der Tunnel endet am Portal Buch im Filstal zwischen den Gemeinden Mühlhausen im Täle und Wiesensteig bei km 48,076 und überwindet einen

Höhenunterschied von 214 m (Bild 5). Vom Portal Buch aus ist kein Vortrieb zulässig, weil die sehr steile Flanke des Filstals baubetrieblich nur mit größten Aufwendungen und mit unzumutbaren Belastungen für die Bürger erreichbar wäre. Außerdem ist der Hang ein ökologisch sehr wertvolles Gebiet, welches nur minimal durch den Bau der Neubaustrecke beeinträchtigt werden darf.

Im Rahmen der Entwurfs- und Genehmigungsplanung wurde aufgrund der vorhandenen Geologie aus den verschiedenen Schichten des Braun- und Weißjura von einem Baubetrieb mit konventioneller Spritzbetonbauweise ausgegangen. Um eine Rohbaurealisierung in 66 Monaten sicherstellen zu können, ist ein Zwischenangriffsstollen geplant. Dieser liegt bei Tunnelmeter 5.230 m vom Portal Aichelberg und teilt den Tunnel in zwei baubetriebliche Abschnitte. Vom 920 m langen Zwischenangriff Umpfental wird Richtung Norden bis

tremely steep flank of the Filstal valley can only be mastered in construction terms with great difficulty and by causing unacceptable inconvenience to local residents. Furthermore the hillside represents a highly invaluable ecological area, which must only be minimally affected by the production of the new rail line.

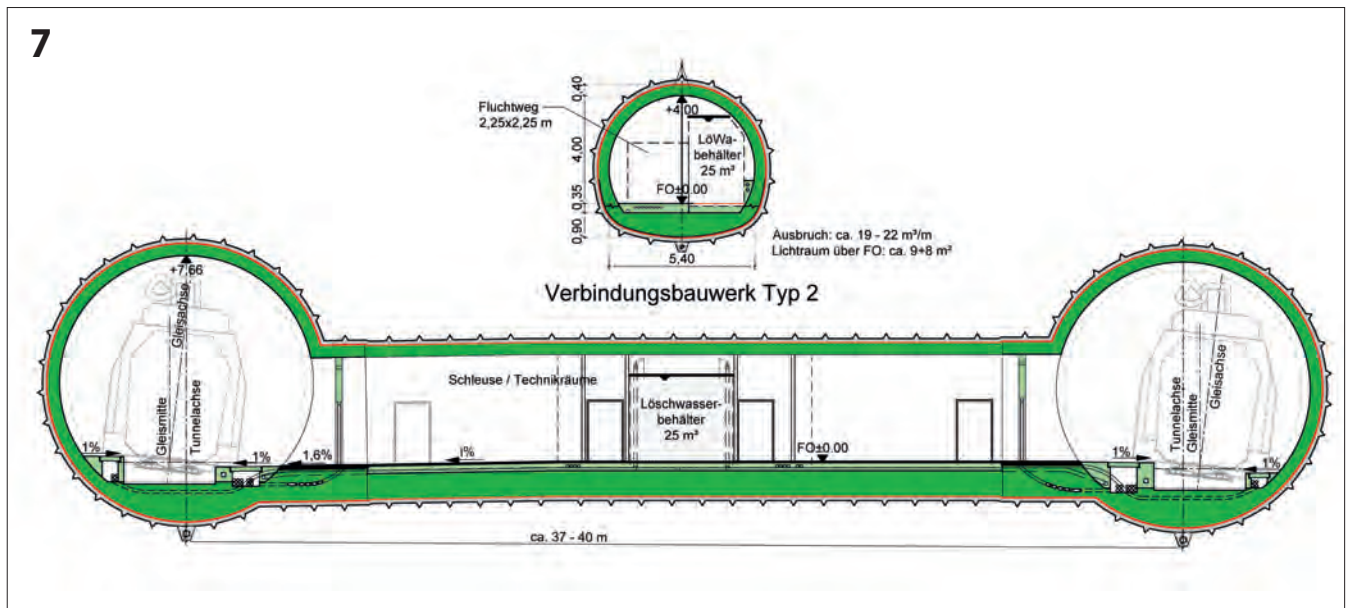
Within the scope of the design and approval planning it was assumed that construction would forge ahead using conventional shotcreting on account of the prevailing geology involving various layers of brown and white Jura. In able to accomplish the roughwork within 66 months, an intermediate point of attack heading is scheduled. This is located at tunnel metre 5,230 from the Aichelberg Portal and splits the tunnel up into 2 construction operational sections. From the 820 m long Umpfental valley intermediate point of attack a dipping drive will be undertaken towards the north until the breakthrough point at tunnel metre 2,830. Towards the

south 3,576 m will be excavated rising towards the Buch Portal.

A shotcrete drive was also intended for the 2,830 m long tunnel section in extremely homogeneous brown Jura (Aluminium 1), known as Opalinus Clay, in keeping with the construction contract. However the client made clear in the tendering documents that special proposals involving a tunnelling machine were welcome. The outcome of the competition among bidders saw this method emerge as the most economic even for the 2 x 2,830 m long tunnel section and was consequently commissioned.

#### Steinbühl Tunnel

The 4,847 m long Steinbühl Tunnel starts at the Todsburg Portal in the Filstal at km 48.553 and ends in Hohenstadt on the Albhochfläche plateau at the highest point of the new rail route at km 53.400. The Steinbühl Tunnel is driven entirely by the shotcreting method. The drive is to be commenced at the 137 m long Pfaffenecker excava-



Regelquerschnitt im Steinbühlntunnel

Standard cross-section in Steinbühlntunnel

zum Durchschlagpunkt bei Tunnelmeter 2.830 m fallend vorgetrieben. Richtung Süden werden 3.576 m steigend zu Portal Buch aufgefahren.

Für den 2.830 m langen Tunnelabschnitt im sehr homogenen Braunjura (Alenium 1), dem sogenannten Opalinuston, war vom Bauvertrag her ebenfalls ein Spritzbetonvortrieb vorgesehen. Für diesen Abschnitt hat der Auftraggeber in seinen Ausschreibungsunterlagen aber darauf hingewiesen, dass Sondervorschläge mittels einer Tunnelvortriebsmaschine erwünscht sind. Im Ergebnis des Bieterwettbewerbs hat sich diese Baumethode selbst in dem zweimal 2.830 m langen Tunnelabschnitt als die wirtschaftlichere Lösung durchsetzen können und wurde somit beauftragt.

#### Steinbühlntunnel

Der 4.847 m lange Steinbühlntunnel beginnt am Portal Todsburg im Filstal bei km 48,553 und endet in Hohenstadt auf der Albhochfläche am höchst-

ten Punkt der Neubaustrecke bei km 53,400. Der Steinbühlntunnel wird komplett in Spritzbetonbauweise aufgefahren. Der Vortrieb wird von der später zu verfüllenden, 137 m langen Baugrube Pfaffenecker aus gestartet. Von dort aus werden Richtung Süden 414 m Tunnel aufgefahren. Der 4.234 m lange Hauptvortrieb bis zum Portal Todsburg wird fallend durch drei verschiedene Schichten des Weißjura aufgefahren. Im Weißjura ist auf der gesamten Strecke mit unterschiedlich starken Verkarstungsszenarien zu rechnen (Bild 6).

Die Verkarstung wird über den gesamten Tunnel zweistufig untersucht. Während des Vortriebs gibt es ein Erkundungsprogramm, mit welchem sämtliche Karststrukturen festgestellt werden sollen, die für die Arbeitssicherheit relevant sind. In der zweiten Stufe, die nachlaufend zum Vortrieb durchgeführt werden soll, wird das Gebirge um die beiden Tunnel und zwischen den beiden Tunneln soweit

tation pit, which will subsequently be filled in. From there 414 m of tunnel will be driven towards the south. The 4,234 m long main drive to the Todsburg Portal will be driven dipping through 3 different layers of white Jura. Various karstification scenarios can be reckoned with along the entire route through the white Jura (Fig. 6).

Karstification will be subjected to a 2-stage investigation along the entire tunnel. There is to be an exploration programme during the drive, by means of which all karst structures are to be established, which are relevant for industrial safety. In the second stage, which is to be undertaken to follow up the drive, the rock surrounding and in between the 2 tunnels will be examined so that sustainable operational safety for rail traffic can be secured.

The extremely permeable rock resulting from the karstification structures leads to very high groundwater level fluctuations. The permanent water level is located beneath the tunnel floor

practically along the entire tunnel route. Given lengthy periods of rain the water level can rise to as much as 60 m above the tunnel floor. On account of the potential high water pressures the inner shells of both Alaufstiegtunnels will be produced with an internal radius of 4.70 m without excavation tolerance so that optimal load distribution is secured (Fig. 7).

### Plan Approval Section 2.3 "Alb Plateau"

#### General

The Alb plateau plan section 2.3 is altogether 21.4 km long. This section begins in the north at the municipality of Hohenstadt and ends in the south at Dornstadt (Fig. 8). The section is mainly an open line running alongside the existing A8 federal motorway. Four shorter tunnels are located in this section.

#### Geology

The new rail line runs through the white Jura rock with various degrees of karstification in the Alb plateau section. Extensive

untersucht, dass die dauerhafte Betriebssicherheit des Eisenbahnverkehrs sichergestellt werden kann.

Das durch die Verkarstungsstrukturen sehr durchlässige Gebirge führt zu sehr starken Grundwasserstandsschwankungen. Der dauerhafte Wasserspiegel befindet sich fast über die gesamte Tunnelstrecke unter der Tunnelsohle. Bei längeren Regenperioden kann der Wasserspiegel auf bis zu 60 m über Tunnelsohle ansteigen. Aufgrund der potenziell hohen Wasserdrücke werden die Innenschalen beider Tunnel des Alaufstiegs kreisrund mit einem Innenradius von 4,70 m ohne Auffahrtoleranz hergestellt, um eine optimale Lastabtragung sicherzustellen (Bild 7).

### Planfeststellungsabschnitt 2.3 „Albhochfläche“

#### Allgemeines

Der Planungsabschnitt 2.3 „Albhochfläche“ hat eine Gesamtlänge von 21,4 km. Der Abschnitt beginnt im Norden bei der Gemeinde Hohenstadt und endet im Süden bei Dornstadt (Bild 8). Der Abschnitt ist vom überwiegenden Verlauf in offener Strecke in enger Bündelung zur bestehenden Bundesautobahn A8 geprägt. Vier kürzere Tunnelbauwerke befinden sich im PFA 2.3.

#### Geologie

Die Trasse der NBS durchfährt im Abschnitt „Albhochfläche“ das Weißjura-Gebirge mit sehr unterschiedlichen Ausprägungen von Verkarstungen. Umfangreiche Fachplanungen für Karstsanierung und eine zusätzliche intensive baubegleitende



Übersicht über die Bauabschnitte im PFA 2.3

Overview of the construction sections in PFA 2.3

tende Karsterkundung sichern einen tragfähigen Unterbau für die Feste Fahrbahn der Neubaustrecke.

In weiten Teilen des PFA 2.3 befindet sich ein Karstgrundwasserleiter von erheblicher wasserwirtschaftlicher Bedeutung, der zwischen 55 und 90 m unterhalb der Gründungssohle liegt, sodass nicht mit Grundwasserandrang zu rechnen ist. In Abhängigkeit von den Witterungsverhältnissen kann es temporär und lokal auf Schichtflächen und über Karststrukturen bei oder nach Niederschlägen zu plötzlichen Wasser-/Schichtwässeraustritten mit stark schwankendem Wasseranfall in Baugruben und Tunnels kommen.

#### Tunnel unter der BAB A8

Zur Unterfahrung der BAB A8 ist ein zweigleisiger Eisenbahntunnel mit einer Gesamtlänge von ca. 378 m geplant. Dieser Tunnel wird in offener Bauweise als Stahlbetonrechteckrahmen mit nachträglicher Überschüttung und auf die Verkehrsumlegungen der Autobahn abgestimmten Bauzuständen hergestellt. Der Tunnel wird in 34 Ortbeton-

detailed planning for karst rehabilitation and an additional karst exploration programme accompanying construction are intended to secure a stable substructure for the new rail line's slab track.

A karst aquifer of substantial importance for water management is located in considerable areas of section 2.3. It is located between 55 and 90 m beneath the foundation bottom so that ingressing water is improbable. Depending on the weather conditions sudden water/strata water discharges with strongly fluctuating inflow of water can occur temporarily in excavation pits and tunnels on a local basis at stratification planes and karst structures.

#### Tunnel beneath the Federal Motorway A8

A twin-track rail tunnel with a total length of approx. 378 m is required to underpass the A8 motorway. This tunnel is to be produced by cut-and-cover as a reinforced concrete rectangular frame, which is subsequently provided with a cover filling according to the construction stages for re-aligning motorway facilities. The tunnel is to be di-

vided into 34 in situ concrete blocks with a standard length of 10.0 m and 2 portal blocks of approx. 17.50 m length.

#### “Widderstall” Tunnel

The approx. 963 m long “Widderstall” rail tunnel is planned to run parallel to the A8 motorway. The tunnel will underpass an existing motorway parking facility, which will be closed to traffic and then dismantled to create the tunnel by cut-and-cover. The facility will be rebuilt once the tunnel is constructed and the excavation pit filled back.

The 2-track basket arch cross-section according to Ril 853 (ellipsoidal cross-section) was selected for static reasons on account of the depth and the backfill of up to 10 m. The tunnel is to be split into 93 in situ concrete blocks with a standard length of 10.0 m and 2 portal blocks each approx. 16.50 m.

#### “Merklingen” Tunnel

With the 394 m long, twin-track “Merklingen” Tunnel the new rail line undercuts the existing Merklingen exit of A8 motorway as well as 3 other roads belonging to the subordinated network. The tunnel is to be constructed

blöcke mit einer Regellänge von 10,0 m und zwei Portalblöcke mit ca. 17,50 m Länge unterteilt.

#### Tunnel „Widderstall“

Parallel zur BAB A8 ist der Eisenbahntunnel „Widderstall“ mit der Gesamtlänge von ca. 963 m geplant. Der Tunnel unterfährt einen bestehenden Autobahnparkplatz, der zur Herstellung des Tunnels in offener Bauweise für den Verkehr gesperrt und zurückgebaut wird. Nach Beendigung der Tunnelbaumaßnahme und Verfüllung der Baugrube wird der Rastplatz wieder hergestellt.

Der zweigleisige Korbboegenquerschnitt nach Ril 853 (Maulquerschnitt) wurde aufgrund der Tiefenlage bzw. der Überschüttung von bis zu 10 m aus statischen Gründen

gewählt. Der Tunnel wird in 93 Ortbetonblöcke mit einer Regellänge von 10,00 m und zwei Portalblöcke mit ca. 16,50 m unterteilt.

#### Tunnel „Merklingen“

Mit dem 394 m langen zweigleisigen Tunnel „Merklingen“ unterfährt die NBS die bestehende Autobahnanschlussstelle Merklingen sowie drei weitere Straßen des nachgeordneten Netzes. Der Tunnel wird in offener Bauweise als Stahlbetonrechteckrahmen mit nachträglicher Überschüttung und abschnittsweise den Umlegungen des Straßenverkehrs entsprechend hergestellt.

#### Tunnel Imberg

Der zweigleisige Tunnel Imberg beginnt auf Höhe des bestehenden Autobahn-Rastplatzes

by cut-and-cover as a reinforced concrete frame, which is subsequently covered up section-by-section to match up with road traffic requirements.

#### Imberg Tunnel

The 2-track Imberg Tunnel begins at the existing motorway lay-by and ends after 409 m to the south-east of an existing road straddling the A8 motorway. The Imberg Tunnel is to be produced by cut-and-cover and trenchless means (mining). The 220 m long trenchless section is located between the two 79 and 200 m long cut-and-cover sections. The maximum rock overburden amounts to roughly 16 m.

#### Execution of Construction

Project section 2.3 is divided into construction sections (Fig. 9).

The railway line is developed in conjunction with upgrading the operational A8 motorway, from east to west. The tunnels are produced together with the route sections except the Widderstall Tunnel, which will be tackled in advance as an individual construction site outside this linear sequence for scheduling reasons.

The Widderstall Tunnel and the first railway line section have been awarded. Work on the first route section is in progress since early 2012 and it is intended to start building the tunnel in the second quarter of 2013.

### Plan Approval Section 2.4 „Albabstieg“

#### Overview

At the beginning of project section 2.4 „Albabstieg“ the new rail route ceases to run parallel to the



gleichen Namens und endet nach 499 m südöstlich einer bestehenden Straßenüberführung über die BAB A8. Der Tunnel Imberg wird in offener und geschlossener (bergmännischer) Bauweise hergestellt. Zwischen den offenen 79 und 200 m langen Abschnitten liegt der geschlossene 220 m lange Abschnitt. Die maximale Gebirgsüberdeckung beträgt rund 16 m.

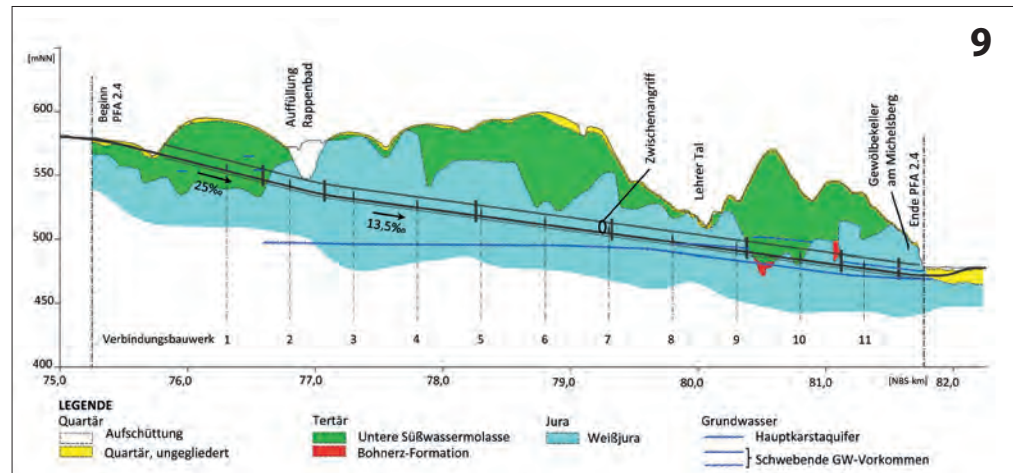
### Baudurchführung

Der PFA 2.3 ist in Bauabschnitten unterteilt (Bild 9). Der Streckenbau findet zusammen mit dem Ausbau der unter Betrieb befindlichen BAB statt, von Ost nach West. Die Tunnel werden im Zuge der Streckenabschnitte hergestellt, außer dem Tunnel Widderstall, der aufgrund bauzeitlicher Zwänge als Einzelmaßnahme außerhalb dieser linearen Bauabfolge vorab realisiert wird.

Der Tunnel Widderstall und der erste Streckenabschnitt sind vergeben. Im ersten Streckenabschnitt wird seit Anfang 2012 gebaut, der Baubeginn für den Tunnel ist im zweiten Quartal 2013 vorgesehen.

### Planfeststellungsabschnitt 2.4 „Albabstieg“ Übersicht

Zu Beginn des Projektabschnitts 2.4 „Albabstieg“ verlässt die Neubaustrecke bei der Gemeinde Dornstadt die Parallellage zur Autobahn und führt von der Albhochfläche über den ca. 6 km langen Albabstiegstunnel hinab nach Ulm, wo sie in den Ulmer Hauptbahnhof mündet (Planfeststellungsabschnitt 2.5a1). Das Ende des Projektabschnitts bildet das Portal Ulm.



Bautechnischer Längsschnitt des Albabstiegstunnels

Structural longitudinal section of the Albabstieg Tunnel

### Geologie und Grundwasser

Der geologische Längsschnitt zum Albabstiegstunnel ist im Bild 9 dargestellt. Der Tunnel durchfährt im Wesentlichen die Gebirge des verkarstungsfähigen Weißjura und der Süßwassermolasse. In geringem Umfang liegt druckhaftes Gebirge vor (sogenannte Bohnerze).

### Der Tunnel Albabstieg

#### Portal Dornstadt

Das Portal Dornstadt wird als Stahlbetonbauwerk in offener Bauweise erstellt und weist eine Länge von 38,20 m und eine Breite von 28,69 m auf. Die Stahlbetonschale ist auf einer Fundamentplatte gegründet. Die Bauwerke werden als wasserundurchlässige Betonkonstruktion (WUBK) ausgeführt. Nach Fertigstellung wird das Portal teilweise hinterfüllt.

Zur Minimierung des Sonic-Boom Effekts wird am Tunnelportal ein sogenanntes Haubenbauwerk mit dem 1,5-fachen Querschnitt der Tunnelröhre und fensterartigen Öffnungen aufgesetzt. Das Portalbauwerk wird mit einer Regenschirmabdichtung mit Kunststoffdichtungsbahnen (KDB) abgedichtet und

motorway at the community of Dornstadt and leads from the Alb plateau via the approx. 6 km long Albabstieg Tunnel down to Ulm, ending up in Ulm Central Station (plan approval section 2.5a1). The project section winds up at the Ulm Portal.

### Geology and Groundwater

The geological longitudinal section for the Albabstieg Tunnel is displayed in Fig. 9. Mainly the tunnel passes through white Jura, which is prone to karstification and molasse sediments. Squeezing rock (bean ore) is present to a limited extent.

### The Albabstieg Tunnel Dornstadt Portal

The Dornstadt Portal is constructed as a reinforced concrete structure by cut-and-cover. It is 38.20 m long and 28.69 m wide. The reinforced concrete shell is set on a base plate. These structures are designed in watertight concrete (WUBK). The portal will be partially backfilled once completed.

In order to minimise the sonic boom effect a so-called hood structure with a cross-section 1.5 times the tunnel bore and window-like apertures will be placed

at the tunnel portal. The portal structure is to be waterproofed by an umbrella seal with plastic sealing membranes (KDB) and the umbrella seal attached to the KDB seal of the tunnel driven by mining means.

### Tunnel Bores and connecting Structures

The tunnel comprises 2 single-track bores each approx. 5,875 m (west bore) and 5,885 m (east bore) long. Connecting structures are set up at 500 m gaps. The gradient possesses an incline of initially 25.0 ‰ and switches to 13.5 ‰ after passing below the backfilled Rappenbad valley (gradient constraint point). The inner shell of the tunnel bores and the connecting structures is reinforced concrete according to static and structural requirements in the vault area with a minimal thickness of 40 to 50 cm and 50 to 60 cm in the floor. It is to be constructed according to Ril 853 with continuous waterproofing of plastic sealing membranes (KDB seal) in keeping with the related water pressures.

Eleven connecting structures are to be set up at gaps of 500 to each other and to the tunnel portals. These will be sepa-



die Regenschirmabdichtung an die KDB-Abdichtung des bergmännischen Tunnels angeschlossen.

#### **Tunnelröhren und Verbindungsbauwerke**

Der Tunnel besteht aus zwei eingleisigen Röhren von ca. 5.875 m (Weströhre) und ca. 5.885 m (Oströhre). In Abständen von 500 m sind Verbindungsbauwerke angelegt. Die Gradienten hat eine Neigung von zunächst 25,0 ‰ und geht nach Unterfahrung des aufgefüllten Rappenbadtals (Gradientenzwangspunkt) in 13,5 ‰ über.

Die Innenschale der Tunnelröhren und der Verbindungsbauwerke wird im Bereich des Gewölbes mit einer

Mindeststärke von 40 bis 50 cm, im Sohlbereich 50 bis 60 cm mit Bewehrung nach statischen und konstruktiven Erfordernissen ausgeführt. Sie wird gemäß Ril 853 mit einer Rundumabdichtung aus Kunststoffdichtungsbahnen (KDB-Abdichtung), entsprechend den zu berücksichtigenden Wasserdrücken, hergestellt.

Es werden 11 Verbindungsbauwerke in Abständen von 500 m untereinander und zu den Tunnelportalen angeordnet. Diese werden durch Schleusen von den Fahrtunnels abgetrennt. In allen Verbindungsbauwerken sind Technikräume angeordnet; in den Verbindungsbauwerken Nr. 5 und 6 sind Löschwasserbehälter integriert.

rated from the running tunnels by locks. Technical rooms are foreseen for all the connecting structures; extinguishing water containers are integrated in connecting structures 5 and 6.

The slab track (FF) has been selected for the superstructure. It will be designed in such a manner that rescue and emergency vehicles moving on tyres (road vehicles) can use it in case of incident.

#### **Ulm Portal**

The Ulm Portal is to be produced as a 2-cell rectangular frame. It will carry 3 crossing tracks in Ulm Central Station and is a gradient constraint point. Towards this end the Alabstieg Tunnel thus leads to Level -1 at Ulm Central and will be provided subse-

quently with a trough structure up to platform level (Level 0).

#### **Execution of Construction**

The tunnel will be tackled by mining means employing the shotcreting method.

The tunnel bores and the connecting structures will be driven dipping towards the south from the Dornstadt Portal; from an intermediate point of attack in the Lehrer Tal valley rising towards the north and dipping southwards. A central heading some 40 m long between the 2 tunnel bores is planned at the Ulm tunnel exit on account of the restricted spacing of the bores.

Temporary stock yards are to be established at the Dornstadt Portal and at the intermediate point of attack in the Lehrer Tal



PARTNER-  
LAND **Indonesien**

Profitieren Sie von einem  
der größten Wachstumsmärkte  
der Welt!

**Jetzt den Puls der Zukunft fühlen.**  
Die bauma 2013 erwartet Sie.

Seien Sie dabei – auf der Messe  
der Superlative mit rund:

- 500.000 Besuchern
- 3.300 Ausstellern
- 570.000 m<sup>2</sup> Fläche

**Online  
anmelden  
und sparen!**

Nutzen Sie Ihre Vorteile  
und melden Sie sich direkt online an:

[www.bauma.de/tickets](http://www.bauma.de/tickets)

Als Oberbauform ist das System der Festen Fahrbahn (FF) vorgesehen. Diese wird so ausgebildet, dass sie im Einsatzfall mit luftbereiften Rettungs- und Einsatzfahrzeugen (Straßenfahrzeugen) zu befahren ist.

#### **Portal Ulm**

Das Portal Ulm wird als zweifeliger Rechteckrahmen ausgebildet. Es ermöglicht die Überführung dreier Streckengleise im Bahnhof Ulm und ist Gradientenzwangspunkt. Der Albstiegstunnel mündet daher auf Ebene -1 im Bahnhof Ulm und wird mit einem anschließenden Trogbauwerk auf Bahnsteigebene (Ebene 0) heraufgeführt.

#### **Baudurchführung**

Der Tunnel wird bergmännisch in Spritzbetonbauweise aufgeföhrt. Der Vortrieb der Tunnelröhren und der Verbindungsbauwerke erfolgt vom Portal Dornstadt in Richtung Süd fallend, von einem Zwischenangriff im Lehrer Tal aus in Richtung Nord steigend und in Richtung Süd fallend. Im Bereich der Tunnelausfahrt Ulm ist wegen des geringen Abstands der Tunnelröhren auf etwa 40 m die Herstellung eines Mittelstollens zwischen den beiden Tunnelröhren vorgesehen.


Am Portal Dornstadt und am Zwischenangriff Lehrer Tal sind im Baufeld Bereitstellungsflächen einzurichten, von denen aus Ausbruchmaterial, das nicht innerhalb der Baumaßnahme verwertet werden kann, abtransportiert wird. Transporte durch Wohn- oder Mischgebiete dürfen nur im Rahmen der Andienung über das Portal Ulm im Stadtgebiet von Ulm erfolgen. Die BE-Flächen Lehrer Tal und Dornstadt

sind außerhalb von Ortslagen auf kurzem Wege an das übergeordnete Straßennetz angebunden.

Das Vergabeverfahren für den Tunnel läuft derzeit; der Zuschlag soll Mitte 2013 erfolgen. Die Arbeiten für das Tunnelportal Ulm sind bereits im Rahmen der Baumaßnahmen im Bahnhof Ulm vergeben; die Realisierung ist für das Jahr 2014 vorgesehen.

#### **Zusammenfassung**

Im Zuge der NBS Wendlingen-Ulm werden vier lange Tunnel nach dem Prinzip der Zweiröhrentunnel gebaut, von denen der Albvorlandtunnel eine unterirdische Ausfädelung besitzt. Insgesamt sind für diese vier Tunnel 56 km Einzeltunnelröhren mit vier Zwischenangriffen zu erstellen. Alle Tunnel sind vom Planfeststellungsantrag her in Spritzbetonbauweise vorgesehen und werden mit 12,50 m langen Regelblöcken ausgeföhrt. Zusammen mit den sechs kürzeren Tunneln verlaufen nahezu exakt 50 % der etwa 60 km langen Neubaustrecke unterirdisch.

Zusammen mit der engen Bündelung der offenen Streckenabschnitte in den Planfeststellungsabschnitten 2.1 und 2.3 mit der vorhandenen Autobahn A8 ergibt sich mit dem hohen Tunnelanteil eine besonders umweltfreundliche Gesamtlösung mit geringster möglicher Beeinträchtigung oberirdischer Lebensräume von Mensch und Natur. Eine zusätzliche Zerschneidung der Landschaft wird durch die Planung dieser neuen Trasse vermieden. 


valley, from which excavated material, which cannot be assimilated by the construction scheme itself, can be carried away. Transportation through residential or mixed areas is only permitted for deliveries via the Ulm Portal within the Ulm city limits. The site installations in the Lehrer Tal valley and at Dornstadt will be linked with the superordinated road network by the shortest possible routes outside of village sites.

The award procedure for the tunnel is currently underway; it should be commissioned by mid-2013. Work on the Ulm tunnel portal has already been commissioned within the scope of the construction measures at Ulm Central; completion is due in 2014.

#### **Summary**

Four long tunnels are being built in keeping with the twin-bore tunnel principle as part of the new Wendlingen-Ulm railway

line. Of these 4, the Albvorland Tunnel possesses an underground exit. Altogether 56 km of individual tunnel bores with intermediate points of attack are required for these 4 tunnels. Seen from the plan approval aspect all tunnels have to be constructed by shotcreting and will have 12.50 m long standard blocks. Together with the 6 shorter tunnels almost exactly 50 % of the roughly 60 km long new railway line will run underground.

By closely linking the open line sections in plan approval sections 2.1 and 2.3 with the existing A8 motorway, the high proportion of tunnels represents an extremely environmentally-friendly overall solution exerting the least possible impact on the living spaces of man and nature on the surface. Thanks to these design principles there will be no additional negative fragmentation effect on the landscape. 

## Sicherheit in Straßentunneln

Im Rahmen des vom Allgemeinen Deutschen Automobil-Club (ADAC) durchgeführten Tunneltests werden in ganz Europa viele Tunnel getestet; dadurch ist eine Datenbank mit aktuellen Angaben über die Sicherheit in zahlreichen Tunneln Europas entstanden. Mitte Oktober 2012 wurden die Ergebnisse der in 2012 durchgeführten Tunneltests bekannt gegeben, worüber hier berichtet wird.

In den europäischen Röhren wird viel gebaut, um die Tunnel den Anforderungen der EU-Richtlinie zur Sicherheit von Straßentunneln [1] bis spätestens 2019 anzupassen. Der 13. Tunneltest, den der ADAC dieses Mal gemeinsam mit seinen Partnerclubs ACI in Italien, ANWB in den Niederlanden, ÖAMTC in Österreich und TCS in der Schweiz durchgeführt hat, überzeugte sich vom Stand dieser Bemühungen [2].

Auf dem Programm standen zehn Tunnel in fünf europäischen Ländern: je einer in den Niederlanden und Österreich, zwei in Deutschland sowie je drei in Italien und der Schweiz. Die Kriterien für die Auswahl der Testprojekte waren deren Länge, Lage im transeuropäischen Straßennetz und Bedeutung für den Reiseverkehr. Sechs der Tunnel waren früher bereits schon einmal getestet worden [3 bis 5].

Mit der Durchführung des Tests war wie in den vergangenen Jahren die Deutsche Montan Technologie GmbH (DMT) betraut, vom 30. Mai bis 6. zum Juli 2012 die Tunnel unter Beteiligung des Automobilclubs des jeweiligen Lands vor Ort zu

G. Brux, Freier Autor/Freelance Journalist, Frankfurt am Main/D

überprüfen, im Gespräch mit den Betreibern sicherheitstechnische Fragen zu klären und entsprechende Unterlagen einzusehen. Im Vorfeld erhielten die Betreiber eine Datenliste zur Erfassung der wichtigsten technischen Tunnel-Parameter; die Angaben wurden vor Ort noch einmal überprüft. Geplante Nachrüstungen oder Änderungen sind in den Einzelkriterien des jeweiligen Tunnels zwar vermerkt, gingen aber nicht in die Bewertung ein.

### Beurteilungsgrundlagen

Eine von erfahrenen Verkehrsfachleuten ausgearbeitete umfassende Checkliste als objektive Bewertungsgrundlage berücksichtigt die Vorgaben der neuesten Regelwerke für Straßentunnel in Deutschland, Österreich, der Schweiz, Frankreich und Großbritannien sowie die EU-Richtlinie über Mindestanforderungen für die Sicherheit von Straßentunneln im transeuropäischen Straßennetz [1]. Jährlich aktualisiert, wird sie in acht Kategorien mit unterschiedlicher Gewichtung aufgeteilt: Tunnelsystem

## Safety in Road Tunnels

Tunnels throughout Europe are tested each year within the scope of the ADAC Tunnel Test. As a result a databank has been created containing details on safety in numerous tunnels in Europe. In mid-October 2012 the results of the tunnels tested during the year were announced and are now presented in the following report.

A great deal of building activity is being pursued throughout Europe in order to ensure that the requirements of the EU Guideline on Safety in Road Tunnels [1] are complied with by 2019 at the latest. The 13<sup>th</sup> Tunnel Test, which on this occasion the ADAC carried out together with its partner clubs, ACI in Italy, ANWB in the Netherlands, ÖAMTC in Austria and TCS in Switzerland, confirmed that these measures are taking effect [2].

10 tunnels in 5 European countries were under scrutiny: 1 each in the Netherlands and Austria, 2 in Germany as well as 3 each in Italy and Switzerland. The criteria for selecting them were their length, location on the trans-European road network and significance for travel. 6 of the tunnels had been tested once before [3 to 5].

As in previous years the ADAC commissioned the Deutsche Montan Technologie GmbH (DMT) to carry out the test. Between May 30 and June 6, 2012, the tunnels were inspected in conjunction with the respective national automobile clubs, safety aspects clarified with the operators and correspond-

ing documents scrutinised. The operators were provided with a checklist in advance containing the most essential tunnel parameters; all these details were checked once more on the spot. Planned modifications or alterations are noted among the individual criteria relating to the individual tunnel but were not included in the assessment.

### Assessment Criteria

A comprehensive checklist drawn up by experienced experts serves as the basis for evaluation. It takes into account the latest codes of practice for road tunnels in Germany, Austria, Switzerland, France and the United Kingdom as well as EU guidelines governing minimum requirements for the safety of road tunnels on the trans-European road network [1]. Updated on an annual basis, it is divided up into 8 categories with different weighting: tunnel system (15%), lighting and energy supply (7%), traffic and traffic monitoring (17%), communication such as radio, loudspeakers and emergency call facilities (11%), evacuation and rescue routes (12%), fire protection (18%), ventilation (11%) and emergency management (8%).



Quelle / Source: ADC

Zufahrt zum 6,8 km langen Tauerntunnel in Österreich  
Access to the 6.8 km long Tauern Tunnel in Austria

(15 %), Beleuchtung und Energieversorgung (7 %), Verkehr und Verkehrsüberwachung (17 %), Kommunikation, wie Funk, Lautsprecher und Notrufsäulen (11 %), Flucht- und Rettungswege (13 %), Brandschutz (18%), Lüftung (11 %) und Notfallmanagement (8 %).

Jedes Kriterium wird bewertet und erhält eine bestimmte Anzahl von Punkten; die Summe daraus ergibt das Sicherheitspotenzial eines Tunnels; es beschreibt alle baulichen und organisatorischen Maßnahmen, die Notfälle vermeiden oder das Ausmaß von Notfällen begrenzen sollen.

Dem Ergebnis wird das Risikopotenzial für die Verkehrsteilnehmer gegenübergestellt, also das Risiko bei einer Fahrt durch den betreffenden Tunnel zu verunglücken und die Schwere der Folgen, mit denen man dann rechnen muss.

Berücksichtigt werden dabei: Tunnellänge (1 bis 6 Punkte), Verkehrsstärke bei Richtungs- oder Gegenverkehr (1 bis 10 Punkte), Lkw-Anteil (max. 8 Punkte), Transport von Gefahrgut (max. 5 Punkte), Verkehrsbelastung in Fahrzeugen je Tag und Fahrspur (max. 5 Punkte), größte Längsneigung des Tunnels (max. 3 Punkte) und zusätzliche Gefährdungen, wie Kreuzungen im Tunnel, (max. 8 Punkte). Die jeweils erzielten Risiko-Punkte ergeben als Summe folgende Risikoeinstufung: sehr niedrig (1 bis 9 Punkte), niedrig (10 bis 14), mittel (15 bis 21), hoch (22 bis 28) und sehr hoch (ab 29 Punkte).

Bei der Gesamtbewertung eines Tunnels werden Sicherheits- und Risikopotenzial zusammengeführt, wobei man bestimmte Sicherheitsmaßnahmen von vorhandenen Risikoparametern abhängig macht. So

Each criterion is assessed and receives a certain number of points; the resultant total provides the safety potential of a tunnel. This describes all structural and organisational measures, which are intended to avoid or at least restrict emergencies.

The result is compared with the risk potential for tunnel users, in other words the risk of accident involved when travelling through the tunnel in question and just how serious the ensuing consequences can be. Towards this end the following aspects are taken into consideration: tunnel length (1 to 6 points), traffic frequency in the case of one-way and 2-way traffic (1 to 10 points), the proportion of lorries (max. 9 points), transportation of hazardous goods (max. 5 points), volume of traffic in vehicles per day and lane) (max. 5 points), greatest longitudinal incline of the tunnel (max. 3 points) and

additional dangers, as crossings within the tunnel, (max. 8 points). The resultant risk points are added together to provide the following risk assessment: very low (1 to 9 points), low (10 to 14), average (15 to 21), high (22 to 28) and very high (29 or more points).

The safety and risk potential for a tunnel are added together to provide the overall assessment, with certain safety measures depending on existing risk parameters. In this way it is possible to compare the tunnels with each other. The ratings very good, good, adequate, critical and sub-standard are applied (Table). In Switzerland the last 2 ratings are denoted as insufficient and critical. If a tunnel receives an overall positive score (very good, good or adequate), then all 8 categories of the safety potential have to be evaluated positively. There must be no sub-

ist eine vergleichende Betrachtung der Tunnel untereinander möglich. Die Gesamtbewertung eines Tunnels kann sehr gut, gut, ausreichend, bedenklich und mangelhaft sein (Tabelle 1); in der Schweiz heißen die beiden letzten Noten ungenügend und bedenklich. Wird ein Tunnel insgesamt positiv bewertet (also sehr gut, gut oder ausreichend), sollen möglichst alle acht Kategorien des Sicherheitspotenzials positive Bewertungen ausweisen, zumindest aber keine mangelhaften, andernfalls setzt das sogenannte K.O.-Kriterium ein, das zu einer Abwertung der Gesamtnote auf höchstens ausreichend führt; dies betrifft insbesondere die Flucht- und Rettungswege sowie die Lüftung.

**Tunneltest 2012**

Die im Jahr 2012 getesteten zehn Tunnel haben insgesamt eine Länge von 23,6 km; davon

haben zwei Tunnel (20 %) eine und acht Tunnel (80 %) zwei Tunnelröhren mit 4,4 km (19 %) und 19,2 km (81 %) Länge (Tabelle). Die Einzeltunnellänge reicht von 1.028 bis 6.801 m; im Mittel beträgt die Tunnellänge 2,4 km.

Alle untersuchten Tunnel hatten 2011 täglich insgesamt über 472.000 Durchfahrten (max. 128.000 in einem Tunnel), wovon im Mittel 11 % (max. 35 %) auf Lastkraftwagen (Lkw) entfielen. In der Regel steigt die Unfallhäufigkeit mit zunehmendem Fahrzeugaufkommen und größerer Tunnellänge.

**Testergebnisse**

Alle getesteten Tunnel hatten positive Noten: Je zwei Tunnel schnitten mit sehr gut und ausreichend ab, sechs mit gut. Damit erzielte dieser Tunneltest eines der besten Ergebnisse in seiner vierzehnjährigen Geschichte.

standard rating. Otherwise the so-called k.o. system is applied so that the total rating cannot exceed adequate. This applies especially to evacuation and rescue routes as well as ventilation.

**2012 Tunnel Test**

The 10 tunnels tested in 2012 possess a total length of 23.6 km. 2 of them (20 %) have a single bore and 8 tunnels (80 %) 2 bores – 4.4 km (19 %) and 19.2 km (81 %) long respectively (Table 1). The individual tunnel lengths range from 1,028 to 6,801 m with the average tunnel length amounting to 2.4 km.

All investigated tunnels were used by a total of 472,000 vehicles per day (max. 128,000 in 1 tunnel) with 11 % on average (max. 35 %) accounted for by lorries. Generally speaking the frequency of accidents increased in keeping with the number of vehicles and the length of the tunnel.

**Test Results**

All the tunnels tested received positive scores: 2 tunnels were rated very good and 2 adequate whilst 6 were classified as good. As a consequence this Tunnel Test attained one of the best results in its 14-year history.

The almost 2 km long, single-bore Wattkopf Tunnel near Ettlingen, for example was classified as good (after attaining ratings of sub-standard in 2004 and adequate in 2008) following the opening of a 1.5 km long evacuation and rescue tunnel with 6 cross-passages on March 30, 2012. This was the latest but not the sole example of a successful renovation scheme and enhanced safety.

This also applies to the 8.6 km long Tauern Tunnel near Zederhaus on the Salzburg-Villach motorway, which came out top of the test with a very good rating – following the building of a second bore (2006 to 2010) and subsequent redevelopment of the original bore until mid-2011. Now both bores possess everything required for a modern and safe tunnel: extra evacuation and rescue routes marked by emergency lighting, breakdown bays, uninterrupted video monitoring including automatic compilation of traffic hold-ups, noise-protected SOS facilities including modern fire alarm and extinguishing equipment.

The 2,449 m long, single-bore Swiss Isla Bella Tunnel near Rothenbrunnen on the A13 (St. Margarethen-Mesocco) classified as critical back in 2000 is now assessed to be adequate. It is still to be redeveloped by adding an evacuation and rescue tunnel in 2018 and 2019 prior to which new lighting is to be installed and the extinguishing water supply modified. The 3.26 km long, twin-bore

ADAC												10 Europäische Straßentunnel im Test 2012											
Daten						Bewertung						ADAC Urteil											
Lage	Länge in Meter	Eröffnung	Fahrzeuge pro Tag/Anzahl Lkw in Prozent	Röhren gesamt	Tunnelsystem	Beleuchtung & Energieversorgung	Verkehr & Verkehrsüberwachung	Kommunikation	Flucht- & Rettungswege	Brandschutz	Lüftung	Notfallmanagement											
Gewichtung in %																							
					15	7	17	11	13	18	11	8											
<b>(A) Österreich</b>																							
Tauern	A 10	6 801	1975/2011	16 759 / 19,6	2	++	++	++	++	++	+	++	++	++									
<b>(CH) Schweiz</b>																							
Schweizerhalle	A 2	1 028	2001	128 152 / 7,2	2	o	++	o	+	+	+	++	++	+									
Gubrist	A 1	3 260	1985	107 353 / 6,2	2	o	++	--	+	+	+	o	+	o									
Isla Bella	N 13	2 449	1983	16 502 / 10,0	1	o	++	o	++	--	o	++	+	o									
<b>(D) Deutschland</b>																							
Allach	A 99	1 090	1998	112 093 / 14,8	2	++	++	-	++	++	+	++	++	+									
Wattkopf	L 562	1 950	1994	17 300 / 5,7	1	o	++	o	++	+	+	++	++	+									
<b>(I) Italien</b>																							
Dervio	SS 36	2 798	1986	10 891 / 12,6	2	++	++	+	++	o	-	++	++	+									
Colle Capretto	SS 3	1 180	1974	7 500 / 30,0	2	+	++	o	+	o	o	++	++	+									
San Pellegrino	SS 675	1 080	1972	16 000 / 35,0	2	+	++	o	+	+	o	+	++	+									
<b>(NL) Niederlande</b>																							
Roer	A 73	2010	2009	40 000 / 11,2	2	o	++	+	++	++	++	+	++	++									

Notengrenzen: ++ = sehr gut, + = gut, o = ausreichend, - = bedenklich, -- = mangelhaft

© 10/2012 ADAC e.V.

Tabelle 1: Zehn europäische Straßentunnel im Test 2012

Table 1: European Road Tunnels in 2012 Test



Tunnel Isla Bella in der Schweiz (Portal)  
Isla Bella Tunnel in Switzerland (Portal)

Dabei ist der fast 2 km lange, einröhrige Wattkopf-Tunnel bei Ettlingen, der (2004 noch mangelhaft und 2008 ausreichend) nach Inbetriebnahme eines 1,5 km langen Flucht- und Rettungstollens mit sechs Querschlägen am 30. März 2012 jetzt ein gut erreichte, zwar das aktuellste, jedoch nicht das einzige Beispiel einer gelungenen Sanierung und Verbesserung der Sicherheit.

Dazu gehört auch der 8,6 km lange Tauerntunnel bei Zederhaus der Autobahn Salzburg-Villach als Testsieger mit der Note sehr gut, und zwar nach dem Bau einer zweiten Röhre (2006 bis 2010) und anschließender Sanierung der Bestandsröhre bis Mitte 2011; nun verfügen beide Röhren über alles, was einen modernen, sicheren Tunnel

ausmacht: mit Notleuchten gekennzeichnete, zusätzliche Flucht- und Rettungswege, Pannenbuchten, eine lückenlose Videoüberwachung samt automatischer Erfassung von Verkehrsstörungen, vor Lärm geschützte Notrufe samt Feuerlöscher und moderne Brandmelde- und Löscheinrichtungen usw.

Beim im Jahr 2000 noch mit bedenklich und jetzt mit ausreichend benoteten 2.449 m langen, einröhrigen Schweizer Tunnel Isla Bela bei Rothenbrunnen auf der A13 (St. Margarethen-Mesocco) ist die Sanierung mit dem Bau eines Flucht- und Rettungstollens erst für die Jahre 2018 bis 2019 geplant und davor eine neue Beleuchtung und die Anpassung der Löschwasserversorgung, sowie beim

Gubrist Tunnel in Switzerland on Zurich's North Ring (assessed as good in 2000) received the same revised rating. It will be provided with a third bore in 2015 because requirements have been stepped up. The remaining 2 tunnels in the test must be mentioned in order to round off the positive impression presented by those, which have been repeatedly included: the 2 each roughly 1 km long, 2-bore tunnels Colle Capretto at San Gemini (Penugia-Terni) and San Pellegrino near Narni (Terni-San Giustino) in Italy with cross-passages every 420/500 m respectively, the veterans in the test, have been able to rise from sub-standard to good.

### The most frequent Faults

In spite of the positive overall results, the testers drew attention to the following faults:

- In the case of the Swiss Gubrist and Schweizerhalle (2001) tunnels and the Dutch Roer Tunnel near Roermond (only open since 2009) there are neither breakdown bays nor hard shoulders.
- In the case of the Gubrist and San Pellegrino tunnels there are no loudspeakers in the actual bores, the portals or the emergency exits. These are however of importance to draw attention to danger or provide instructions.
- Daily tailbacks are inevitable in the 3 busiest tunnels – Allach, Schweizerhalle and Gubrist involving more than 100,000 vehicles/day; as far as the Gubrist is concerned the top speed of 100 km/h is relatively high, something reflected in the large number of traffic accidents.

gleich bewerteten 3,26 km langen, zweiröhrigen Schweizer Gubrist-Tunnel im Nordring Zürich (2000 noch gut beurteilt) der Bau einer dritten Röhre (2015), weil die Anforderungen verschärft wurden. Um das positive Bild der wiederholt im Test stehenden Tunnel abzurunden, seien die restlichen zwei genannt: Die beiden je rd. 1 km langen, zweiröhrigen italienischen Tunnel Colle Capretto bei San Gemini (Penugia-Terni) und San Pellegrino bei Narni (Terni-San Giustino) mit Querschlägen alle 420 bzw. 500 m, die Veteranen im Test, konnten sich vom mangelhaft auf gut hocharbeiten.


### Die häufigsten Mängel

Trotz der positiven Gesamtergebnisse haben die Tester folgende Mängel beanstandet:

- Bei den Schweizer Tunneln Gubrist und Schweizerhalle (2001) und dem Niederländischen Tunnel Roer bei Roermond (erst seit 2009 in Betrieb) gibt es weder Pannensuchen noch Standspuren.
- Bei den Tunneln Gubrist und San Pellegrino fehlen Lautsprecher in den Röhren selbst, an den Portalen und in den Notausgängen; die sind aber im Notfall wichtig, um auf Gefahren aufmerksam zu machen oder Anweisungen erteilen zu können.
- Bei den drei mit jeweils mehr als 100.000 Fahrzeugen/Tag meist befahrbaren Tunneln Allach, Schweizerhalle und Gubrist lässt sich der tägliche Stau im Tunnel nicht verhindern; bei letzterem liegt außerdem die Höchstgeschwindigkeit mit 100 km/h verhältnismäßig hoch, was sich in der großen Zahl von Verkehrsunfällen widerspiegelt.

- Bei allen drei italienischen Tunneln war die Einsatzdauer der Atemschutzgeräte für die Feuerwehr mit noch nicht einmal eine Stunde viel zu knapp bemessen.


### Ausblick

Die erfreuliche Tendenz beim diesjährigen Tunneltest zeigt die großen Bemühungen der Tunnelbetriebe, das Sicherheitsniveau ihrer Tunnelanlagen deutlich zu verbessern. Der Weg ist steinig und das ehrgeizige Ziel, in ganz Europa bis 2019 sichere Tunnel entsprechend der EU-Richtlinie zu haben, noch nicht erreicht. Somit bedarf es weiter hartnäckiger Anstrengungen, damit sich die Autofahrer in ganz Europa sicher fühlen können. Für sie werden Empfehlungen gegeben und Tipps über das Verhalten beim Fahren durch Tunnel und dabei auftretende Unregelmäßigkeiten (Staus, Pannen, Unfälle und Brandfälle). 

- In the case of all 3 Italian tunnels, the breathing apparatus provided for the fire service could only be used for less than an hour – far too short a period.

### Outlook

The pleasing tendency shown by this year's Tunnel Test reflects the major efforts on the part of tunnel operators to substantially improve safety standard in their facilities. The road to be followed is a difficult one and the ambitious target of attaining safe tunnels throughout Europe

in keeping with the EU Guideline by 2019 has still not been achieved. Thus further strenuous efforts will be needed to ensure that road users feel safe all over Europe. Recommendations are available for motorists and tips provided on how to behave when using tunnels and tackling the problems that can occur (jams, breakdowns, accidents and cases of fire). 

### Literatur/References

- [1] Richtlinie 2004/54/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 29.4.2003 über Mindestanforderungen an die Sicherheit von Tunneln im europäischen Straßennetz; EG-Tunnel-Richtlinie, Brüssel 30.4.2004
- [2] EuroTAP (European Tunnel Assessment Programm). tunnel 5/2008, S. 46-47
- [3] Sicherheit in Straßentunneln (ADAC-Tunneltest 2000). tunnel 5/2000, S. 55-64
- [4] Sicherheit in Straßentunneln (ADAC-Tunneltest 2009). tunnel 5/2009, S. 39-40
- [5] Sicherheit in Straßentunneln (ADAC-Tunneltest 2010). tunnel 5/2009, S. 49-55



Leitzentrale des Tauerntunnels  
Tauern Tunnel control centre

## Maschinelle Tunnelvortriebe mit optimierter Stützdrucksteuerung

Innerstädtischer Tunnelbau wird zunehmend durch Maschinenvortriebe mit unterschiedlicher Ortsbruststützung geprägt. Im sensiblen Umfeld dichter Bebauung mit umfangreichen Leitungen im Baugrund sowie hochfrequentierten Verkehrsanlagen ist der Anspruch an die Ausführungsqualität und insbesondere die richtige Steuerung zur Stützung der Ortsbrust hoch. Die Erfassung der Einwirkungen für Vortriebe mit Flüssigkeits- und Erddruckstützung sowie Unterschiede und Problempunkte in den Nachweiskonzepten werden erläutert. Zwei Vortriebsprojekte dienen der Veranschaulichung.

### Einleitung

Die technischen und wirtschaftlichen Einsatzmöglichkeiten maschineller Vortriebe in allen Durchmessergrößen wachsen ständig. Mit Anwendung dieser Bauverfahren steigt auch gerade in innerstädtischen Bereichen die Akzeptanz von Tunnelbaumaßnahmen. Der Einsatz geschlossener Vortriebsverfahren reduziert dabei die Einschränkungen an der Oberfläche infolge der Baumaßnahme auf ein Minimum.

Ein wesentlicher Einfluss für den Erfolg eines maschinellen Vortriebs ist, insbesondere in wassergesättigten Lockergesteinen, die effiziente Stützung der Ortsbrust. Zum einen sollen durch die richtige Einstellung des Stützdrucks Gebirgsumlagerungen und somit bis zur Oberfläche durchschlagende Senkungen vermieden wer-

**Dr.-Ing. Ludger Speier**, Zerna Planen und Prüfen GmbH, Bochum/D;  
**Prof. Dipl.-Ing. Fritz Grübl**, PSP Consulting Engineers GmbH, München/D

den, zum anderen besteht bei einem zu hohen Stützdruck aber auch die Gefahr von Hebungen und Geländeaufbrüchen bzw. Ausbläsern, besonders im Bereich unterirdisch geführter Kanäle und Leitungen, und einer Reduzierung der Vortriebsleistung. Im Falle der Druckluftintervention für Wartungs- und Kontrollarbeiten verlängern sich mit der Höhe des aufgebrauchten Stützdrucks die Ein- und Ausschleusezeiten, und das Druckluftpersonal wird einer höheren Belastung und somit einem deutlich höheren gesundheitlichen Risiko ausgesetzt.

Neben Schildmaschinen mit flüssigkeitsgestützter Ortsbrust kommen gerade in sandigen Böden vermehrt Vortriebe mit

## Mechanised Tunnel Drives with optimised Support Pressure Control

Urban tunnelling is increasingly being characterised by mechanised drives with varying face support. High demands must be placed on the quality of design and foremost proper control for supporting the working face so that such projects can be executed safely in a tricky environment featuring a densely built-up area with extensive utilities as well as busy transportation facilities. The determining of the effects of fluid and earth pressure support and differences and problematic aspects in the proof concepts are explained. Two projects involving drives are used for exemplification.

### Introduction

The technical and economic possibilities for the application of mechanised drives for all possible diameters are constantly growing. Tunnelling measures are consequently being more readily accepted in urban areas thanks to the application of these construction methods. In this connection the application of trenchless driving methods reduces the restrictions imposed on the surface to a minimum. Efficient supporting of the face represents a major influence for the success of a mechanised drive especially in water-saturated soft grounds. Proper adjustment of the support pressure is on the one hand geared to avoiding redistributions in the ground and in turn

settlements actually affecting the surface; on the other excessively high support pressure can lead to the danger of heaving and ground shifts or blow-outs particularly in the proximity of underground sewers and utility lines, and a reduction in the rate of advance. Should compressed air be applied for maintenance and inspection work compression times are extended in keeping with the degree of applied support pressure, and the compressed air crew is exposed to a greater extent resulting in a substantially higher risk to health.

Drives involving earth pressure support are being applied more frequently particularly in sandy soils in addition to shield machines with fluid-supported face. On the technical side further developments for conditioning the soil in the form of a supporting paste signify that



Erddruckstützung zum Einsatz. Technische Weiterentwicklungen zur Konditionierbarkeit des Bodens als stützender Erdbrei erlauben es, dass sich die Einsatzgrenzen immer mehr in Bereiche verschieben, die vor wenigen Jahren noch den Vortrieben mit flüssigkeitsgestützter Ortsbrust vorbehalten waren, z.B. gemischtkörnige Böden mit geringen Feinanteilen und grobkörnige Lockergesteine. Ein Vorteil des Einsatzes eines EPB-Vortriebs liegt in der einfacheren Logistik. Es entfällt im Regelfall die bei der Flüssigkeitsstützung erforderliche Separieranlage. Somit ist der Bedarf an Baustelleneinrichtungsfläche geringer. Dies ist besonders im innerstädtischen Bereich von großer Bedeutung.

### Stützdruckauslegungen

Die Grundlagen für die Stützdruckauslegung unterscheiden sich zwischen den flüssigkeits- und erddruckgestützten Vortrieben.

Bei der flüssigkeitsgestützten Ortsbrust ist die Arbeitskammer mit einer Bentonitflüssigkeit mit definierter Dichte und weitgehend homogenen Eigenschaften gefüllt. Die Drucksteuerung erfolgt bei den meisten europäischen Systemen durch ein hinter der Tauchwand angeordnetes Luftpolster. Bei einigen ostasiatischen Maschinen und bei kleinen Durchmessern, bei denen maschinentechnisch keine Tauchwand angeordnet werden kann, erfolgt die Steuerung über die Regelung des Flüssigkeitszu- und -abflusses und die damit verbundene Drucksteuerung der Stützflüssigkeitspumpe. Das Luftpolster erlaubt eine sehr genaue Einstell-

barkeit des Stützdrucks, sodass in den gängigen Sicherheitskonzepten lediglich Schwankungsbreiten von 0,1 bis 0,05 bar zu berücksichtigen sind.

Die Einstellung des Stützdrucks hängt beim EPB-Vortrieb vorwiegend vom Stützmedium ab. Dessen Eigenschaften können dabei, abhängig von den geologischen Eigenschaften des Baugrunds sowie der Art und Weise der Konditionierung, sehr unterschiedlich sein. Darüber hinaus wird der Stützdruck beim EPB-Vortrieb durch maschinentechnische Faktoren beeinflusst, wie die Drehrichtung und Drehgeschwindigkeit des Schneidrads sowie die Anordnung der Förderschnecke. So können beispielsweise die an der Druckwand gemessenen Stützdrücke infolge unterschiedlicher Drehrichtung des Schneidrads um bis zu 50 kPa variieren [1]. Der Druck in der Abbaukammer ist hingegen beim Vortrieb mit flüssigkeitsgestützter Ortsbrust aufgrund der hohen Fluidität des Bentonits annähernd unabhängig von der Schneidradrichtung bzw. der Anordnung der Förderpumpe [2].

Um den unterschiedlichen Anforderungen an das Stützmedium gerecht zu werden, erhält die Konditionierung des Erdbreis demzufolge eine hohe Bedeutung. Dabei muss der Erdbrei u.a. eine hohe Kompressibilität zur Dämpfung der Volumen- und Stützdruckschwankungen in der Ortsbrust, geringe Wasserdurchlässigkeit zur Minimierung von Sickerströmungen sowie einen geringen inneren Reibungswinkel zur Minimierung des Verschleißes und des Energiebedarfs aufweisen.

application limits have been able to extend to limits, which only a few years ago were restricted to drives involving fluid-supported face, e.g. mixed-grain soils with slight proportions of fines and coarse-grained soft grounds. The more straightforward logistics represents an advantage for applying an EPB drive. Usually the separation plant required for fluid support is not necessary. As a result, less site installation area is required. This is of great significance especially in an urban setting.

### Support Pressure Setup

The principles for the support pressure setup are different for fluid and earth pressure supported drives.

In the case of the fluid-supported face the working chamber is filled with a bentonite slurry, which possesses a defined density and largely homogeneous properties. The pressure is controlled in the case of most European systems by an air cushion arranged behind the scum board. Some East Asian machines and in the case of smaller diameters, which cannot be provided technically with a scum board, the control system is regulated via the fluid inflow and outflow and the associated pressure control of the supporting fluid pump. The air cushion permits extremely accurate adjustment of the support pressure so that fluctuation ranges of no more than 0.1 to 0.05 bar have to be taken into consideration in prevalent safety concepts.

Adjusting the support pressure for the EPB drive mainly depends on the support agent. Its properties can differ greatly in keeping with the geological characteristics of the ground as well as the type and nature of

conditioning. Furthermore the support pressure for the EPB drive is affected by engineering factors such as the rotation direction and rotation speed of the cutting wheel as well as the arrangement of the screw conveyor. Thus for example the support pressures measured at the pressure wall can vary by up to 50 kPa on account of the cutting wheel's different rotation direction [1]. The pressure in the working chamber for driving with fluid-supported face on the other hand is by and large dependent on the cutting wheel rotation direction and the arrangement of the feed pump [2].

In order to comply with the various requirements placed on the support agent, conditioning of the paste is accordingly of immense importance. In this connection the paste must among other things possess high compressibility in order to suppress fluctuations in volume and support pressure at the face, low water permeability to minimise seepage flows as well as a low internal angle of friction to minimise wear and energy consumption.

Conditioning of the excavated material to attain the above-mentioned properties is arrived at by adding additives, e.g. polymer suspensions or foams. It must be observed in this connection that the density of the support agent among other things depends on the Foam Injection Ratio FIR in %. In the event of a low FIR the density of the support agent (soil-foam mix) generally rises on account of saturation of the pore volume. If the pore volume is completely saturated the density of the support agent is reduced on account of the increase in foam volume, which drops even further as the FIR increases [3].

Die Konditionierung des abgebauten Materials zur Erreichung der aufgeführten Eigenschaften erfolgt durch die Zugabe von Additiven, z.B. Polymersuspensionen oder Schäumen. In diesem Zusammenhang ist zu berücksichtigen, dass die Dichte des Stützmediums u.a. abhängig von der Schauminjektionsrate FIR in % (Foam Injection Ratio) ist. Bei einer geringen Schauminjektionsrate steigt in der Regel die Dichte des Stützmediums (Boden-Schaum-Gemisch) aufgrund der Sättigung des Porenraums. Bei Vollsättigung des Porenraums kommt es aufgrund der Zunahme des Schaumvolumens zur Reduzierung der Dichte des Stützmediums, welche mit steigender FIR weiter abfällt [3].

Da im Rahmen der Stützdruckberechnung der Eigengewichtsanteil des Stützmediums als haltende Kraft berücksichtigt wird, hat die Dichte des Erdbreis, insbesondere bei größeren Durchmessern, einen signifikanten Einfluss auf den aufzubauenden Stützdruck und sollte im Vorfeld einer Tunnelbaumaßnahme anhand der geologischen Randbedingungen bzw. der geplanten Konditionierungsmaßnahme sorgfältig untersucht und festgelegt werden. Sofern im Rahmen des Vortriebs eine höhere FIR zur optimalen Konditionierung des Erdbreis notwendig ist, muss eine Anpassung des Stützdrucks vorgenommen werden.

Das Thema der Erdbreikonditionierung ist aufgrund seiner hohen Bedeutung, insbesondere hinsichtlich möglicher Einsatzbereiche von EPB-Vortrieben, aktuell Gegenstand umfangreicher Untersuchun-

gen [3]. Die Steuerung des Drucks in der Abbaukammer erfolgt beim EPB-Vortrieb über die Vorschubpressen und den Abtransport des Erdbreis über die Förderschnecke. Im Schneckenbereich findet im Regelfall die Reduzierung des Drucks auf den in der Tunnelröhre bestehenden atmosphärischen Druck über Reibung statt. Dies kann zu hohem Verschleiß der Schnecke führen.

Um den vielen Unwägbarkeiten der Erdbreistützung Rechnung zu tragen, sind bei der Stützdruckberechnung von EPB-Vortrieben Stützdruckschwankungen zwischen 0,2 bis 0,3 bar zu berücksichtigen [4, 5, 6]. Für das angestrebte Sicherheitsniveau differieren die zu berücksichtigenden Schwankungsbreiten aufgrund der aufgeführten Unterschiede in den Verfahren und in den zugehörigen Nachweiskonzepten zur Ortsbruststabilität.

Für oberflächennahe EPB-Vortriebe führen die für die Auslegung des Stützdrucks zu berücksichtigenden Stützdruckschwankungen im Vergleich zum Hydroschild häufig zu Problemen beim Nachweis

As the proportion of dead weight of the support agent is regarded as a retentive force for the purpose of calculating the support pressure, the paste's density especially given larger diameters exerts a significant influence on the established support pressure and should be carefully investigated and determined in advance of a tunnelling project on the basis of the geological general conditions and the projected conditioning measures. The support pressure must be adjusted accordingly should a higher FIR be required for the optimal conditioning of the paste within the scope of an excavation.

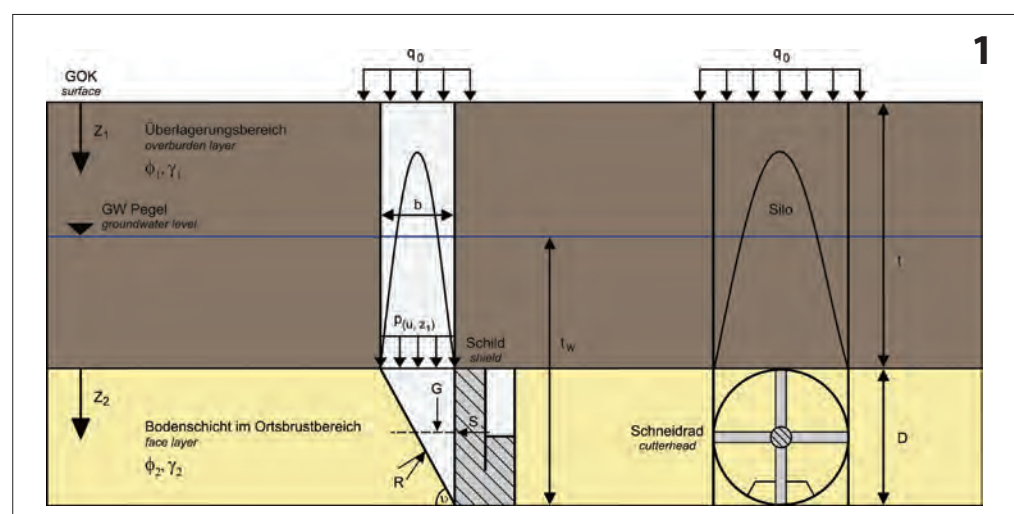
The topic of paste conditioning is currently the subject of extensive investigations on account of its great significance, particularly regarding the possible range of applications of EPB drives [3]. The pressure in the extraction chamber is controlled for an EPB drive via the thrusting jacks and removal of the paste via the screw conveyor. Normally the pressure in the screw conveyor zone is reduced via friction to attain the atmospheric pressure prevailing in the tunnel. This can lead to high wear affecting the screw conveyor.

In order to ensure that the many imponderabilities relating to supporting the paste are addressed, support pressure fluctuations of between 0.2 and 0.3 bar must be taken into consideration for calculating the support pressure for EPB drives [4, 5, 6]. The fluctuation widths differ for the aspired safety level on account of the cited differences in the methods and the relevant verification concepts for face stability.

For EPB drives close to the surface the support pressure fluctuations required to determine the support pressure frequently lead to problems in proving the excavation safety in comparison to the hydro-shield. As a result ballasting measures are often necessary in certain areas on the ground surface in the case of the EPB shield, which diminish the cost advantages of EPB drives.

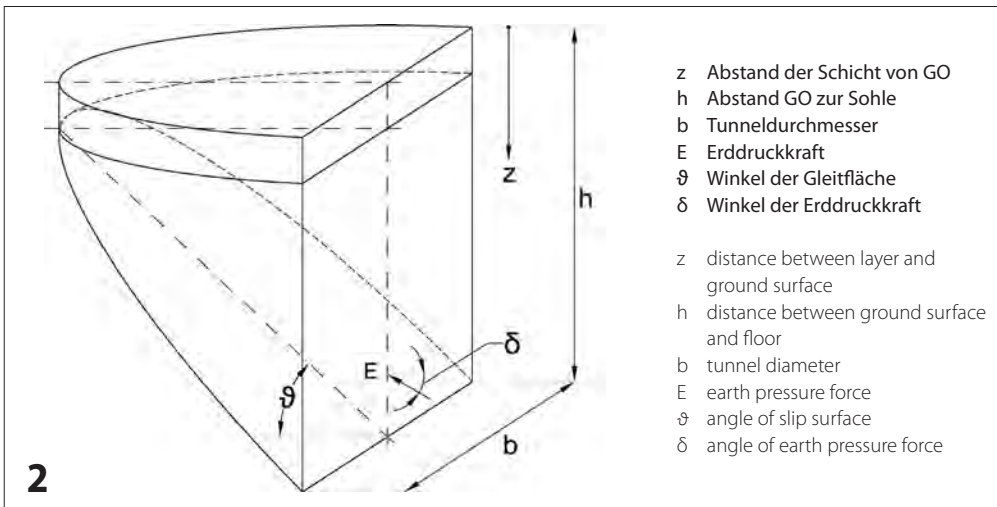
## Calculating the Support Pressure

The active forces from earth/water pressure as well as loads and in turn the required support force must be established for calculating the support pressure (Fig. 1).



Bruchmodellschema und einwirkende Kräfte

Fracture model diagram and active forces



Bruchkörpermodell nach Piaskowski/Kowalewski  
 Fracture zone model according to Piaskowski/Kowalewski

der Aufbruchssicherheit. Zur Realisierung sind beim EPB-Schild daher häufig in bestimmten Bereichen Ballastierungsmaßnahmen an der Geländeoberfläche erforderlich, die die Kostenvorteile von EPB-Vortrieben verringern.

**Stützdruckberechnung**

Für die Berechnung des Stützdrucks müssen die einwirkenden Kräfte aus Erddruck, Wasserdruck sowie Auflasten und daraus der erforderliche Stützdruck ermittelt werden (Bild 1). Für die Ermittlung der Einwirkungen stehen verschiedene Rechenmodelle zur Verfügung, z.B. nach Anagnostou/Kovari, Horn, Jancsecz, Muramay oder DIN 4085. Ein in Deutschland häufig angewendetes Verfahren ist die Berechnung des räumlichen Erddrucks in Anlehnung an die Vorgaben der DIN 4085 (Bild 2).

Die Ortsbrust wird meist in zehn horizontale Streifen eingeteilt, für die der horizontale aktive Erddruckbeiwert aus dem jeweiligen Winkel der inneren Reibung  $\varphi_i$  ( $k_{agh}$ ,  $k_{ach}$ ) berechnet wird. Mit dem Formbeiwert  $\mu_{agh} = \mu_{aph} = \mu_{ach}$  nach Tabelle 1

für die räumliche Berechnung über die Tiefe der Lamelle wird der jeweilige räumliche Erddruck  $spa\ e_{ah}$  nach Formel 1 ermittelt.

Various computational models are available for determining the effects, e.g. according to Anagnostou/Kovari, Horn, Jancsecz, Muramay or DIN 4085. Calculat-

ing the spatial earth pressure in keeping with DIN 4085 represents a method that is frequently applied in Germany (Fig. 2).

The face is usually divided into 10 horizontal strips, for which the horizontally active earth pressure coefficient is calculated from the appropriate inner angle of friction  $\varphi_i$  ( $k_{agh}$ ,  $k_{ach}$ ). By means of the shape coefficient  $\mu_{agh} = \mu_{aph} = \mu_{ach}$  in accordance with Table 1 for the spatial calculation over the depth of the segment the given spatial earth pressure  $spa\ e_{ah}$  is determined in accordance with Formula 1.

The resultant force, which is obtained from the horizontally active earth pressure, is worked out according to Formula 2.

According to ZTV-ING Part 5.3 the support pressure from earth and water pressure is calculated from Formula 3.

The blowout or excavation safety (Fig. 3) is substantiated by means of Formula 4.

With regard to the selected safety concept it must be considered within the framework of calculating the support pressure that given extremely conservative approaches the safety relating to failure at the face increases quite apart from the fact that the crew is exposed to higher pressure. In order to assess the influences of the overlying ground in a realistic manner, a possible silo effect of the overburden must be taken into consideration. Through the resultant possible reduction of the vertical stress at the level of the sliding wedge the support pressure can be substantially reduced. In contrast to calculating shield tunnelling machines, for which the German Committee for Underground Construction (DAUB) recommends the application of in excess of one tunnel diam-

z/b	0	1	2	3	4	6	8	10
$\mu_{agh} = \mu_{aph} = \mu_{ach}$	1	0,82	0,70	0,59	0,50	0,37	0,30	0,25

Tabelle 1: Formbeiwert  $\mu_{agh} = \mu_{aph} = \mu_{ach}$  über die Tiefe der Lamelle  
 Table 1: Shape coefficient  $\mu_{agh} = \mu_{aph} = \mu_{ach}$  over the depth of the segment

**Formel 1 / Formula 1**

$$spa\ e_{ah} = cal \cdot \gamma \cdot z \cdot \mu_{agh} + k_{agh} + p \cdot \mu_{aph} \cdot k_{agh} - cal \cdot c' \cdot \mu_{ach} \cdot k_{ach}$$

**Formel 2 / Formula 2**

$$spa\ E_{ah} = b \cdot \sum_0^D spa\ e_{ah} \cdot \Delta h$$

**Formel 3 / Formula 3**

$$S \geq \eta_w \cdot W + \eta_e \cdot spa\ E_{ah}$$

Dabei ist

- S erforderliche Stützdruckkraft an der Ortsbrust
- W Wasserdruckkraft
- $spa\ E_{ah}$  räumliche aktive Erddruckkraft
- $h_w$  Sicherheitsbeiwert für Wasserdruck  $h_w = 1,05$
- $h_e$  Sicherheitsbeiwert für Erddruck  $h_e = 1,50$

Here means

- S required support pressure force at the face
- W water pressure force
- $spa\ E_{ah}$  spatially active earth pressure force
- $h_w$  safety coefficient for water pressure  $h_w = 1.05$
- $h_e$  safety coefficient for earth pressure  $h_e = 1.50$

**Formel 4 / Formula 4**

$$\eta = \frac{\gamma \cdot t_1 + \gamma' \cdot t_2 + \gamma_w \cdot (t_w - D)}{S_{LF, LH, LV}} \geq 1,1 \dots 1,2$$

Die resultierende Kraft, die sich aus dem horizontalen aktiven Erddruck ergibt, berechnet sich gemäß Formel 2.

Nach ZTV-ING Teil 5.3 wird der Stützdruck aus Erd- und Wasserdruck mit Formel 3 berechnet.

Die Ausbläser- oder Aufbruchsicherheit (Bild 3) wird mit Formel 4 nachgewiesen.

Im Hinblick auf das gewählte Sicherheitskonzept ist im Rahmen der Stützdruckberechnung zu berücksichtigen, dass bei sehr konservativen Ansätzen nicht nur die Sicherheit hinsichtlich des Versagens der Ortsbrust steigt, sondern auch das Personal einem höheren Druck ausgesetzt wird. Um die Einwirkungen aus Überlagerung realistisch zu erfassen, ist eine mögliche Silowirkung des überlagerten Bodens zu berücksichtigen. Durch die dadurch mögliche Verringerung der vertikalen Spannung auf Höhe des Gleitkeils kann der Stützdruck deutlich reduziert werden. Im Gegensatz zur Berechnung von Schildvortriebsmaschinen, für welche der Deutsche Ausschuss für unterirdisches Bauen (DAUB) den Ansatz der Silowirkung für Überdeckungen von größer einem Tunneldurchmesser empfiehlt, gibt es für die Stützdruckberechnung bisher keine einheitliche Regelung. Die Silowirkung sollte jedoch – ähnlich wie bei der Schildstatik – bei Überdeckungen, die größer als das Zweifache des Ausbruchdurchmessers sind, angesetzt werden dürfen. Im Allgemeinen werden die Einsatzgrenzen der Silowirkung im Vorfeld einer Baumaßnahme gemeinsam durch den Bodengutachter, den Planer sowie den Prüfingenieur festgelegt. Dabei kann der Druckunterschied, je nachdem ob die entlastende

Silowirkung ab einer größeren Überdeckung als dem zweifachen oder erst dem dreifachen Tunneldurchmesser angesetzt wird, in Verbindung mit relativ niedrigen Grundwasserständen schnell über 0,5 bar betragen.

### Auswirkungen auf die Vortriebsgeschwindigkeit

Die Stützdruckhöhe wirkt sich beim Vortrieb mit flüssigkeitsgestützter Ortsbrust kaum

eter for the silo effect of overlying ground, there is so far no standard regulation for working out the support pressure. However the silo effect – akin to the shield statics – may be applied for overlying ground, which is more than twice the excavated diameter. Generally speaking the limits for applying the silo effect prior to a construction project are determined jointly by the geotechnical engineer, the designer as well as the test

engineer. In this connection, the pressure difference, depending on whether the relieving silo effect can be applied from overlying ground that is greater than twice or greater than thrice the tunnel diameter, can easily amount to more than 0.5 bar in conjunction with relatively low groundwater levels.

### Effects on the Rate of Advance

The support pressure level scarcely exerts any effect on the rate of advance when driving with a fluid-supported face. The friction in the extraction chamber and in turn the cutting wheel torque only increase to a minimal extent. The driving thrust forces increase in accordance with the support pressure force, something which if anything has a positive influence on the tunnelling machine.

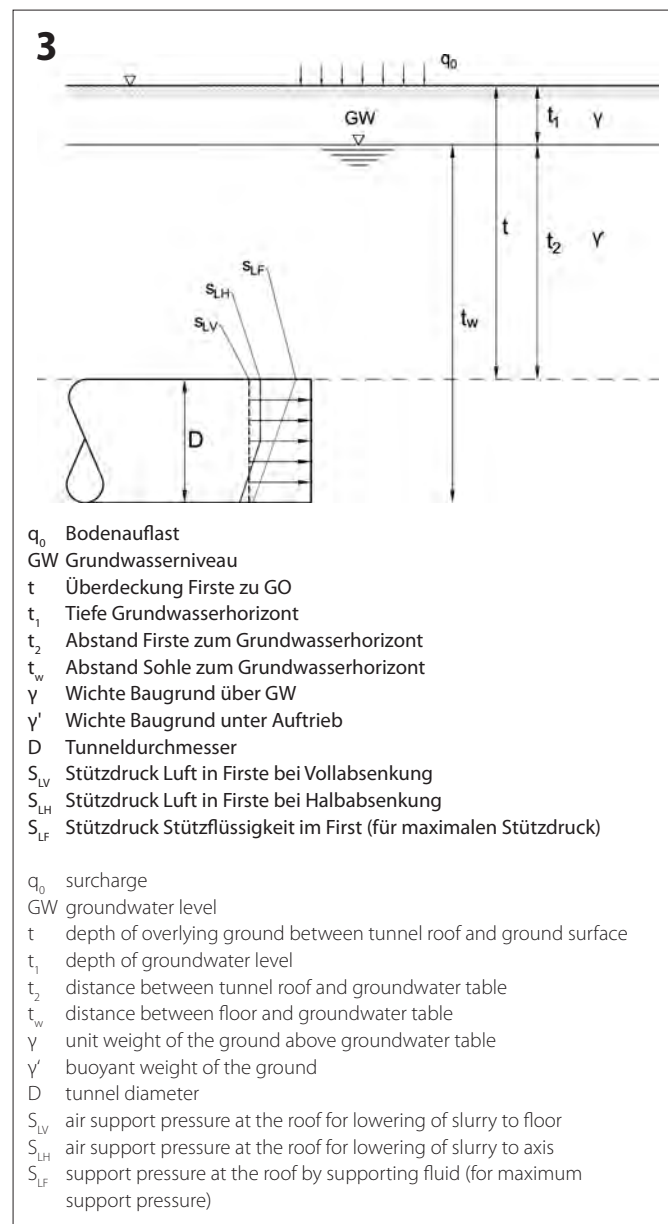
The situation is different in the case of the EPB drive. Here the paste is pressed against the pressure wall by the support pressure. Friction increases linearly as the support pressure rises and causes a correspondingly higher torque of the cutting wheel. Usually the rate of advance has to be reduced in order to prevent the cutting wheel blocking.

### Examples

The cited aspects are now explained on the basis of 2 examples. Two infrastructure schemes are dealt with. The drive in the first case took place in Munich with a fluid-supported face; the second in Biel involved EPB supporting.

#### U3-North, Contract Section 2, Munich Moosach

Contract Section 2 of Metro Line 3 North in Munich is the penultimate section of the line extension from the Olympia-Einkaufszentrum to the S-Bah-



Ausbläser-/Aufbruchsicherheit  
 Blowout/excavation safety

auf die Vortriebsgeschwindigkeit aus. Die Reibung in der Abbaukammer und damit das Schneidraddrehmoment nehmen nur unwesentlich zu. Die Vortriebspresenkräfte erhöhen sich entsprechend der Stützdruckkraft, was sich aber eher positiv auf die Steuerung der TVM auswirkt.

Anders beim Erddruckvortrieb: Hier wird der Erdbrei durch den Stützdruck gegen die Druckwand der TVM gepresst. Die Reibung steigt linear mit der Erhöhung des Stützdrucks an und bedingt ein entsprechend höheres Drehmoment des Schneidrad. Um ein Blockieren des Schneidrad zu verhindern, muss die Vortriebsgeschwindigkeit meist reduziert werden.

### Beispiele

Die vorgenannten Aspekte sollen exemplarisch an zwei Beispielen erläutert werden. Es handelt sich um zwei Infrastrukturmaßnahmen, bei denen der Vortrieb im ersten Beispiel in München mit einer flüssigkeitsgestützten Ortsbrust und im zweiten Beispiel in Biel mit einer Erddruckstützung erfolgte.

#### U3-Nord Baulos 2, München Moosach

Das Baulos 2 der U-Bahn-Linie 3-Nord in München ist das vorletzte Los der Linienerweiterung vom Olympia-Einkaufszentrum zum S-Bahnhof Moosach. Für die vier Vortriebe mit insgesamt ca. 2,4 km Vortriebslänge kam ein Hydroschild mit flüssigkeitsgestützter Ortsbrust (Bild 4) mit einem Ausbruchdurchmesser von 7,35 m zum Einsatz [7]. Die Röhren werden mit einschaligen Tübbingringen, Innen-



U-Bahn in München: Offenes Speicherschneidrad der TVM  
Munich Metro: open spoked cutting wheel for the TBM

durchmesser 6,30 m, Tübbingdicke 0,40 m und Tübbinglänge 1,50 m ausgekleidet.

Der Abstand der Achsen der Tunnelröhren variiert zwischen 10,2 und 11,8 m. Die Tunnelröhren befinden sich in quartären Kiesen mit teilweise hohen Durchlässigkeiten und in Teilbereichen in tertiären Mergeln und Sanden. Die Bauausführung erfolgte durch eine Arge bestehend aus der Wayss & Freytag Ingenieurbau AG, der Hochtief Construction AG und der Bauer Spezialtiefbau GmbH.

Eine Besonderheit für die Stützdruckberechnung stellte ein Abwasserkanal mit darunterliegender offener Dränageleitung dar (Bild 5). Da die Dränageleitung nicht sicher zu

nhof Moosach. A hydro-shield with fluid-supported face (Fig. 4) with 7.35 m excavated diameter was applied for the 4 drives totaling roughly 2.4 km in length [7]. The bores are lined with single-shell segmental rings, 6.30 m

inner diameter, segment thickness 0.40 m and segment length 1.50 m.

The centre distance between the tunnel bores varies between 10.2 and 11.8 m. The bores are located in quaternary

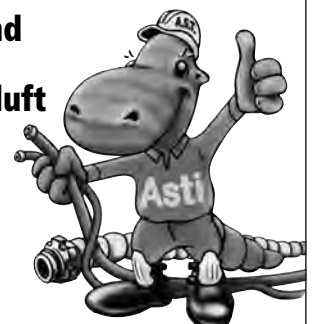
## A.S.T. Bochum

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



verpressen war, musste davon ausgegangen werden, dass die Stützflüssigkeit ohne großen Widerstand in die Kanaldrnage abströmen kann. Bei der Berechnung wurde deshalb ein Lastfall untersucht, bei dem die Gelandoberflache rechnerisch in die Drnagleitung gelegt wurde (Bild 6). Dieser Lastfall ergab die geringste Sicherheit gegen Aufbruch und bedeutete für den Vortrieb, dass aufgrund der Ausblasersicherheit nur in wenigen Teilbereichen ein Einstieg in die Arbeitskammer unter Druckluftbeaufschlagung möglich war. Als Rechenannahme wurde hierbei ein Vortrieb unter „offenem Gewässer“ angenommen, wobei die Unterkante Drnageschicht mit der Gewässersohle gleichgesetzt wurde. Die rechnerischen Auflasten wurden bis zur Gelandoberkante als schlaffe Auflast berücksichtigt. Im Bild 7 ist das Stutzdruckband für den Vortrieb mit den vorab ermittelten minimal und maximal zu fahrenden Stutzdrucken und dem tatsächlich gefahrenen Stützdruck dargestellt.

### Umfahrung Biel, Ostast

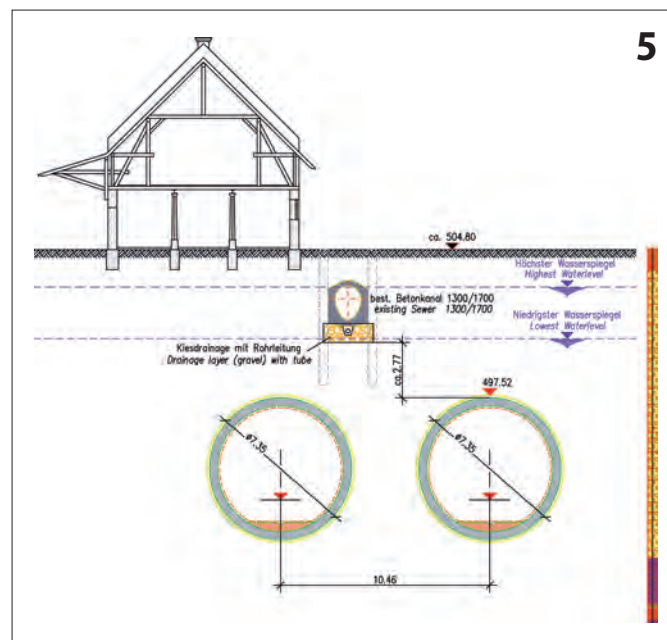
Bei der „Umfahrung Biel Ostast“ wurde erstmalig in der Schweiz als Sondervorschlag der bauausführenden ARGE ein Groschild mit Erddruckstützung eingesetzt. Das Projekt schließt eine der letzten Lücken im Schweizer Nationalstraennetz und beinhaltet im Wesentlichen den Bau von zwei zweiröhrigen Straßentunneln, den Tunnel Buttenburg mit einer Länge von ca. 1.470 m und den Tunnel Langholz mit einer Länge von ca. 2.500 m.

Alle vier Tunnelröhren wurden mit einer EPB-Maschine mit einem Durchmesser  $D$  von

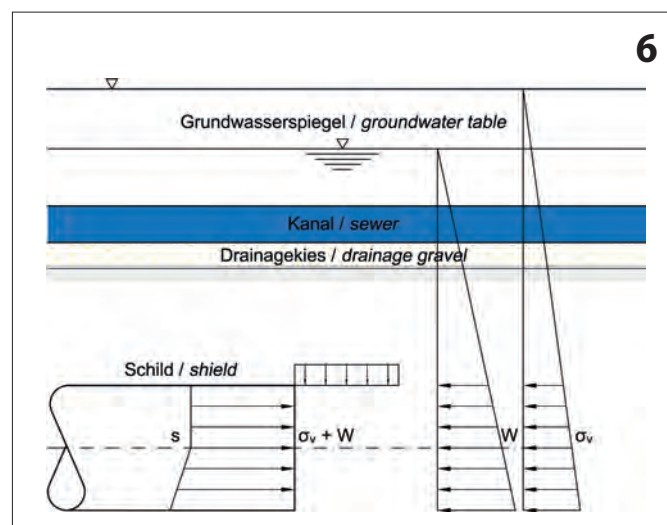
12,6 m erfolgreich aufgefahren (Bild 8). Die eingesetzte Maschine hat aktuell in Europa das drittgrößte jemals gefahrene Erddruckschild. Als besondere Herausforderung stellte sich die anspruchsvolle heterogene Geologie mit grundwassergesattigtem Lockergestein mit Durchlässigkeiten kleiner als  $10^{-4}$  m/s sowie Festgestein mit einaxialen Druckfestigkeiten in Höhe von bis zu 100 MPa

gravels with in some cases high permeabilities and partially in tertiary marls and sands. Construction work was undertaken by a joint venture comprising Wayss & Freytag Ingenieurbau AG, Hochtief Construction AG and Bauer Spezialtiefbau GmbH. A sewer with an open drainage facility located beneath it represented a special feature for calculating the support pressure (Fig. 5). As the drainage

line could not be safely grouted, it had to be presupposed that the support fluid could flow off into the sewer drainage system without major resistance. As a consequence for computational purposes a load case was investigated for which the ground surface was located by calculation in the sewer conduit (Fig. 6). This load case resulted in the least safety against uplift and for the drive signified that accessing the working chamber under compression was only possible in a few part-sections on account of blowout safety. A drive under “open waters” was taken here for calculation purposes, with the lower edge of the drainage gravel being equated with the waterway bed. The computational loads were assumed to be a sagging load. Fig. 7 displays the support pressure protocol for the drive with the previously determined minimal and maximal support pressures that have to be applied and the support pressure actually used.



U-Bahn in München: Querschnitt der Tunnelröhren mit Abwasserkanal  
Munich Metro: cross-section of tunnel bores with sewer conduit



U-Bahn in München: Rechenannahmen für den Vortrieb unter einem Kanal  
Munich Metro: assumptions for driving below a conduit

### Biel Bypass, East Section

For the first time in Switzerland a large EPB shield was used as a special proposal put forward by the responsible JV for the “Biel Bypass, East Section”. The project closes one of the final gaps in the Swiss national highway network and by and large relates to the building of 2 twin-bore tunnels, the roughly 1,470 m long Buttenberg Tunnel and the Langholz Tunnel, which is some 2,400 m long. All 4 tunnel bores were successfully driven by a 12.6 m diameter EPB machine (Fig. 8). Currently the machine used possesses the third largest EPB shield ever deployed in Europe. The sophisticated heterogeneous geology represented a par-

dar. Darüber hinaus waren die Unterfahrung einer SSB-Trasse (Bild 9), die teilweise geringe Überdeckung von weniger als 6 m, also  $< \frac{1}{2} D$ ), sowie die Ausfahrt von Locker- in Festgestein technisch zu beherrschen. Mit dem Sondervorschlag EPB-Schild gegenüber dem ausgeschriebenen Schild mit flüssigkeitsgestützter Ortsbrust ergaben sich für die ausführende ARGE insbeson-

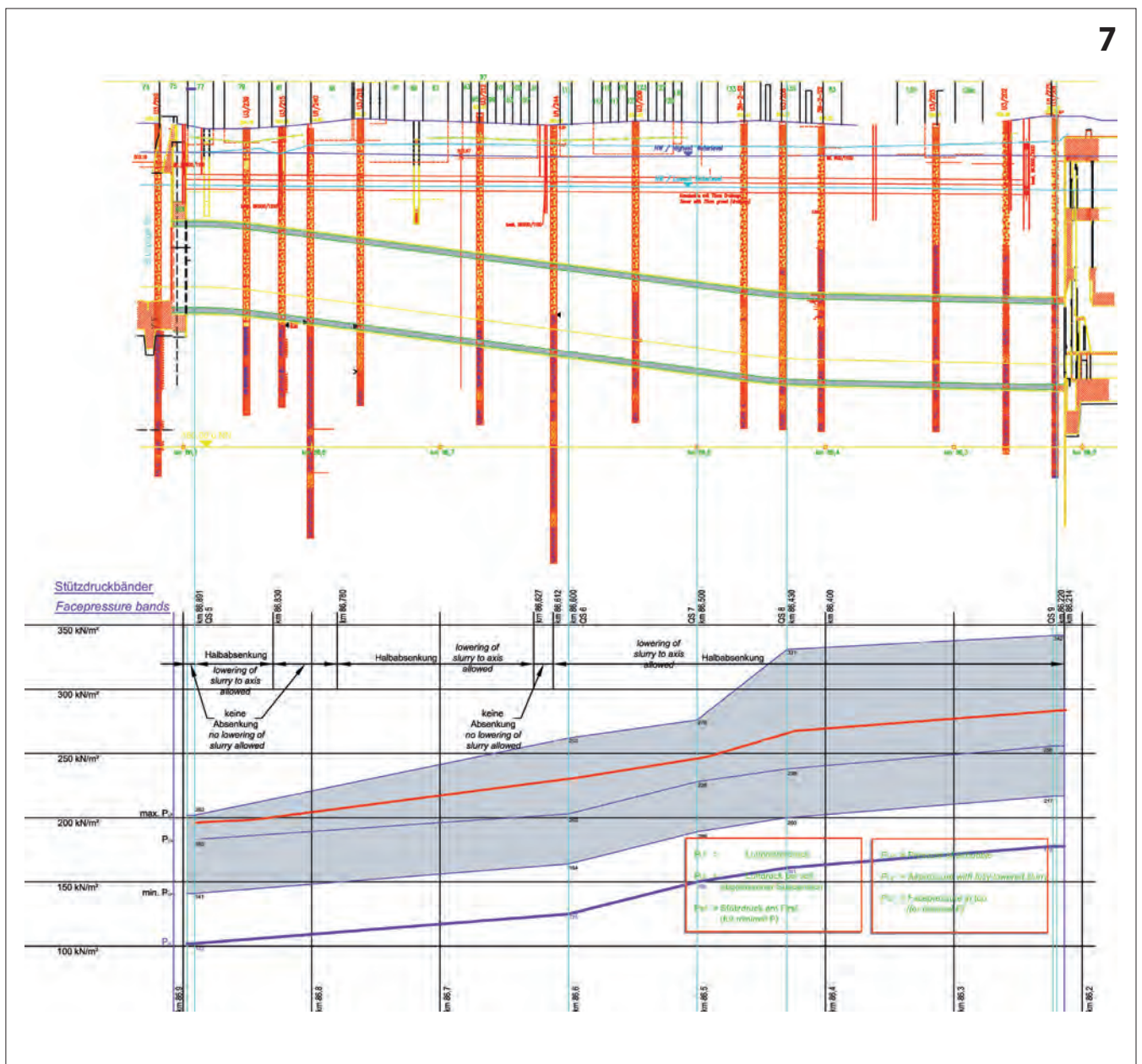
dere aufgrund des Entfalls des Förderkreislaufs des Bentonits sowie der Separationsanlage deutliche Vorteile.

Als grundlegendes Sicherheitskonzept für den Nachweis der Bauzustände wurde die ZTV-ING (Stand 12/2007) mit den dort formulierten Teilsicherheiten zugrunde gelegt. Mit diesen Bemessungsgrundlagen und den gegebenen Randbedingungen – geringer

ticular challenge with ground-water-saturated soft ground with permeabilities of less than  $10^{-4}$  m/s as well as solid rock with uni-axial compressive strengths of up to 100 MPa. Furthermore an SBB route (Fig. 9), which in part possessed shallow overburden of less than 6 m in other words  $< \frac{1}{2}$  diameter as well as the transition from soft ground to solid rock had to be mastered. The responsible JV reaped con-

siderable advantages thanks to the special proposal using an EPB shield rather than the shield with fluid-supported face originally called for; especially as the discharge circuits for the bentonite and the separation plant were not needed.

The essential safety concept for verifying the states of construction was based on the ZTV-ING (as of 12/2007) with the partial safety factors con-



U-Bahn in München: Stützdruckband  
Munich Metro: support pressure protocol




Quelle/source: Strauss, ATUBO

Umfahrung Biel: Geschlossenes Schneidrad der TVM  
Biel bypass: closed TBM cutting wheel

Überdeckung, grundwasser- gesättigten Lockergesteinen sowie den Regeltoleranzen des Erddruckschildes – war für die Stützdruckbemessung besonderes Augenmerk auf den Aufbruchsicherheitsnachweis in den Abschnitten mit geringer Überdeckung zu legen.

Anstelle des konventionellen ebenen Nachweises wurde ein räumlicher Nachweis in Anlehnung an den Aufsatz „Luftverbrauch und Überdeckung beim Tunnelvortrieb mit Druckluft“ von Schenk zu Schweinsberg und Wagner geführt [8]. Beim räumlichen Nachweis werden abweichend von einfachen Gleichgewichtsbetrachtungen (Ansatz auf der sicheren Seite) die wirksam werdenden Reibungskräfte aus dem überlagerten Erdpaket mitberücksichtigt. Zur Erfassung der Größe der Reibungskräfte kann in Anlehnung an die Berechnung von Zugpfählen davon ausgegangen werden, dass sich der herauszudrückende Bodenkör-

per mit dem Winkel der inneren Reibung vergrößert. Durch Verwendung genauerer Berechnungsansätze konnte die technische Umsetzung einer zusätzlichen Ballastierung im Bereich des Längholtunnels vermieden werden. 

#### Literatur/References

- [1] Bezuijen, A.; Talmon, A. M.; Joustra; Grote B.: Pressure Gradients and Muck Properties at the Face of an EPB. Proceedings of the ITA Conference, Istanbul, Turkey, 2005
- [2] Bakker, K. J.; Teunissen, E. A. H.; van den Berg, P.; Smith M. Th. J. H.: K100, Research at the Second Heinenoord Tunnel. Proceedings of the ITA Conference - Reclaiming Underground Space, Amsterdam, The Netherlands, 2003
- [3] Budach, C.: Untersuchungen zum erweiterten Einsatz von Erddruckschilden in grobkörnigem Lockergestein. Dissertation, Ruhr-Universität Bochum, 2012
- [4] Babenderde, T.; Hensel, W.; Sharma, B.: Additive zur Beherrschung starker Durchlässigkeiten bei EPB und Slurry-TBM. tunnel, Heft 3, 2011, S. 35-40
- [5] Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt): ZTV-ING – Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten. Sammlung Brücken- und Ingenieurbau – Teil 5 Tunnelbau. Verkehrsblatt Verlag, Dortmund, 2007
- [6] Kirsch, A.: On the face stability of shallow tunnels in sand. Advances in Geotechnical Engineering and Tunneling, ISBN 978-3-8325-2149-3, 2009
- [7] Chiappa, P.; Bauer, R.; Demmler, M.: Tunnel Moosach in München. tunnel, Heft 7, 2007, S. 63-72
- [8] Von Schenk zu Schweinsberg, W.-R.; Wagner, H.: Luftverbrauch und Überdeckung beim Tunnelvortrieb mit Druckluft. Bautechnik, Heft 2, 1963, S. 41-47




Quelle/source: Strauss, ATUBO

Umfahrung Biel: Unterfahrungsbereich der SSB-Anlage  
Biel bypass: SBB route area

tained therein. Thanks to these dimensioning principles and the prevailing general conditions – shallow overburden, groundwater-saturated soft grounds as well as the standard tolerances for the EPB shield – special attention had to be paid to verifying

the excavation safety in the sections with shallow overburden.

Spatial proof based on the paper “Air Consumption and Overburden for driving Tunnels using compressed Air” from von Schenk zu Schweinsberg and Wagner was applied rather than conventional plane proof [8]. In the case of spatial proof in contrast to simple equilibrium considerations (application on the safe side) the forces of friction acting from the overlying earth zone are also taken into consideration. Calculation of tensile pipes can be taken as the basis for determining the size of the forces of friction, which increases the expelled body of soil by the angle of inner friction. By applying more precise computational approaches the technical implementation of additional ballasting for the Langholz Tunnel was avoided. 



## Messe

## bauma 2013 in München auf Expansionskurs

Die bauma 2013 ist mit 570.000 m<sup>2</sup> Ausstellungsfläche und mehr als 3.300 Ausstellern auf Expansionskurs. Die Besucher erwartet eine Vielzahl innovativer Entwicklungen für die Bau-, Baustoff- und Bergbauindustrie. Wir wagen den Versuch, aus der großen Vielfalt der Angebote, Interessantes für den Tunnelbau zu filtern – selbstverständlich ohne Anspruch auf Vollständigkeit.

Beginnen wir mit dem Innovationspreis 2013. Zwei von drei nominierten Innovationen in der Kategorie „Maschine“ sind aus dem Bereich des unterirdischen Bauens: das Vortriebssystem Pipe Express der Herrenknecht AG und der Mobile Tunnel Liner (MTM) der Aker Wirth GmbH.

In einer Zeit, in der viele Firmen Nachwuchs suchen und Infrastrukturprojekte oft wenig Akzeptanz in der Bevölkerung finden, setzt die Initiative THINK BIG! ein Zeichen. Die bauma bietet ein Programm für Jugendliche, besonders die Jahrgangsstufen 8 bis 13 an: neu, spannend und interaktiv. Das bauma FORUM rundet die Messe mit Vorträgen, Diskussionen und Präsentationen ab und widmet sich auch dem Partnerland Indonesien sowie ausgewählten weiteren Ländern.

### Aker Wirth GmbH, Stand C3.123/218

Die neueste Entwicklung von Aker Wirth, der Mobile Tunnel Miner (MTM) für den Tunnel- und Bergbau, ist für den diesjährigen bauma-Innovationspreis nominiert. Aus



156 Wettbewerbsteilnehmern wählte eine Experten-Jury den MTM unter die besten drei Beiträge in der Kategorie „Maschine“. Der MTM kombiniert die Flexibilität einer Teilschnittmit der Robustheit einer Tunnelbohrmaschine. Der MTM startet zunächst im Bergbau; im Tunnelbau ist zurzeit eine Aker Wirth Tunnelbohrmaschine im Koralmtunnel beim Bau der Eisenbahn-Hochleistungsstrecke zwischen Graz und Klagenfurt im Einsatz.

[www.akersolutions.com/aker-wirth](http://www.akersolutions.com/aker-wirth)

## Exhibition

## 2013 bauma in Munich geared to Expansion

The 2013 bauma is geared to expansion with an exhibition area of 570,000 m<sup>2</sup> and in excess of 3,300 exhibitors. Visitors can expect a whole range of innovative developments for the construction, building material and mining industry. We have attempted to filter out topics of interest for tunnelling without daring to claim that we were able to nail everything.

Let us start with the 2013 Innovation Prize. Two of the 3 innovations in the "machine" category stem from the underground construction section: the Herrenknecht AG Pipe Express driving system and the Mobile Tunnel Liner (MTM) from the Aker Wirth GmbH. The THINK BIG! initiative is setting standards at a time when many companies are

seeking to recruit young people and infrastructure projects often lack acceptance among the general public. The bauma offers a programme for young people, especially teenagers: new, exciting and interactive. The bauma FORUM augments the fair with lectures, discussions and presentations and devotes itself to the partner country Indonesia as well as further selected nations.

### Aker Wirth GmbH, Stand C3.123/218

The latest Aker Wirth development, the Mobile Tunnel Miner (MTM) for tunnelling and mining, is nominated for this year's bauma Innovation Award. A jury of experts chose the MTM as one of the 3 best entries in the "machine" category from no less than





Quelle/source: Atlas Copco Construction Tools GmbH

**Atlas Copco Construction Tools GmbH,  
Stand F11.1108**

Atlas Copco stellt eine neue Bohrwagen E-Serie vom Typ Boomer vor. Nutzerfreundlichkeit, Komfort und Sicherheit für den Bediener stehen im Fokus. Die neue Serie bietet ein verbessertes Steuersystem mit benutzerfreundlicher Schnittstelle und Touchscreen. Weltweit steigen die Anforderungen für Dokumentation und Nachhaltigkeit. Der Underground Manager ist als neues Windows tm-basiertes Softwarepaket im Untertage-Bohrwagen von Atlas Copco installiert. Die neue Software umfasst den Tunnel-Manager für den Streckenvortrieb und den ORE Manager für die Rohsteingewinnung und enthält neue Funktionen, z.B. Sprengleitbild und Simulation, Sprengbildgenerator, vollständige 3D-Ansicht von Tunnelquerschnitten und Datenlogsystem sowie intelligente Konturenauflistung. [www.atlascopco.com](http://www.atlascopco.com)

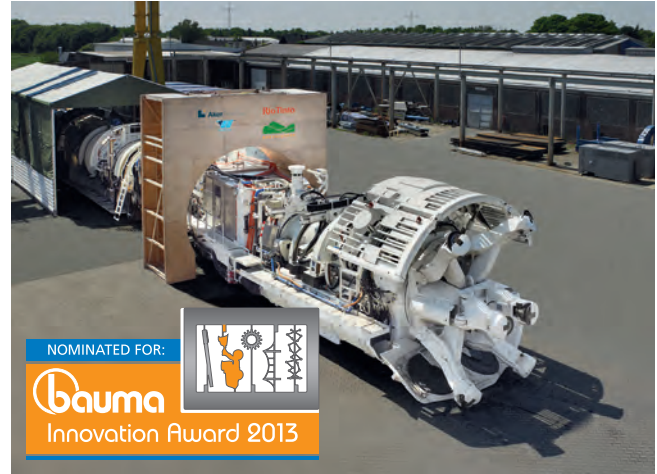
**Deutsche Doka Schalungstechnik GmbH,  
Stand FGN.N817**

Doka stellt das neue Tunnelsystem DokaCC – CC für „cut-and-cover“ – vor, das speziell für die

offene Tunnelbauweise entwickelt wurde. Durch den Verbundschalungsträger I tec 20 wird das Gewicht erheblich reduziert. Das innovative Schalungssystem soll Flexibilität, Effizienz und Sicherheit bieten. Dazu gehören rasche Montage, flexible Anpassung an unterschiedliche Geometrien, hohe Sicherheit gegen Grundbruch und ein vollhydraulisches Radsystem zur millimetergenauen Ausrichtung des Schalwagens. [www.doka.de](http://www.doka.de)

**Herrenknecht AG,  
Stand C3.415/514 und Freige-  
lände FGN.N519/2**

Die fortschreitende Urbanisierung und Globalisierung sind der Motor der Tunnelindustrie. Ob Metro, Road, Railway, Utility, Hydropower oder Pipelining, der Marktführer Herrenknecht verfügt über das komplette Portfolio an Tunnelbohrmaschinen, Zusatzeinrichtungen und Serviceleistungen sowie eine einmalige und sehr breit aufgestellte Projekterfahrung. Herren-



Quelle/source: Aker Wirth GmbH

156 competing participants. The MTM combines the flexibility of a roadheader with the robustness of a tunnel boring machine. The MTM is about to be used in mining; in tunnelling an Aker Wirth tunnelling machine is being applied in the Koralm Tunnel to produce the high-speed rail link between Graz and Klagenfurt. [www.akersolutions.com/aker-wirth](http://www.akersolutions.com/aker-wirth)

**Atlas Copco Construction Tools GmbH,  
Stand F11.1108**

Atlas Copco is presenting a new E-series Boomer drill rig. Operability, comfort and safety for the operator are written big. The new series offers an improved control system with user-friendly interface and touch screen. Demands on documentation and sustainability are growing worldwide. The Underground Manager is installed by Atlas Copco as a new Windows tm-based software package for underground drill rigs. The new software comprises the Tunnel Manager for roadway driving and the ORE Manager for mining rough stone and contains new functions, e.g. blasting concept and simulation, blasting sequence generator, complete 3D view of tunnel cross-sections

and data log system as well as intelligent contour processing. [www.atlascopco.com](http://www.atlascopco.com)

**Deutsche Doka Schalungstechnik GmbH,  
Stand FGN.N817**

Doka is presenting its new DokaCC tunnel system – CC for „cut-and-cover“, which was particularly devised for open tunnelling. The weight is considerably reduced thanks to the composite formwork beam I tec 20. The innovative formwork system is intended to provide flexibility, efficiency and safety. This includes speedy assembly, flexible adjustment to varying geometries, high safety against cave-ins and a fully-hydraulic wheel system to align the formwork carriage with the utmost precision. [www.doka.de](http://www.doka.de)

**Herrenknecht AG,  
Stand C3.415/514 and open  
area stand FGN.N519/2**

Increasing urbanization and globalization are the driving forces of the tunnel industry. Whether metro, roads, railway, utility, hydropower or pipelining, the market leader Herrenknecht provides for the entire range of tunnel boring machines, additional equipment and services, with a unique and very wide spectrum



Quelle/Source: Deutsche Doka Schalungstechnik GmbH

Herrenknecht präsentiert zur bauma 2013 neueste Vortriebstechnik und Lösungen in allen Projektprofilen, die mit Kunden, Bauherren und Planern rund um den Globus entwickelt und umgesetzt werden. Herrenknecht

demonstriert „Hightech in Action“ beim vertikalen Bohren in große Tiefen – beim Abteufen von Schächten sowie beim Tiefbohren zur Exploration von Öl und Gas. Weiteres Highlight ist ein völlig neuartiges, für den

of project expertise. At bauma 2013, Herrenknecht is presenting state-of-the-art tunnelling technology and solutions in all project profiles, which are developed and implemented with customers, clients and planners around the world. Herrenknecht demonstrates „high-tech action“ when drilling vertically at great depths, sinking shafts or when drilling deep for the exploration of oil and gas. An additional highlight is a completely innovative method for the installation of pipelines, nominated for the bauma Innovation Award 2013. [www.herrenknecht.de](http://www.herrenknecht.de)

**Paschal-Werk G. Maier GmbH,  
Stand FGN.N818/4**

Paschal presents an innovative

special formwork for renovation of motorway culverts. [www.paschalinternational.com](http://www.paschalinternational.com)

**PERI GmbH Schalung Gerüst Engineering,  
Stand FGN.N719**

Peri is presenting novelties and tried-and-tested units from the fields of formwork, scaffolding and engineering along with accompanying services for project-specific overall concepts. Live demonstrations of formwork and scaffolding technology provide a transparent and expressive insight of the systems and how they function. The myPERI online portal offers efficient information management relating to PERI construction sites and PERI products. It has already been in-

[www.normet.com](http://www.normet.com)  
[www.taminternational.com](http://www.taminternational.com)

## SOLUTIONS FOR TOUGH JOBS

**normet**  
FOR TOUGH JOBS

**www.normet.com**  
**www.taminternational.com**

**SOLUTIONS FOR TOUGH JOBS**

**CHEMICALS** **EQUIPMENT** **SUPPORT**

**VISIT US IN MUNICH**  
AND DISCOVER OUR CONCRETE SPRAYING  
SIMULATOR AND MORE  
HALL: B3, STAND: 229

**Bauma 2013**



Quelle/source: Putzmeister

Innovationspreis nominiertes Verfahren zum Verlegen von Pipelines.

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

**Paschal-Werk G. Maier GmbH, Stand FGN.N818/4**

Paschal hat eine innovative Sonderschalung zur Sanierung von Autobahn-Durchlässen im Angebot.

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

**PERI GmbH Schalung Gerüst Engineering**

**Stand FGN.N719**

PERI präsentiert nicht nur Neuheiten und Bewährtes aus den Bereichen Schalung, Gerüst und Engineering, sondern auch begleitende Dienstleistungen für projektspezifische Gesamtkonzepte. Live-Demonstrationen der Schalungs- und Gerüsttechnik geben einen anschaulichen und einprägsamen Einblick in die Systeme und ihre Funktionalitäten. Das Online Portal myPERI bietet effizientes Informationsmanagement rund um PERI Baustellen und PERI Produkte. Es ist bereits in Deutschland und Österreich eingeführt, weitere Länder folgen in Kürze. Und noch ein Hinweis zum Zhuhai-Tunnel-Projekt: Mithilfe einer PERI-Schalungslösung entsteht

aktuell der längste Unterwassertunnel der Welt. Der Tunnel wird Hongkong mit Macao auf dem chinesischen Festland verbinden.

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

**Putzmeister Holding GmbH, Stand B6.100/400 und Freigebäude F6.612/1**

Putzmeister stellt die SPM 500 WETKRET Serie mit neuem Zusatzmittel-Dosiersystem vor. Die Serie hat ihre Effizienz und Zuverlässigkeit in vielen Projekten weltweit gezeigt. Maschinen von Putzmeister sind aktuell bei Tunnelbaustellen im Einsatz, wie dem Zhuhai-Unterwassertunnel in China oder dem Suhua Highway Upgrade Projekt in Taiwan. Mit vertikaler Spritzreichweite von 17 m und Betondurchflussleistung von 30 m<sup>3</sup>/h wird die SPM 500 für mittlere und große Tunnel verwendet. Ein automatisches System synchronisiert die Betonpumpe und die Zusatzmitteldosiereinheit. Die elektronisch gesteuerte Schneckenpumpe erhöht die Zusatzmittelförderleistung um 40 %. Der Zusatzmitteldurchfluss wird mit einem elektromagnetischen Durchflussmengenmesser präzise



Quelle/source: Sandvik Construction

produced in Germany and Austria, other countries will follow shortly. And just a reference to the Zhuhai Tunnel project: with the aid of a PERI formwork solution currently the world's longest underwater tunnel is being constructed on the Chinese mainland.

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

**Putzmeister Holding GmbH, Stand B6.100/400 and open area F6.612/1**

Putzmeister is showing the SPM 500 WETKRET series with new additive dosing system. The series has underlined its efficiency and reliability in many projects throughout the world. Putzmeister machines are currently being used on tunnelling sites such as the Zhuhai Underwater Tunnel in China or the Suhua Highway Upgrade Project in Taiwan. With a vertical spraying range of 17 m and a concrete throughput rate of 30 m<sup>3</sup>/p the SPM 500 is used for medium-sized and large tunnels. An automatic system synchronises the concrete pump and the additive dosing unit. The electronically controlled screw pump increases the additive delivery rate by 40 %. The throughflow of additive is precisely measured

by means of an electromagnetic flow control unit. The hydraulically driven spraying boom facilitates handling and improves the spraying pattern. The machine is highly mobile. An electric drive is standard but a diesel unit is available as an option.

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

**Sandvik Construction, Stand F6.616/1**

Increasingly higher energy outputs are called for from modern high-performance drilling systems in tunnelling. As a consequence Sandvik Construction is featuring its new Alpha 330 drill tool system at the bauma. It is fitted with special functions in order to effectively guide the energy released during drilling and transfer it into the rock as efficiently, precisely and economically as possible. Tests carried out under different rock conditions have revealed that rod life is increased by some 30 to 80 %. Furthermore the system enables drilling to be started up more accurately as well as more precise directional holes. An optimised rate of advance and improved profile control contribute towards substantially shorter project times and overall cost savings for drilling and tunnelling operations. Fur-

gemessen. Der hydraulisch angetriebene Spritzarm erleichtert die Handhabung und verbessert das Spritzbild. Die Maschine ist sehr beweglich. Standard ist ein elektrischer Antrieb, aber Dieselantrieb optional erhältlich.  
www.putzmeister.com

#### **Sandvik Construction, Stand F6.616/1**

Im Tunnelbau werden von modernen Hochleistungs-Gesteinsbohrsystemen zunehmend höhere Energieabgaben gefordert. Daher präsentiert Sandvik Construction auf der bauma sein neues Alpha 330 Bohrwerkzeugsystem. Es ist mit speziellen Funktionen ausgestattet, um die beim Bohren entstehende Energie wirksam zu steuern und möglichst effizient, genau und wirtschaftlich in das Gestein zu übertragen. Tests bei unterschiedlichen Gesteinsbedingungen ergaben damit eine um 30 bis 80 % höhere Bohrstangenlebensdauer. Außerdem ermöglicht das System präziseres Anbohren sowie richtungsgenauere Bohrlöcher. Optimierte Vortriebsleistung und verbesserte Profilkontrolle tragen zu deutlich kürzeren Projektzeiten und Einsparungen bei den Gesamtkosten für Bohr- und Tunnelbauarbeiten bei. Sandvik Construction stellt außerdem vier neue Modelle der Hydraulikhämmer der Marke Rammer vor. Neu unter den kleinen Hämmern sind Rammer 255, 355 und 455 für 1,2 bis 5,2 t schwere Bagger. Die drei Modelle arbeiten mit konstanter Schlagenergie (Constant Blow Energy, CBE). Die Palette der großen Hämmer wird mit dem schweren 5011 für Trägergeräte mit 43 bis

80 t ebenfalls erweitert. Über After-Sales-Support und die Wartungsdatenanzeige Ramdata können Sie sich ebenfalls informieren.  
www.construction.sandvik.com

#### **StekoX GmbH Abdichtungstechnik, Stand A2.112**

Nicht nur die großen Maschinen, auch kleine Komponenten sind für Erfolg und Wirtschaftlichkeit von Bauprojekten verantwortlich. Der Injektionschlauch WaterproofX® 100 der StekoX® GmbH zur Betonabdichtung orientiert sich mit seinem sechseckigen Querschnitt an Bienenwaben und bietet ein optimales Verhältnis von Wandmaterial zu Volumen. Durch kleinste Mikroöffnungen im Schlauch tritt das Injektionsmaterial bei geringem Druck aus und füllt Poren und Risse im Beton. Der Schlauch ist mit patentierten Zuberhörteilen einfach zu verlegen. Er eignet sich für alle am Markt befindlichen Injektionsstoffe, wie Feinstzement, PUR-Schaum, PUR-Harz, Epoxidharz oder Polymer-Gelmatrix. Im Tunnelbau sind die möglichen Überlängen bis zu 30 m und Mehrfachinjektionen vorteilhaft.

www.stekox.de

thermore Sandvik Construction is presenting 4 new models of the Rammer hydraulic hammer. The Rammers 255, 355 and 455 for 1.2 to 5.2 t heavy excavators are new among the small hammers. The 3 models operate with constant blow energy (CBE). The range of large hammers is also augmented by the heavy 5011 for 43 to 80 t carrying units. You can also learn more about After Sales Support and the Ramdata service indicator device.  
www.construction.sandvik.com

#### **StekoX GmbH Abdichtungstechnik, Stand A2.112**

Small components as well as large machines are responsible for construction projects being




successful and economic. The WaterproofX® 100 from StekoX® GmbH to waterproof concrete is based on bee honeycombs with its hexagonal cross-section and affords an optimal ratio of wall material to volume. Thanks to tiny micro openings in the hose, the injection material is released at low pressure and fills pores and cracks in concrete. The hose can be laid in a straightforward manner and comes with patented accessories. It is suitable for all injection materials available on the market such as ultra-fine cement, PUR foam, PUR resin, epoxide resin or polymer gel matrix. Excess lengths of up to 30 m and multiple injections are advantageous in tunnelling.  
www.stekox.de



**Innovativer – Kompetenter – Zuverlässiger**

## **Gemeinsam stärker im Tunnelbau**

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

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

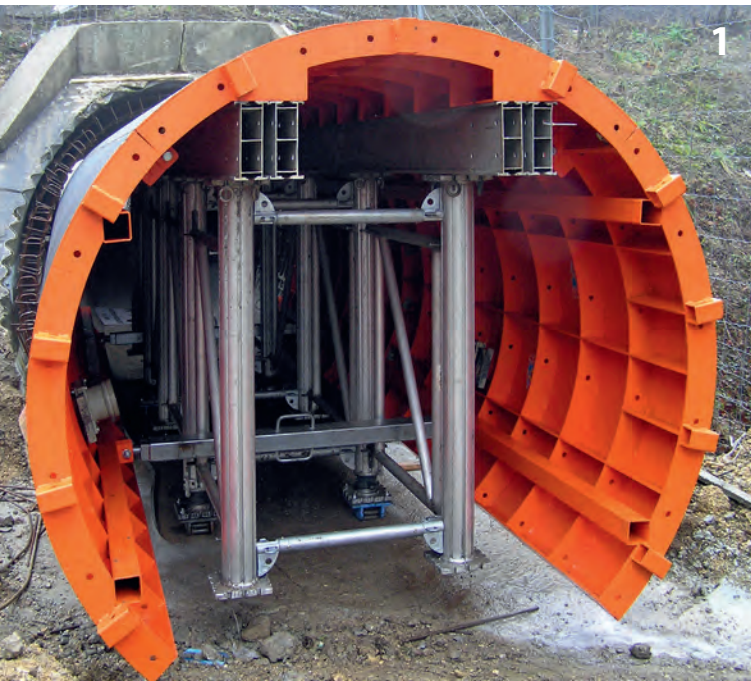


Salweidenbecke 21  
44894 Bochum, Germany  
Tel. +49 (0)234/58873-73  
Fax +49 (0)234/58873-10  
info@techno-bochum.de  
www.techno-bochum.de

 **TechnoBochum**

### Autobahn A4 Haudiomont/F

## Effiziente Sanierung von Autobahndurchlässen mit Sonderschalung



Nachdem die Schalung vor dem Tunnel zusammengebaut wurde, wird sie in den Tunnel gerollt. Unter dem GASS-Gerüst sind Laströller befestigt, die es zu einem Schalwagen machen.

After the formwork has been assembled in front of the tunnel it is moved into it. Load rollers are fastened under the GASS shoring system, which turns it into a formwork carriage.

Die französische Autobahn A4 verbindet die Hauptstadt Paris mit der Wirtschaftsregion um Straßburg, die zu den leistungsfähigsten des Landes zählt. Diese Autobahn gehört damit zu den wichtigsten und vielbefahrensten Straßen Frankreichs.

### Rahmenbedingungen

In den Wäldern von Haudiomont im Département Meuse, Lothringen/F, nicht weit von Verdun entfernt, verläuft die A4 über viele Kilometer auf einem Verkehrswegedamm. Diesen durchstoßen ebenerdig einige röhrenförmige Durchlässe für Wildtiere und Fußgänger. Der Boden ist dabei horizontal ausgebildet. Die Betonschale dreier Tunnel war brüchig geworden. Doch

statt die Röhren komplett zu erneuern – wofür man wochenlang die Autobahn hätte sperren müssen –, entschloss sich die Betreibergesellschaft SANEF (Société des autoroutes du Nord et de l'Est de la France – Autobahngesellschaft für Nord- und Ostfrankreich, Issy-les-Moulineaux), diese durch einen neuen Betonmantel zu verstärken. Dieser Spezialauftrag wurde an die berthold s.a., Dieue sur Meuse, vergeben.

### Auswahl der Schalung

Die erforderliche Tunnelschalung mit dem Durchmesser von nur 2,25 m, die im Querschnitt grob wie ein Pferdehufeisen aussieht, musste nicht nur formstabil sein, sondern auch

### Motorway A4 Haudiomont/F

## Efficient Renovations of Motorway Culverts using Special Formwork

The French motorway A4 connects the capital Paris with the economic region around Strasbourg, which is one of the most productive in the country. That makes this motorway one of the most important and frequently travelled roads in France.

### Basic Conditions

In the forests of Haudiomont Département Meuse, Lorraine), not far from Verdun, for many kilometres the A4 runs along the top of an embankment. Along the way many tube shaped openings for wild animals and pedestrians go through it on the ground level. Here the ground is horizontal. The concrete shell in three of these culverts had begun to crumble. But instead of completely replacing the tubes (which would have meant blocking the motorway for weeks) the operating company, SANEF (Société des autoroutes du Nord et de l'Est de la France – motorway company for North and East France, Issy-les-Moulineaux) decided to reinforce them with a new concrete lining. This special job was awarded to berthold s.a. (Dieue sur Meuse).

### Formwork Selection

With a diameter of only 2.25 m and a cross section roughly resembling a horseshoe, not only did the required tunnel formwork have to be dimensionally stable, but it also had to allow the passage of people and equipment. Many methods were tried out, including the company's own formwork made of plastic, and special solutions made of timber, but all these proved to be either not strong enough or impractical

for a diameter in this range. A special formwork from PASCHAL (Figs. 1 and 2), which was light but strong enough and still left enough space, turned out to be the ideal solution.

### Special Solution instead of a Serial Product

In order to determine the most efficient method of formwork, employees of the PASCHAL construction department inspected the local situation and construction conditions. As a result a proposal was made for special formwork made of steel with the smallest number of individual components. Only three arched elements with a length of 3 m each make up the full perimeter to be formed. Two of these units then form the full length of



Nur 2,25 m misst der Durchlass unter der Autobahn A4. Die Sonderschalung wird durch das GASS System gehalten, die Seitenbereiche werden mit Druckstreben ausgesteift.

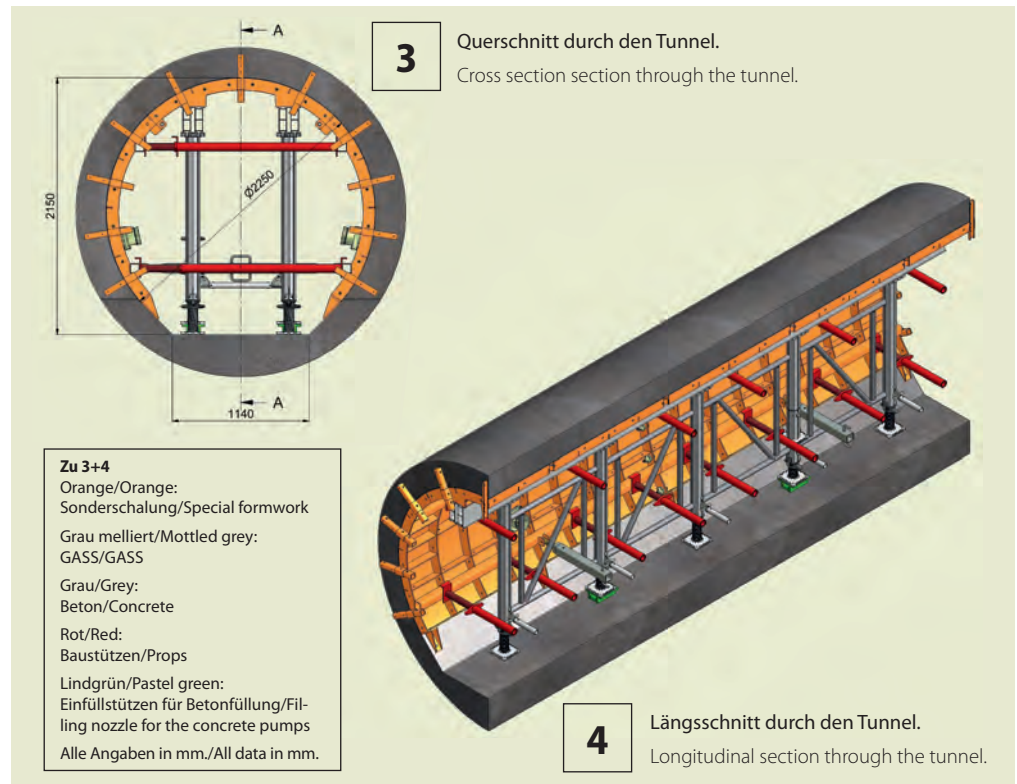
The culvert of the motorway A4 has a diameter of only 2.25 m. The special formwork is held by the GASS system; the side areas are braced by pressure props.

den Durchgang von Personen und das Durchreichen von Ausrüstung erlauben. Zahlreiche Methoden wurden ausprobiert, darunter auch firmeneigene Schalungen aus Kunststoff und Sonderlösungen aus Holz, doch diese erwiesen sich für diesen Durchmesserbereich entweder als nicht stabil genug oder zu unpraktisch. Als ideale Lösung, die sowohl leicht und dennoch stabil ist und genügend Platz lässt, erwies sich eine Sonder-schalung von PASCHAL (Bild 1 und 2).

### Sonderlösung statt Serienprodukt

Zur Ermittlung der effizientesten Schalmethode erfassten Mitarbeiter der PASCHAL Konstruktionsabteilung die lokalen Gegebenheiten und die Baustellenrahmenbedingungen. Daraufhin wurde als Vorschlag eine Sonderschalung mit der geringsten Anzahl von Einzelteilen entworfen. Nur drei bogenförmige Elemente mit einer Länge von jeweils 3 m ergeben den kompletten zu schalenden Umfang. Zwei dieser Einheiten bilden die Gesamtlänge von 6 m der Schalung. Nach der Abnahme dieses Vorschlags durch das ausführende Bauunternehmen lagen zwischen Auftragserteilung und Lieferung nur vier Wochen.

Die gesamte Schalung für den Bogen mit einem Durchmesser von 2,25 m hat nur 10 cm Bauhöhe (Bilder 3 und 4). Alle Einzelteile werden zunächst außerhalb der zu sanierenden Röhre zusammengesetzt, mit Teilen des Traggerüstsystems GASS unterstützt und letztlich verfahrbar gemacht (Bild 1). Die gesamte 6 m lange Einheit kann während des Baufortschritts taktweise verfahren werden,



nachdem man sie durch einen Klappmechanismus in Höhe und Breite reduziert hat (Bild 4). Insgesamt werden pro Röhre bis zu acht Takte geschalt und betoniert.

Die Lastableitung aus dem oberen Bogenbereich besorgte das Aluminium-Traggerüstsystem GASS, das hier seine Vorteile – es ist leicht und gut handhabbar, dabei sehr schnell auf- und abzubauen – gut ausspielen konnte. Quer angeordnete Druckstreben nahmen die Horizontalkräfte auf. Zwischen diesen Teilen, die ebenso auf ein Minimum geplant waren, blieb ausreichend Platz, sodass die Arbeiter problemlos von einem Ende der Schalung zum anderen gehen konnten.


Nach einer kurzen Einarbeitungsphase wurde die Schalung später im Tagesrhythmus umgesetzt. Die Betonage erfolgte mit einer Betonpumpe.

the formwork of 6 m. After this proposal was accepted by the construction company doing the work there were only four weeks left between the time the job was awarded and the delivery deadline.

The construction height of the full formwork for the arch with its diameter of 2.25 m was only 10 cm (Figs. 3 and 4). All the individual components are initially assembled outside of the tubes to be renovated, supported with parts of the shoring system GASS, and then made movable (Fig. 1). The entire 6 m long unit can be moved in steps as the construction work proceeds, after being reduced in height and width by a folding mechanism (Fig. 4). A total of up to eight phases are required for the formwork and the placing of concrete in each tube.

The load from the upper arch area was transferred by the aluminium shoring system GASS, which had a great opportunity

to demonstrate its strengths – lightweight and easy to handle, but still can be quickly assembled and taken down. Transverse pressure props bore the horizontal loads. Between these components, which were kept to an absolute minimum, workers still had enough space to move from one end of the formwork to the other without any difficulty.

After a brief introductory training phase the formwork was later moved in a daily cycle. The concrete was laid using a concrete pump. 

## Richtlinien

**Selbst- und Leichtverdichtbarer Beton (SCC und ECC)**

Richtlinie der Österreichischen Bautechnik Vereinigung (öbv), Wien September 2012. 32 Seiten DIN A4 mit 14 Abb./Tab. und 25 Quellen. Erhältlich unter [www.bautechnik.pro](http://www.bautechnik.pro) für 25 EUR.

Da neue Anwendungen an Bedeutung gewinnen, wie z.B. im Tunnelbau, wurde das Merkblatt „Selbstverdichtender Beton (SCC)“ von 2002 durch Überarbeitung und Erweiterung zur vorliegenden Richtlinie für Herstellung und Prüfung von „Selbst- und Leichtverdichtbarem Beton (SCC und ECC)“ mit eindeutigen Regelungen für Bauherrn, Ausschreibende, Ausführende und Materiallieferanten.

Selbstverdichtender Beton (SCC) (Self Compacting Concrete) ist Beton, der unter dem Einfluss der Schwerkraft fließt und sich selbst verdichtet und entlüftet sowie die Schalung auch mit Bewehrung vollständig ausfüllt, ohne dabei zu entmischen. Die Beurteilung seiner Konsistenz geschieht über das Fließmaß. Der erhärtete SCC ist dicht/homogen und hat die gleichen konstruktiven

Eigenschaften wie konventioneller Beton. Meist mit niedrigem Wasser-Bindemittel-Wert hergestellt hat er hohe Frühfestigkeit. SCC ermöglicht eine hohe Einbauleistung, größere Vielfalt bei der Formgebung und Oberflächenqualität und weniger Nacharbeiten. Die bessere Baupraxis und besseren Baueigenschaften bieten zusammen mit den Vorteilen für Gesundheit und Sicherheit sehr attraktive Lösungen sowohl für Fertigteile als auch für den Einsatz als Transportbeton.

Näher eingegangen wird auf die Bestimmung des Fließmaßes und Blockierungsneigung sowie die Beurteilung der Sedimentationsstabilität von SCC. Zusätzlich wird der bisher nicht geregelte Bereich der Leichtverdichtbaren Betone (ECC) (Easy Compacting Concrete) erstmals behandelt und ebenfalls Klarstellungen sowie Vorgaben an Herstellung und Ausführung aufgenommen.

Auf zugehörige Regelwerke wird in der Richtlinie verwiesen, ebenso auf weiteres Schrifttum.

G.B.



## Guidelines

**Self and Easy Compacting Concrete (SCC and ECC)**

Austrian Society for Construction Technology (öbv) Guideline, Vienna, September 2012. 32 pp. DIN A4 with 14 Ill./Tab. and 25 Sources. Available from [www.bautechnik.pro](http://www.bautechnik.pro) for 25 euros.

As new applications are becoming increasingly important – in tunnelling for instance – the information leaflet on “Self-Compacting Concrete” (SCC) from 2002 has been revised and expanded to produce the Guideline for the Production and Testing of “Self and Easy Compacting Concrete (SCC and ECC)” with clear rules for clients, commissioners, contractors and material suppliers.

Self-compacting concrete (SCC) is concrete, which flows under the influence of gravity and becomes consolidated and bleeds accordingly, completely filling the mould also with the inclusion of reinforcement without demixing. Its consistency is assessed via its slump flow. When set, SCC is compact/homogeneous and possesses the same structural properties as conventional concrete. It has high early setting strength as it is usually produced with a low

water-binder factor. SCC facilitates a high placing rate, greater variety for forming and surface quality and less reprocessing. Improved building practice and structural properties together with the advantages for health and safety afford extremely attractive solutions for both pre-fabricated parts as well as use as ready-mixed concrete.

Further attention is paid to establishing the slump rate and blocking tendency as well as assessing the sedimentation stability of SCC. Furthermore the easy-compacting concrete (ECC) sector, which so far has not been governed by a code of practice, is dealt with for the first time and clarifications and specifications for production and execution provided.

The Guideline refers to relevant regulations as well as further literature.

G.B.



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

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

**Tunnelbau 2012**

Hrsg.: DGGT Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V.  
36. Jahrgang  
Gebunden, 400 S. m. zahlr. Abb., 15,5 cm, 283g  
2011 VGE-Verlag  
ISBN 978-3-86797-122-5  
EUR 32,00

In der neuen Ausgabe 2012 setzen Fachbeiträge aus dem Gebiet des Tunnelbaus in geschlossener Bauweise sowie den Rubriken „Tunnelbetrieb und Sicherheit“ und „Instandsetzung und Nachrüstung“ zeitgerechte Schwerpunkte.

Bestellen Sie online unter: [www.profil-buchhandlung.de](http://www.profil-buchhandlung.de)



### 28. Christian Veder Kolloquium

4.+5. April 2013, Graz/A  
Institut für Bodenmechanik  
und Grundbau  
Ao.Univ.-Prof. Dr. techn. Hel-  
mut F. Schweiger, M.Sc.  
TU Graz, Rechbauerstraße 12,  
8010 Graz/A  
Tel.: +43 316-873-6234  
E-Mail: helmut.schweiger@  
tugraz.at  
www.cvk.tugraz.at

### Münsteraner Tun- nelbau-Kolloquium

11. April 2013, Münster/D  
Institut für unterirdisches  
Bauen  
FH Münster, Corrensstr. 25,  
48149 Münster  
Tel.: +49-(0)251 83-65 153  
E-Mail: tunnel@fh-muenster.de  
www.fh-muenster.de/tunnel

### bauma 2013

15. – 21. April 2013,  
München/D  
Messe München/VDMA e.V.  
Neue Messe München, Messe-  
gelände, 81823 München/D  
Tel.: +49 89-949-11348  
www.bauma.de

### EURO:TUN 2013

*III International Conference  
on Computational Methods in  
Tunnelling and Subsurface  
Engineering*  
17<sup>th</sup> – 19<sup>th</sup> April 2013,  
Bochum/D  
Conference Office :  
Institute for Structural  
Mechanics  
Department for Civil and Envi-  
ronmental Engineering  
Ruhr University Bochum,  
Building IA 6/126  
44780 Bochum/D

Tel.: +49-(0)2 34-32 29051  
E-Mail: eurotun2013@rub.de  
www.eurotun2013.rub.de

### Underground Construc- tion Prague 2013

*12<sup>th</sup> International Conference*  
22<sup>nd</sup> – 24<sup>th</sup> April 2013,  
Prague/Czech Republic  
Contact:  
ITA-AITES Czech Tunelling  
Association  
Miloslav Novotny – Secretary  
Delnicka 12, 120 00 Prague,  
Czech Republic  
Tel.: +420 266 793 479  
E-Mail: Ita-aites@metrostav.cz  
www.ita-aites.cz

### Symposium on Tunnel- ing in Mediterranean Region

7<sup>th</sup> + 8<sup>th</sup> May 2013,  
Porec/Croatia

ITA Croatia

Tel.: +385 (0)51 410 447  
E-Mail: tanja.rabar@hubitg.com  
www.meditunnel2013.com

### WTC 2013 World Tunnel Congress

*Underground – the way to the  
future*  
31<sup>st</sup> May to 7<sup>th</sup> June 2013,  
Geneva, Switzerland  
Tel.: +41 (0)844 31 05 13  
E-Mail: info@wtc2013.ch  
www.wtc2013.ch

# Mobilität macht glücklich

...in mobilen Raumsystemen von ELA

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



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



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

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

## Inserentenverzeichnis / Advertising list

Advertisers	Internet	Page
A.S.T. Bochum GmbH, Bochum/D	www.astbochum.de	51
BASF Construction Chemical (Europe), Zürich/CH	www.construction-chemicals. basf.com	5
BK Giuliani GmbH, Ludwigshafen/D	www.bk-giulini.com	U4
Bochumer Eisenhütte Heintzmann GmbH & Co. KG, Bochum/D	www.be-heico.de	11
Brugg Contec AG, Romanshorn/CH	www.bruggcontec.com	25
ELA GmbH, Haren/D	www.ela-container.de	63
H+E Logistik GmbH, Bochum/D	www.helogistik.de	9
Herrenknecht AG, Schwanau/D	www.herrenknecht.de	U2
ITA-AITES, Lausanne/CH	www.wtc2013.ch	BL

Advertisers	Internet	Page
Jordahl GmbH, Berlin/D	www.jordahl.de	15
Lanz Oensingen AG, Oensingen/SO/CH	www.lanz-oens.com	17
Maschinen- und Stahlbau Dresden AG, Dresden/D	www.msd-dresden.de	4
Messe München, München/D	www.bauma.de	39
Normet International Ltd., Hünenberg/CH	www.normet.com	57
Peri GmbH, Weißenhorn/D	www.peri.de	27
Porr Bau GmbH, Wien/A	www.porr.at	37
TechnoBochum, Bochum/D	www.techno-bochum.de	59
The Robbins Company, Kent/USA	www.TheRobbinsCompany. com	7

**bau | | verlag**

We give ideas room to develop

www.bauverlag.de

**tunnel** 32. Jahrgang / 32<sup>nd</sup> Year  
www.tunnel-online.info

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

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

**Verantwortliche Redakteure /  
Responsible Editors:**  
Katrini Brummermann  
Mobil: +49 151 64947495  
E-Mail: katrin.brummermann@bauverlag.de  
Manfred König  
Mobil: +49 171 3619197  
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 Anzeigentil/  
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@comediars.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, 19<sup>th</sup> Floor, New York, NY 10001  
Phone: 001-212-896-3881,  
Fax: 001-212-629-3988,  
E-Mail: detleffox@comcast.net

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

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

**Veröffentlichungen:**  
Zum Abdruck angenommene Beiträge und  
Abbildungen gehen im Rahmen der gesetz-  
lichen Bestimmungen in das alleinige Veröffent-  
lichungs- und Verarbeitungsrecht des Verlages  
über. Überarbeitungen und Kürzungen liegen  
im Ermessen des Verlages. Für unaufgefordert  
eingereichte Beiträge übernehmen Verlag und  
Redaktion keine Gewähr. Die Rubrik „STUVA-  
Nachrichten“ liegt in der Verantwortung der  
STUVA. Die inhaltliche Verantwortung mit Na-  
men gekennzeichnete Beiträge übernimmt  
der Verfasser. Honorare für Veröffentlichungen  
werden nur an den Inhaber der Rechte gezahlt.  
Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen Bei-  
träge und Abbildungen sind urheberrechtlich  
geschützt. Mit Ausnahme der gesetzlich zuge-  
lassenen Fälle ist eine Verwertung oder Ver-  
vielfältigung ohne Zustimmung des Verlages

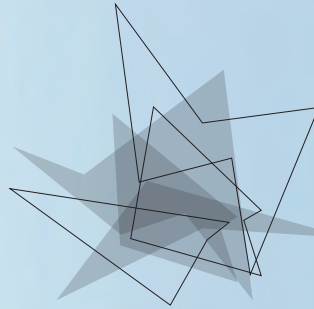
strafbar. Das gilt auch für das Erfassen und  
Übertragen in Form von Daten. Die allge-  
meinen Geschäftsbedingungen des Bauerlages  
finden Sie vollständig unter www.bauverlag.de

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

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

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





**BAU**  
Unternehmen  
des Jahres

# Zählt Ihr Unternehmen zu den Besten?

## Wir laden Sie ein:

Zum ersten Mal veranstalten das Fachmagazin tHIS und der Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung der TU München den Wettbewerb „Bauunternehmen des Jahres“. Unternehmen mit einer Betriebsgröße ab 25 Mitarbeitern erhalten hier die Möglichkeit, in einem unabhängigen Benchmark-Verfahren ihre Wettbewerbsstärke messen zu lassen. Jedes Unternehmen hat einen unmittelbaren Nutzen bei einer Teilnahme: Sie bekommen eine detaillierte Auswertung, die Ihnen Aufschluss über die Position Ihres Unternehmens auch im Vergleich zu anderen Unternehmen gibt.

Wir laden Sie ganz herzlich ein, den Fragebogen unter der Webadresse [www.bauunternehmen-des-jahres.de/](http://www.bauunternehmen-des-jahres.de/) auszufüllen.

Die Teilnahme am Wettbewerb ist kostenlos und Ihre Daten werden selbstverständlich vertraulich behandelt. Einsendeschluss für den Fragebogen ist der 28. Februar 2013.

Nehmen Sie am Wettbewerb teil und zeigen Sie, wo Sie stehen. Wir würden uns freuen, Sie für Ihre Leistungen auf einer gesonderten Veranstaltung auszuzeichnen.

## 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

**GECEDRAL®**

Die starke Lösung.

Erstarrungsbeschleuniger

GECEDRAL

FERROSOLF

Staubbindung

Tunnelabwasserbehandlung

GILUFLOC

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

**BKG**  **Al Compounds**



**BK Giulini**

member of ICL Group