

www.tunnel-online.info

tunnel

8

November

Offizielles Organ der STUVA · Official Journal of the STUVA

2013

Major Projects – Challenges for Engineers
Project Stuttgart-Ulm: The Alaufstieg Tunnels
Statistics: Tunnelling in Germany 2012/2013



bau || || verlag

Wir geben Ideen Raum



Joint Win

The client, customer and Herrenknecht have beaten an **extremely complex mountain** to create twin tunnels **8.7 km** long. We powered through **abrasive rock** with up to **250 MPa**, partly highly fissured, and **water pressures** of up to **10 bar**.

Willpower

When rigid pioneers go to work, it results in **groundbreaking masterpieces**. The final breakthrough of the **Hallandsås Tunnel** in Sweden is an impressive example of this.

Cutting-edge

Designed for such a demanding mission, the Herrenknecht **Multi-mode TBM** has completed all its tasks.

Pioneering Underground Technologies

› www.herrenknecht.com



tunnel 8/13

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



Colombia: Calarcá–Cajamarca Tunnel, pp.18

Title

CAT Kurzhecktunnelbagger 328 DLCR mit 1,90 m Schwenkradius im harten Baggervortrieb bei der Arge Marti A 49 Tunnel Frankenhain/Deutschland

Cat Tunnel Excavator 328 DLCR with 1.90 m swivelling radius in tough excavator mode for the Marti A 49 Frankenhain Tunnel/Germany

(Photo: Zeppelin Baumaschinen GmbH,
www.zeppelin-boeblingen.de)

Ein Wort zum Thema... / On the Topic of...	2
Großprojekte im Untertagbau – aktuelle Herausforderungen für die Ingenieure Major Projects in Underground Construction – current Challenges for Engineers Heinz Ehrbar, Leiter Großprojekte/Head Major Projects, DB Netz AG	
Aktuelles / Topical News	4
Hauptbeiträge / Main Articles	
Großprojekt Stuttgart–Ulm: Die Tunnel des Alaufstiegs – Bauverfahren und vertragliche Besonderheiten 8 Project Stuttgart–Ulm: The Alaufstieg Tunnels – Construction Methods and contractual Characteristics Dipl.-Ing Matthias Breidenstein	
Colombia: Calarcá–Cajamarca Tunnel	18
Mauro Nogarin	
Tunnelbau ind Deutschland: Statistik (2012/2013), Analyse und Ausblick 24 Tunnelling in Germany: Statistics 2012/2013, Analysis and Outlook Prof. Dr.-Ing. Alfred Haack, Dipl.-Bibl. Martin Schäfer	
Entscheidungsmodelle bei der Ausstattung von Tunneln mit sicherheitstechnischen Anlagen – Teil 1 38 Decision Model für Furnishing Tunnels with Safety technical Systems – Part 1 Prof. Dr.-Ing. Markus Thewes, Dr.-Ing. Götz Vollmann, Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Sissis Kamarianakis, Dirk Sprakel, Dipl.-Ing. Tobias Hoffmann	
Fachtagungen / Conferences	
5. Internationales Tunnelforum und Vollübung für die Sicherheit im City-Tunnel in Leipzig 48 5 th International Tunnel Forum and Safety Drill for the Leipzig City Tunnel	
Schalungstechnik / Formwork Technology	
Tunnel Hahnenkamp: Tunnelaußenwände und Trogwände 56 Hahnenkamp Tunnel: Tunnel Outer Walls and Trough Walls	
Neue Produkte / New Products	
Tunnelentwässerung 63 Tunnel Drainage	
Ankerschienen 70 Anchor Channels	
Informationen / Information	
Veranstaltungen / Events 71	
Inserentenverzeichnis / Advertising list 72	
Impressum / Imprint 72	

Ein Wort zum Thema...

Großprojekte im Untertagbau – aktuelle Herausforderungen für die Ingenieure

Stuttgart ist Tagungsort der diesjährigen STUVA-Tagung. Außerhalb der engeren Fachwelt wird dieses Ereignis wohl kaum zur Kenntnis genommen. Stuttgart und Tunnelbau werden in der breiten Öffentlichkeit mit den Diskussionen um das Großprojekt Stuttgart 21 verknüpft. Auch andere Großprojekte stehen im Fokus der Öffentlichkeit. Welchen Beitrag können die Tunnelbauingenieure leisten, um diese Projekte mehrheitsfähig zu machen?

Eine lange Projektdauer, der hohe Investitionsbedarf und ein großes öffentliches Interesse sind die typischen Eigenschaften eines Großprojekts. Allein die Dimension von Großprojekten in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht löst in der Öffentlichkeit oft schon Befürchtungen aus, die es vom Bauherrn ernst zu nehmen gilt. Im Dialog mit den Interessenspartnern und den direkt Betroffenen sind jene Brücken zu bauen, um mehrheitsfähige Lösungen zu finden. Dabei darf sich die Diskussion nicht nur um die Kosten-, Termin- und Qualitätsanforderungen drehen. Sicherheitsanforderungen (im Sinne von Arbeitssicherheit und Betriebssicherheit), Umweltauforderungen, die Anforderungen an die Beherrschung von Planungs- und Realisierungsprozessen, die Anforderungen des Markts aber auch die Auseinandersetzung mit der öffentlichen Meinung gehören zu einer gesamtheitlichen Betrachtungsweise. Großprojekte lassen sich heutzutage nur dann erfolgreich realisieren, wenn die Beziehungen zu den Interessenspartnern (Stakeholder-Management) systematisch und mit Tiefgang gepflegt werden.

Großprojekte sind mit Risiken verbunden. „No construction project is risk free. Risk can be managed, transferred or accepted. It cannot be ignored“, war eine wesentliche Aussage von Sir Michael Latham in seinem Grundlagenbericht „Constructing the team“ zum britischen Bauwesen (1994). Umgesetzt ist diese Botschaft jedoch auch heute noch nicht überall. In Deutschland lassen die haushaltrechtlichen Regeln oft eine vorausschauende Finanzierung von Risikokosten nicht zu. Aus diesen rechtlichen Randbedingungen zu schließen, dass die Risiken dementsprechend nicht frühzeitig und professionell zu analysieren sind, ist ein Fehlschluss. Gerade in den frühen Projektphasen ist ein hochstehendes Risikomanagement von höchster Bedeutung, da zu jenem Zeitpunkt die Handlungsspielräume noch am größten sind.

Risikomanagement ist eine Führungsaufgabe. Die Führungskräfte prägen die Denkweise, ob sich eine Organisation offen mit Chancen und Gefahren auseinandersetzt oder ob diese Themen im Verborgenen bleiben. Es ist deshalb sehr zu begrüßen, dass sich

On the Topic of...

Major Projects in Underground Construction – current Challenges for Engineers

Stuttgart is the venue for this year's STUVA Conference. Outside a circle of experts this event will pass practically unnoticed. Stuttgart and tunnelling are linked by the public at large with the discussions relating to the Stuttgart 21 project. Other projects too are the subject of public interest. What can tunnelling engineers do to ensure that a majority comes out in favour of such projects?



Heinz Ehrbar,
Leiter Großprojekte/Head Major Projects,
DB Netz AG

The typical characteristics of a major project are its long duration, the high need for investments and great public interest. The size of major projects in technical and economic terms alone often results in public concern, which the client must treat seriously. Bridges must be built to attain majority-supported solutions thanks to dialogue among the interested parties and those directly affected. In this respect, the discussions must not be confined to requirements relating to costs, deadlines and quality. Safety needs (with regard to industrial and operational safety), environmental requirements, the need to master planning and execution processes, market requirements as well as coming to terms

with public opinion all belong to a holistic approach. Nowadays, major projects can only be successfully accomplished providing that relations with the interested parties (Stakeholder Management) are cultivated systematically and thoroughly.

Major projects are associated with risks. "No construction project is risk free. Risk can be managed, transferred or accepted. It cannot be ignored", was one of the main arguments by Sir Michael Latham in his report "Constructing the Team" on the British construction industry (1994). However, this message has so far failed to reach every corner of the land. In Germany, budgetary regulations frequently do not permit farsighted financing of risk costs. It is wrong to conclude from these legal marginal conditions that risks cannot accordingly be analysed in time and in a professional manner. During the early stages of a project in particular high grade risk management is of paramount importance, for at that point in time, room for manoeuvre is at its greatest.

Risk management is an executive responsibility. Executives shape the way of thinking whether an organization comes to terms with chances and dangers in an open manner or whether such topics remain hidden away. It is thus a most welcome fact that the state's highest construction authority, the Federal Ministry for Transport, Building and Urban Development, has also decided to deal with these issues and establish corresponding guidelines.

Apart from early assessment and mastering of project risks, the cooperative nature of the work among those involved in the

auch die oberste Baubehörde des Bundes, das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, gezielt mit diesen Fragen auseinandersetzt und entsprechende Leitplanken setzen will.

Nebst dem frühzeitigen Erfassen und Beherrschen von Projektrisiken ist die Kultur der Zusammenarbeit unter den Projektbeteiligten ein weiterer entscheidender Erfolgsfaktor. Ob die Projektbeteiligten ihre Zusammenarbeit auf Konfrontation oder aber auf Partnerschaft ausrichten, ist essenziell für den Projekterfolg. „Partnerschaft am Bau“ heißt in Deutschland das Stichwort, mit welchem Modelle gefunden werden sollen, die jedem Vertragspartner eine faire Chance zur Wahrung seiner Interessen einräumen und gleichzeitig den Projekterfolg sicherstellen. Partnerschaft in diesem Sinne bedeutet deshalb die Verpflichtung auf gemeinsame Ziele, eine gemeinsam abgestimmte Fortschrittskontrolle sowie die gegenseitige abgestimmte Umsetzung der Maßnahmenplanung im Falle von Abweichungen. Damit eine Partnerschaft gelingen kann, müssen die Verträge in diesem Sinne insbesondere mit einer ausgewogenen Risikoverteilung abgefasst sein. Gerade im Untertagbau haben sich dabei Einheitspreisverträge mit klaren Mechanismen zur Vergütung von Mengenänderungen und bauzeitabhängigen Kosten bewährt. Dies hat auch die ITA in ihrem Bericht Nr. 13 (2013) über spezielle vertragliche Aspekte des konventionellen Tunnelbaus festgestellt.

Partnerschaftlicher Umgang schließt Konfliktsituationen trotz allem nicht aus. Die Partnerschaft muss sich gerade in solchen Situationen bewähren. Häufig einigen sich die Vertragspartner auf ein außergerichtliches Streitschlichtungsmodell, welches hilft Konflikte rasch und mit wenig Aufwand zu lösen. Die Erfahrung von vielen Großprojekten zeigt, dass der Einsatz einer solchen Institution von Vorteil für die Partner im Projekt ist.

„Großprojekte im Untertagbau – aktuelle Herausforderungen für die Ingenieure“ heißt der Titel dieses Beitrags. Wo kommt da die Bautechnik vor? Bisher gar nicht. Es ist eine Tatsache, dass die Öffentlichkeit erwartet, dass die Bauindustrie ihr Handwerk versteht und imstande ist die größten technischen Meisterleistungen zu erbringen. Damit werden die großen Fortschritte der Tunnelbauindustrie wohl zu wenig gewürdigt. Technisch und wirtschaftlich erfolgreich abgewickelte Projekte leisten wohl den größten Beitrag zur Akzeptanzsteigerung von Großprojekten. Mit dem Erzielen eines solchen langfristig nachhaltigen Effekts würde unsere Tätigkeit wohl die größte Anerkennung finden.

Wir Ingenieure des Untertagbaus sind deshalb aufgefordert, uns den erweiterten Anforderungen zu stellen und diese auch zu bewältigen. Die diesjährige STUVA-Tagung wird sicher viele Anregungen zur Bewältigung dieser Herausforderungen geben.

project is a further decisive factor for success. Whether those involved align their cooperation to confrontation or partnership is of essence for the success of the project. “Partnership in Construction” is the catch phrase in Germany relating to the model that is sought, which grants every partner the fair chance of preserving his interests while at the same time safeguarding the project’s success. Partnership understood this way thus signifies commitment to common goals, a jointly agreed on check on progress as well as the mutually coordinated resorting to measures should deviations arise. To ensure that a partnership can succeed, the contracts have to be drawn up accordingly with a balanced distribution of the risks. In this connection, unit price contracts with clear mechanisms for remunerating changes of quantities and costs related to construction times have proved their worth. This was also determined by the ITA in its Report No. 13 (2013) on special contractual aspects of conventional tunnelling.

A cooperative approach does not necessarily preclude conflict situations. The partnership has to prove itself particularly during such situations. Frequently the contractual partners agree on an out-of-court model for settling disputes, which quickly enables conflicts to be resolved without much fuss. The experience gained from many major projects reveals that the application of such an institution is advantageous for the partners in a project.

“Major Projects in Underground Construction – current Challenges for Engineers” is the title of this contribution. What role has construction technology to play there? None so far. It is a fact that the public expects the construction industry to be on the ball and capable of achieving major technical accomplishments. As a result the great progress achieved by the tunnelling industry has been accorded too little recognition. Technically and economically successfully accomplished projects provide the greatest contribution for increasing the acceptance of major projects. By achieving a long-term sustainable effect of this kind our activities would receive the greatest possible recognition.

We engineers in underground construction are thus called on to face up to even more extensive demands and to master them. This year’s STUVA Conference will certainly provide a great deal of stimulation for overcoming these challenges.

Ihr / Yours,



Heinz Ehrbar



Messe Berlin GmbH

InnoTrans – gute Plattform für den Aufbau von Geschäftsbeziehungen und die Einführung neuer Produkte

InnoTrans – good platform, for consolidating business relations and introducing new products

Deutschland

InnoTrans 2014 – Tunnel Construction spielt wichtige Rolle

Messen zählen zu den wichtigsten Marketinginstrumenten der Unternehmen. Dies gilt insbesondere für internationale Leitmesse wie die InnoTrans in Berlin. Mit über 2.500 Ausstellern aus 49 Ländern und mehr als 120.000 Fachbesuchern aus allen Teilen der Welt war die vergangene Weltleitmesse für Verkehrstechnik eine exzellente Plattform für den Aufbau von Geschäftsbeziehungen und die Einführung neuer Produkte in den Markt. Davon konnten sich auch die zahlreichen Aussteller im Messesegment Tunnel Construction überzeugen.

Die InnoTrans 2014 wird ebenfalls eine optimale Bühne für Anbieter von Lösungen rund um Bauprodukte, Tunnelbohrmaschinen und Kommunikationstechnik für den Tunnelbau sein. Zunehmend gewinnt dabei das Thema Brandschutz an Bedeutung. Firmen wie AIK Flammadur Brandschutz, bst Brandschutztechnik Döpfl und Fogtec stellen neben anderen vom 23. bis 26. September ihre Produkte auf der nächsten In-

noTrans vor. Mit dem Unternehmen Drägerwerk wird zudem einer der weltweit führenden Hersteller von Brandschutz- und Sicherheitstechnik seine neuesten Lösungen präsentieren.

„Mit unserem großen Angebot an Gasmesstechnik und Atemschutz, aber auch mit unseren Sauerstoffseltrettern sowie den Flucht- und Rettungskammern bietet die InnoTrans die ideale Plattform, um mit unseren Kunden in Kontakt zu treten“, erklärt Werner Ochse, Marketingmanager bei Drägerwerk, die Gründe für die Messebeteiligung. „Die InnoTrans und besonders das Schwerpunktthema Tunnel Construction spielen für uns eine wichtige Rolle – nicht nur als Anbieter von Lösungs- und Rettungszügen.“

Unterm Funkturm: Hochwertige Geschäftskontakte und Fachkompetenz
Zugleich profitieren die Aussteller aus dem Segment Tunnel Construction wie Herrenknecht, Valente oder Talleres Zitrón – um nur drei zu nennen

Germany

InnoTrans 2014 – Tunnel Construction plays a major Role

Fairs are numbered among the most important marketing instruments for companies. This applies especially to international front-runners such as the InnoTrans in Berlin. With over 2,500 exhibitors from 49 countries and more than 120,000 trade visitors from all over the world, the previous international exhibition No. 1 represented an outstanding platform for consolidating business relations and introducing new products. The numerous exhibitors in the Tunnel Construction exhibition segment were also able to witness these developments.

The InnoTrans 2014 will once more be an optimal stage for those offering solutions involving building products, tunnel boring machines and communication technology for tunnelling. In this connection, the topic of fire protection is becoming ever more important. Companies such as AIK Flammadur Brandschutz, bst Brandschutztechnik Döpfl and Fogtec along with others will be displaying their products at the next InnoTrans from September

23 to 26. In addition, one of the world's leading manufacturers of fire protection and safety technology will present its latest solutions in the form of the Drägerwerk Company.

Werner Ochse, the Drägerwerk's marketing manager explained the reasons for his company taking part as follows: "With our large range of gas measurement technology and breathing protection together with our oxygen self-rescuing equipment and evacuation and rescue facilities, the InnoTrans affords the ideal platform to get in touch with our customers" and went on to say: "The InnoTrans and the Tunnel Construction segment in particular play a special part – not simply as a producer of fire extinguishing and rescue trains".

Under the Funkturm: Invaluable Business Contacts and Expertise

At the same time the exhibitors from the Tunnel Construction segment such as Herrenknecht, Valente or Talleres Zitrón – just to mention three – profit at the



Website

To complete your (w)hole.

The Mapei UTT line: Reliable technology for underground construction

- Alkali-free set accelerators for shotcrete.
- Products for mechanized tunneling:
foaming agents for sail conditioning, polymers, sealants, lubricants.
- Products for grouting and consolidation.
- Products for concrete repairing, protection and coating.
- Products for waterproofing:
synthetic waterproofing membranes, waterproofing accessories.



/mapeiswitzerland



Newsletter



App



/mapeisuissesa



www.mapei.ch
MAPEI
TECHNOLOGY YOU CAN BUILD ON™



– auf der InnoTrans von der thematischen und räumlichen Nähe zum Segment Railway Infrastructure. Ein weiteres Plus der Veranstaltung ist die einzigartige Chance, an vier Tagen direkt mit potenziellen Geschäftspartnern ins Gespräch zu kommen. Ob internationale Infrastruktur- und Verkehrsunternehmen, Hersteller von Gleistechnik oder politische Entscheidungsträger – alle relevanten Branchenvertreter sind auf der InnoTrans dabei.

Fachliche Kompetenz garantiert auch im nächsten Jahr die STUVA als langjähriger Partner der InnoTrans. Die Studiengesellschaft für unterirdische Verkehrsanlagen e. V. betreut inhaltlich sowohl das Messesegment Tunnel Construction als auch das International Tunnel Forum, das im Rahmen der InnoTrans Convention stattfindet.

Weitere Informationen stehen unter www.innotrans.de online bereit. Anmeldeschluss ist der 31. Dezember 2013. 

InnoTrans from the thematic and spatial proximity of the Railway Infrastructure segment. A further advantage of the event is the unique chance to communicate directly with potential business partners four days on the trot. Whether international infrastructure and transport companies, track technology manufacturers or political decision-makers – all relevant representatives of the branch are present.

Expertise is also assured by the STUVA again next year as a

long-standing InnoTrans partner. The Research Association for Underground Transportation Facilities Inc. takes on the responsibility for the Tunnel Construction segment and its contents as well as the International Tunnel Forum, which is staged in conjunction with the InnoTrans Convention.

More information can be accessed online at www.innotrans.de. The final date for registration is December 31, 2013. 

Schweden

Söderströmtunnel: Tunnelteilstücke abgesenkt

Die neue Citybanan ist ein 6 km langer, zweigleisiger Tunnel zur Entlastung der S-Bahn (täglich über 350 Züge) im Zentrum Stockholms und verbindet Tomtebodan an der nördlichen Stadtgrenze mit dem Stadtteil Södermalm im Süden. Hauptbestandteil ist der Söderströmtunnel zwischen Södermalm und Ridderholmen mit 3 % Längsneigung unter dem Söderström, einem Arm des Mälarenses. Er wird als Unterwasserbrücke aus drei abgesenkten Tunnelteilstücken ausgeführt. Eine Gründung auf dem weichen Seeboden ist nicht möglich. Jedes vorgefertigte zweigleisige Tunnelteilstück (20.000 t) ist 100 m lang und lagert in etwa 20 m Wassertiefe auf vier Stützen. Der Söderstromtunnel geht an beiden Ufern in bereits aus dem Fels ausgebrochene Tunnel über.

Im Mai 2013 wurde das erste Tunnelteilstück innerhalb von 48 Stunden erfolg-

reich abgesenkt; dazu wurde zunächst seine Lage mit GPS genau bestimmt, bevor man den Absenkvorgang durch Füllen der 1500 m³ fassenden Wassertanks einleitete. Alle Messergebnisse erfasste man zur Auswertung ständig in einem Steuerstand; so konnte trotz starker aufkommender Winde von bis zu 15 m/s das Tunnelteilstück jederzeit in der vorgesehenen Lage gehalten werden. Inzwischen sind die drei vorgefertigten Tunnelteilstücke mit 300 m Gesamtlänge für den Einschwimmtunnel bzw. die Unterwasserbrücke abgesenkt. Bis Mitte 2014 soll der Söderströmtunnel – bei rd. 200 Mio. EUR Gesamtkosten – fertig gestellt sein und die Citybanan 2017 in Betrieb genommen werden. G.B. 

Sweden

Söderström Tunnel: Tunnel Part-Sections immersed

The new Citybanan is a 6 km long, 2-track tunnel devised to relieve the S-Bahn transit system (more than 350 trains daily) in the centre of Stockholm and links Tomtebodan on the northern fringe of the city with the suburb of Södermalm in the south. The main element is the Söderström Tunnel between Södermalm and Ridderholmen with a 3 % longitudinal incline beneath the Söderström, an arm of the Malaren Sea. It is devised as an underwater bridge consisting of 3 immersed part-sections. It is not possible to set it up on the soft seabed. Each prefabricated twin-track tunnel section (20,000 t) is 100 m long and is situated on 4 supports at a depth of roughly 20 m in the water. The Söderström Tunnel links up with the tunnels already excavated in the rock at both banks.

In May 2013, the first tunnel section was successfully submerged within 48 hours. The position was determined using GPS before the immersion process was introduced by filling the 1,500 m³ capacity water tanks. All measurement results were continuously recorded for evaluation purposes at a control station so that it was possible to maintain the part-section of the tunnel in its intended position at all times in spite of prevailing winds of up to 15 m/s. In the meantime, the 3 prefabricated part-sections totaling 300 m in length have been submerged for the immersed tunnel/undersea bridge. The Söderström Tunnel – costing some € 200 million overall – is due for completion by mid-2014 so that the Citybanan can start operating in 2017. G.B. 

Literatur/References

- [1] Durchstich beim Söderströmtunnel in Stockholm. tunnel 5/2012, p. 6
- [2] Spahn, T.; Lindholm, L.: Bau eines Absenktunnels im Herzen Stockholms/S. STUVA-Tagung 2009 in Köln, Forschung+Praxis Heft 43, pp. 66-70
- [3] STUVA-Preis 2011 in Berlin. Forschung+Praxis Heft 44, pp. 23-26

Perspektiven unter Tag

Die Amberg Gruppe: Einmalige Kompetenz im Untertagebau



Amberg Engineering AG
Umfassende Ingenieurkompetenz
im Untertagebau

Amberg Technologies AG
Spitzentechnologie in der Mess-
technik für den Untertagebau:
Vorauserkundung, Bauwerks-
überwachung, Vermessung

VersuchsStollen Hagerbach AG
Forschungs- und Ausbildungs-
kompetenz / Baustoffprüflabore
/ Versuchsstollen-Anlage



Amberg Engineering AG
Trockenloostrasse 21
CH-8105 Regensdorf
Telefon +41 44 870 91 11
Telefax +41 44 870 06 20
info@amberg.ch
www.amberg.ch



Amberg Technologies AG
Trockenloostrasse 21
CH-8105 Regensdorf
Telefon +41 44 870 92 22
Telefax +41 44 870 06 18
info@amberg.ch
www.amberg.ch



VersuchsStollen Hagerbach AG
Polistrasse 1
CH-8893 Flums Hochwiese
Telefon +41 81 734 14 14
Telefax +41 81 734 14 05
info@hagerbach.ch
www.hagerbach.ch

Großprojekt Stuttgart–Ulm: Die Tunnel des Alaufstiegs – Bauverfahren und vertragliche Besonderheiten

Für die drei Tunnel des Alaufstiegs sind 28,7 km eingleisige Röhren aufzufahren. Zusammen mit einer komplexen Brückenkonstruktion werden sie den 15,77 km langen Alaufstieg des anspruchsvollen deutschen Großprojekts Stuttgart–Ulm bilden. Der Beitrag geht auf die Baumethoden und vertraglichen Aspekte ein.

Der Alaufstieg

Der Alaufstieg verbindet den vom Neckar her nur leicht ansteigenden Bereich des Albvorlands mit der Albhochfläche. Der gesamte Baubereich „Alaufstieg“ überwindet im Wesentlichen in Tunnellage 326 Höhenmeter auf einer Länge von 15,77 km. Von Nordwest nach Südost verläuft die Trasse zunächst als

Dipl.-Ing. Matthias Breidenstein, Technischer Projektleiter PFA 2.2 Alaufstieg, DB Projekt Stuttgart-Ulm GmbH, Stuttgart/D

kurze Rampe mit 31 ‰ in offener Lage und über eine Eisenbahnüberführung bis zum Portal des Boßlertunnel (Bild 1). Die Trassenführung der beiden Gleise weitet sich dabei auf den Achsabstand von 30 m für die Erstellung von zwei Einzelröhrentunneln auf.

Project Stuttgart–Ulm: The Alaufstieg Tunnels – Construction Methods and contractual Characteristics

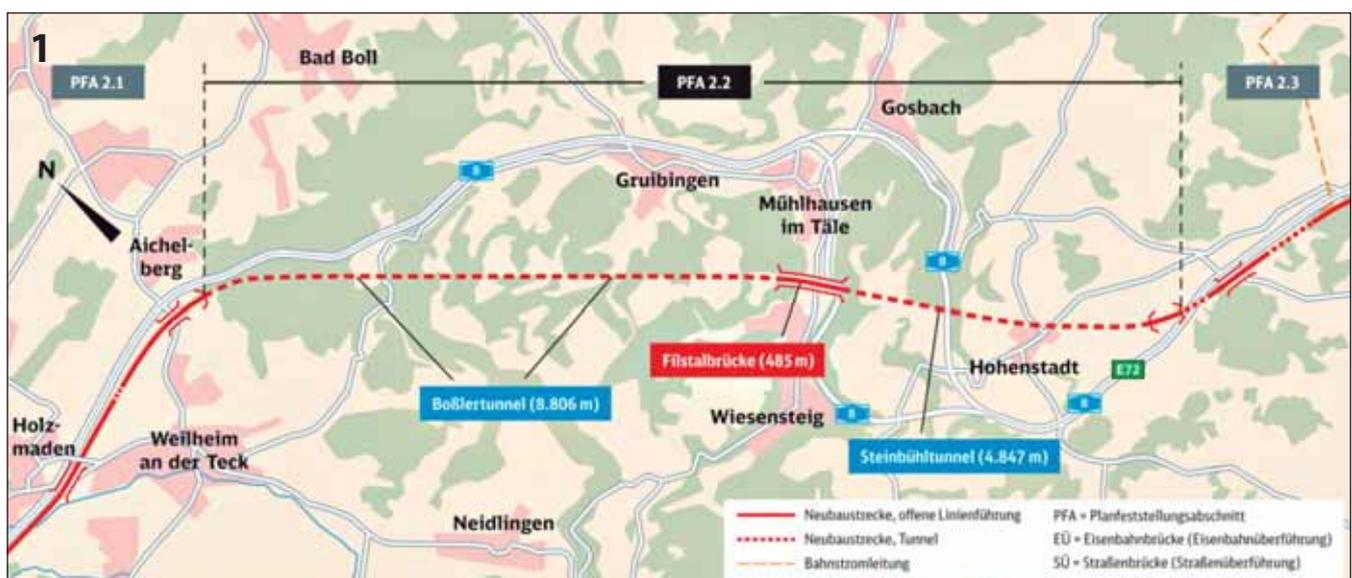
Single-track bores over a length of 28.7 km have to be driven for the 3 tunnels for the Alaufstieg. Together with a complex bridge construction, they form the 15.77 km long Alaufstieg of the sophisticated Stuttgart–Ulm major project. This report examines the construction methods and contractual aspects.

The Alaufstieg

The Alaufstieg links the slightly rising Albvorland area with the Alb high plateau. The entire “Alaufstieg” construction section by and large overcomes a height of 326 m in tunnels over a length of 15.77 km. From north west to south east the route first runs in

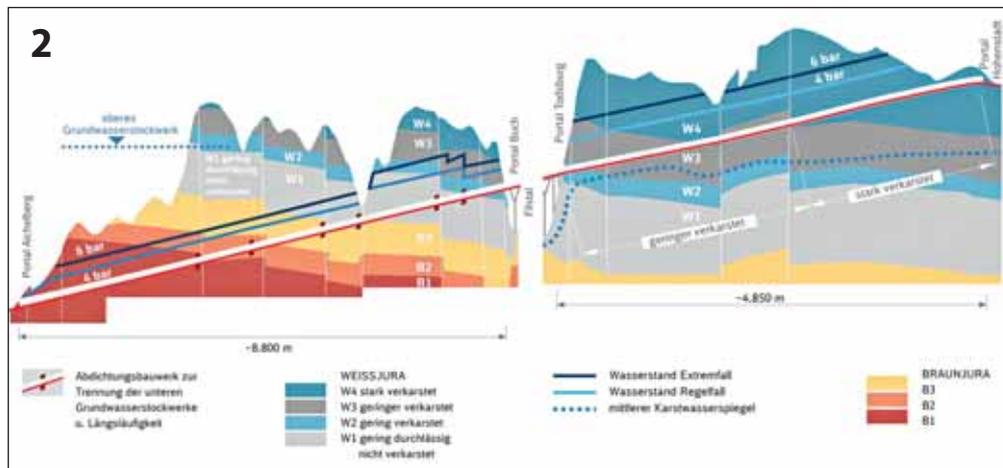
the open as a short ramp with 31 ‰ and over a railway crossing to the portal of the Boßler Tunnel (Fig. 1). The route alignment of the 2 tracks expands to reach a centre distance of 30 m to create 2 single-bore tunnels.

The 8,806 m long Boßler Tunnel rises continuously over almost its entire length with 25 ‰. The entire geology is characterized by various Jura



Übersicht Alaufstieg

Overview Alaufstieg



Geologie Alaufstiege

Geology Alaufstiege

Der 8.806 m lange Boßlertunnel steigt über die gesamte Länge kontinuierlich mit fast durchgängig 25 ‰ an. Die gesamte Geologie ist von verschiedenen Formationen aus dem Jura geprägt (Bild 2). Vom Portal Aichelberg wird zunächst der Opalinuston des Braunjura durchquert. Über dem Opalinuston folgen verschiedene Schichten des Braunjura, die geringe Gebirgsfestigkeiten aufweisen und in Teilbereichen zu druckhaftem Verformungsverhalten neigen. Im oberen Bereich des Tunnels bis zum Filstal steht der Weißjura mit dem Oxfordium und dem Massenkalk an. Insbesondere der Massenkalk, welcher nur auf den letzten 500 m dieses Tunnels anzutreffen ist, neigt zu Verkarstungen. Der gesamte 4.847 m lange Steinbühlentunnel verläuft komplett in diesen beiden Gesteinsformationen und hat daher ein hohes Wasser- und Karstpotenzial.

Aichelberg/Boßlertunnel

Der Baubereich startet 1.213 m vor dem Portal des Boßlertunnels (Bilder 3 und 4). Insgesamt stehen hier einschließlich der späteren Trasse 24 ha Fläche

mit unmittelbarer Anbindung an die Bundesautobahn (BAB) A 8 und das übergeordnete Straßennetz zur Verfügung. Die Landesstraße L 1214, die den Baubereich zerschneidet, wird durch eine bereits im Vorfeld separat erstellte Eisenbahnüberführung (EÜ L 1214) mit 31 ‰ Steigung überquert. Diese Brücke dient als Baugistikstraße und Baugistikgleis. Bevor der Bahnkörper der Neubaustrecke erstellt wird, werden diese Flächen zur Baustelleneinrichtung sowie als Bauleitungs- und Bauüberwachungszentrale genutzt. Zusätzlich finden hier 120 bis 150 Arbeiter ihre Wohn- und Schlafstätten. In einer Tübingproduktionsstätte werden die Fertigteile für den im zugelassenen Sondervorschlag „Tunnelvortriebsmaschine“ vergebenen Tunnelabschnitt hergestellt. Von dieser Baustelleneinrichtung aus werden die 1.213 m lange Trasse und die zwei Teiltunnelröhren mit ca. 2.800 m Länge erstellt.

Zwischenangriff Umpfental/Boßlertunnel

Die Baustelle des Zwischenangriffs Umpfental liegt in einem

formations (Fig. 2). From the Aichelberg portal first of all Brown Jura Opalinus clay is penetrated, followed by several Brown Jura

layers possessing lower rock strengths with a proclivity for squeezing deformation behaviour in part-sections. White Jura with Oxfordium and compact limestone is present at the upper section of the tunnel until the Filstal valley. Karstification is prevalent particularly in the compact limestone, which is encountered only over the final 500 m of this tunnel. The entire 4,847 m long Steinbühlentunnel runs completely through these 2 rock formations and thus possesses a high water and karst potential.

Aichelberg/Boßler Tunnel

The construction section starts 1,213 m in front of the Boßler Tunnel portal (Figs. 3 + 4), Al-



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



Deutsche Bahn AG

Baubetrieb Boßlertunnel

Construction management Boßler Tunnel

engen Tal der schwäbischen Alb und bietet für den Tunnelbau nur beengte Platzverhältnisse (Bild 5). Ein Großteil der Baustelleneinrichtungsfläche wird für die Bergwasserbehandlung benötigt, da hier vier Einzelvortriebe über einen 920 beziehungsweise 960 m (40 m Kreuzungsbauwerk) langen Zugangsstollen aufgeföhren werden müssen. Von dieser kleinsten Baustellenfläche ohne viel Zwischenlagerfläche müssen 13 der insgesamt 28,7 Tunnelkilometer bewältigt werden.

Die von diesem Vortriebspunkt auszubrechenden 1,3 Millionen m^3 fester Gesteinsmassen sind per Lkw auf verschiedene Steinbrüche im Projektumfeld zu transportieren.

Hohenstadt/Steinbühl-tunnel

Die größte Baustelleneinrichtungsfläche befindet sich am Süden des Bauabschnitts (Bilder 6 und 7). Von hier werden 435 m offene Strecke erstellt. Als Hauptbaumaßnahme werden von der großen

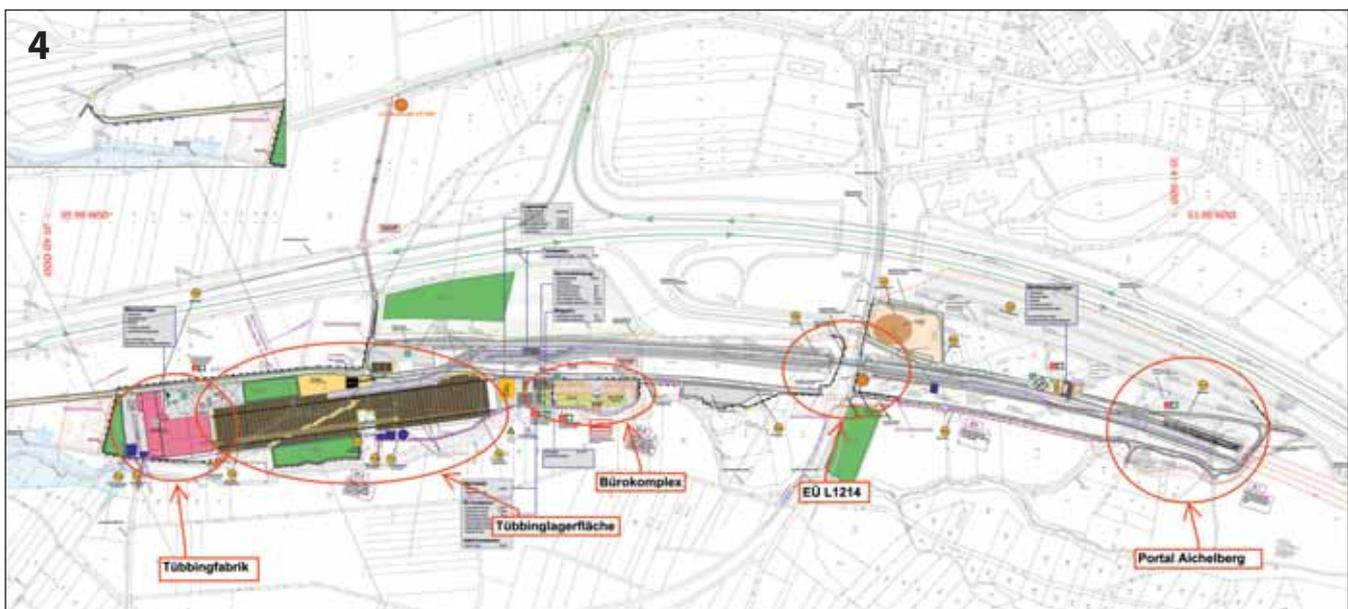
together an area of 24 hectares including the subsequent route with immediate access to the A8 federal motorway (BAB) and the superordinated road network is available. The L 1214 road, which intersects the construction section, is crossed by an elevated railway crossing (EÜ L 1214) with 31 % gradient, produced separately in advance. This bridge serves as construction logistics road and track.

Prior to producing the superstructure for the new route, these areas are used for setting

up the site installations as well as a construction supervisory and monitoring centre. In addition, 120 to 150 workers have their living and sleeping quarters here. The cast segments for the tunnel section awarded in the special proposal "tunnelling machine" are produced at a plant. The 1,213 m long route and the 2 part-tunnel bores with a length of some 2,500 m are produced from the site installations.

Intermediate Point of Attack Umpfental/-Boßler Tunnel

The site for the Umpfental intermediate point of attack is located in a narrow valley of the Swabian Alp and only offers constricted space conditions for tunnelling (Fig. 5). A large portion of the construction site installation area is required for treating the underground water, as 4 individual drives have to be produced over a 920 or 960 m (40 m overpass) long access tunnel. Thirteen of the total of 28.7 km of tunnel has to be mastered from this



Deutsche Bahn AG

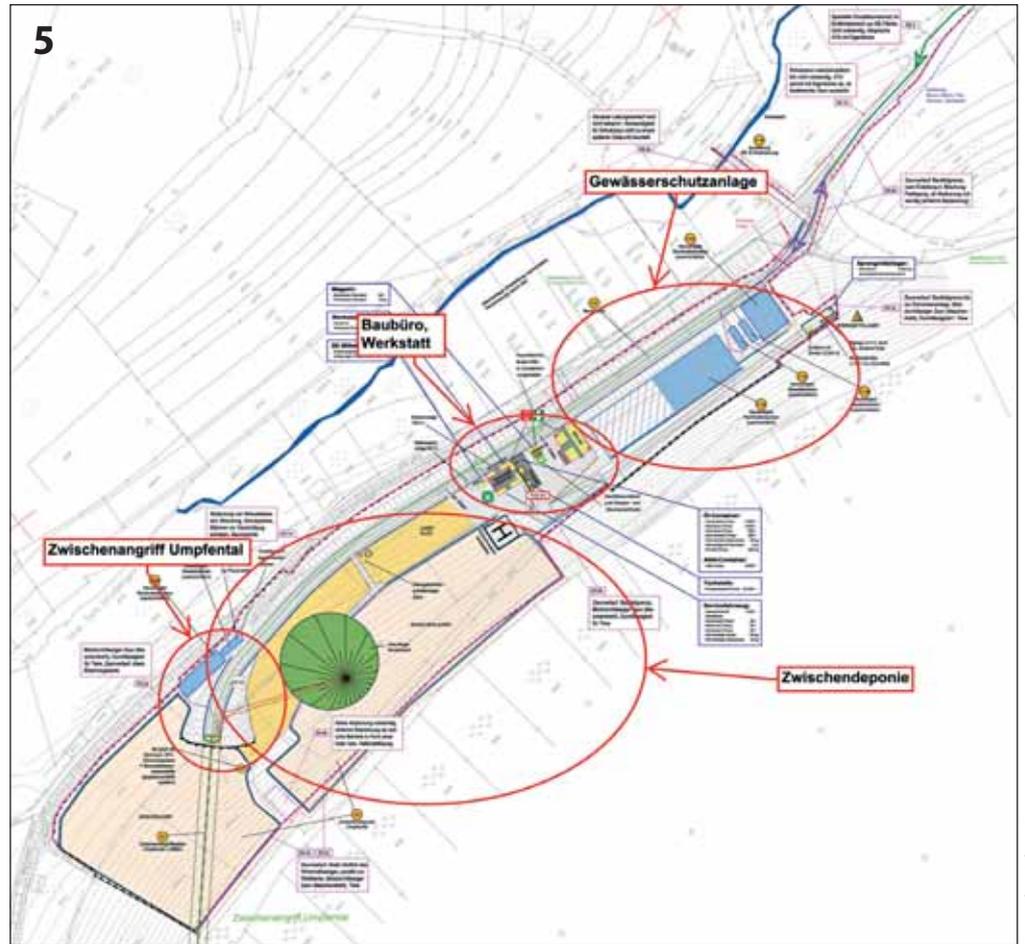
Baustelleneinrichtung Aichelberg/Boßlertunnel

Construction site installations Aichelberg/Boßler Tunnel

Zwischenangriffsbaugrube Pfaffenäcker zweimal 4,2 km fallend und zweimal 0,5 km Tunnel steigend in Spritzbetonbauweise erstellt. Der Baubereich ist mit 33 ha so gigantisch, weil hier riesige Versickerungsbecken für das in großen Mengen anfallende Bergwasser erstellt werden. Diese sind ausschreibungsseitig für eine maximale Versickerungsrate von 192 l/s bemessen. Außerdem befindet sich auf dem Baubereich eine Seitenablagerung (F8) mit 900.000 m³ Fassungsvermögen zum Einbau von Tunnelausbruchsmaterial.

Die Bauverfahren

Die Umsetzung der gesamten Baumaßnahme erfordert den Einsatz sehr vieler Bauverfahren, die sowohl ingenieurtechnisch als auch logistisch eine große Herausforderung bedeuten. Bevor überhaupt mit dem eigentlichen Tunnelbau begonnen werden kann, sind in den verschiedenen Baubereichen zunächst einmal Erdbewegungen von mehr als 200.000 m³, z. B. für Baustelleneinrichtungen, Flächen und Baustraßen, auszuführen. Im harten Kalkstein



Deutsche Bahn AG

Baustelleneinrichtung Zwischenangriff Umpfental/Boßlertunnel
Construction site installations intermediate point of attack Umpfental/Boßlertunnel

der Baugrube Pfaffenäcker sind allein 140.000 m³ Fels weitestgehend durch Sprengungen zu lösen und in die baustellen-

extremely small construction site without much storage area. The 1.3 million m³ of solid rock masses, which have to be exca-

vated from this point of operation, have to be carried by lorry to various quarries within the proximity of the project.



Innerlining system „The Worm“ , Gotthard base tunnel, Switzerland

Steel segments, Wehrhahn line, Düsseldorf, Germany



Maschinen und Stahlbau  Dresden
Branch of Herrenknecht AG

Specialist for tunnelling equipment and handling systems

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

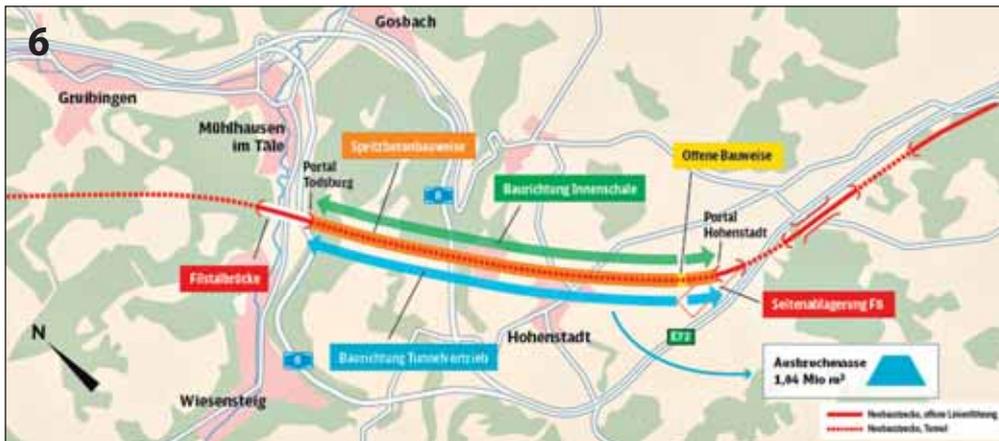
eigene Aufbereitungsanlage zu transportieren, um dort als Straßenbaumaterial und für die Herstellung von Baustelleneinrichtungen verwendet zu werden.

Von den 28 km Gesamttunnelvortrieb werden 23,4 km in konventioneller Bauweise hergestellt. Hierbei ist hauptsächlich die ganz klassische, dreiteilige Unterteilung des Querschnitts

Hohenstadt/Steinbühl Tunnel

The biggest construction site installation area is located at the southern end of the construction section (Figs. 6 + 7).

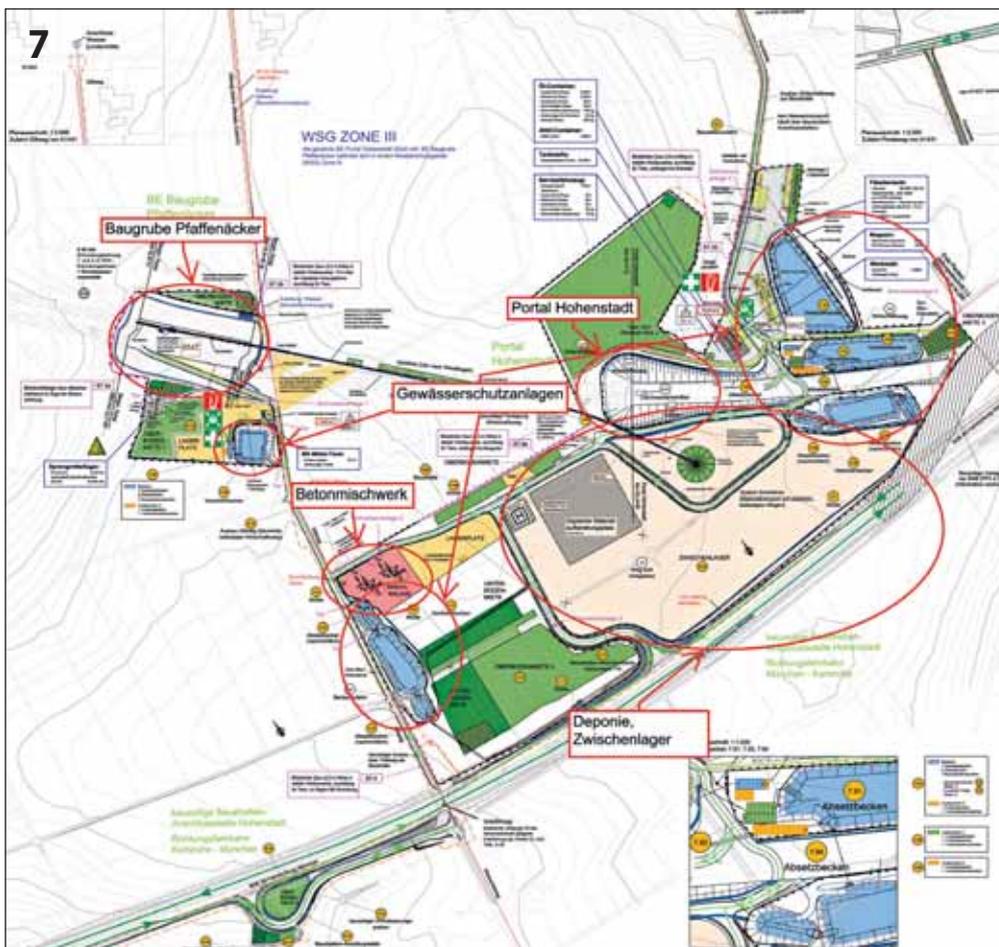
An open section of 435 m is produced from this point. Two 4.2 km dipping and two 0.5 km rising tunnels are produced by shotcreting from the main intermediate point of attack excavation Pfaffenäcker. The 33 hectare large construction area is so gigantic because giant seepage basins for the underground water, which occurs in large quantities, have to be built here. In the tender they are dimensioned for a seepage rate of 192 l/s. Furthermore, there is a side deposit (F8) with 900,000 m³ capacity to install excavated material from the tunnels located on the construction area.



Deutsche Bahn AG

Baubetrieb Steinbühl-Tunnel

Construction management Steinbühl Tunnel



Deutsche Bahn AG

Baustelleneinrichtung Hohenstadt/Steinbühl-Tunnel

Construction site installations Hohenstadt/Steinbühl Tunnel

The Construction Methods

Numerous methods must be applied to tackle the entire construction scheme, presenting a major challenge in both technical and logistical terms. Prior to the actual tunnelling process itself, more than 200,000 m³ of earth has to be moved at various points, e.g. for site installation yards and construction roads. In the hard limestone at the Pfaffenäcker construction pit no less than 140,000 m³ of rock has to be removed mainly by drill+blast and transported to the site's own preparation plant, to be used to produce road building material and site installations.

23.4 km of the total 28 km of tunnel is produced by conventional means. In this connection, the classical, 3-part division of the cross-section into crown, bench and floor is resorted to. Gentle drill+blast and road-header/excavator driving are foreseen for removing the rock. In rock sectors, which are very sensitive on account of the impact of the surrounding load, a full-face excavation with a diam-

in Kalotte, Strosse und Sohle vorgesehen. Als Lösetechnik sind gebirgsschonendes Sprengen sowie Teilschnitt- und Baggervortrieb geplant. In Gebirgsbereichen, die bezüglich der Lastumlagerung sehr sensibel sind, wird ein Vollaussbruch von fast 11 m Durchmesser und sehr zeitnahe Ringschluss eingesetzt. In weiten Bereichen der vorgesehenen Ausbruchsklassen kommen dann auch nachgiebige Verformungselemente zur kontrollierten Entspannung des Gebirges zum Einsatz. Der Wechsel zwischen diesen Vortriebsbereichen wird eine bautechnische und logistische Herausforderung. Im dreiteiligen Standardvortrieb ist eine senkrechte Ortsbrust von 11 m Höhe zum „Anschlag“ der ersten Vollaussbruchsklasse zu erstellen. Die angedachten Details zur Schalwagentechnologie mit Doppelsohlschalwagen und zwei Gewölbeschalwagen zur Sicherstellung von zweimal 12,5 m fertiger Innenschale je Vortriebsast stellen in einem so langen Tunnel ebenfalls logistische Herkulesaufgaben dar. Als weiteres, völlig abweichendes Bauverfahren kommt ab dem Portal Aichelberg die Tunnelvortriebs-technologie mit einschaligem Ausbau zum Einsatz. Am Portal Aichelberg sind umfangreiche Bohrpfahlarbeiten durchzuführen ebenso wie der Streckenbau unter den besonderen Herausforderungen einer erforderlichen unternehmensinternen Genehmigung mit Zustimmung im Einzelfall (UiG/ZiE) für die dynamische Stabilität des Untergrunds beziehungsweise des Bahndamms.

Das Besondere

Das Besondere dieses Bauabschnitts zusammenzufassen, fällt sehr schwer, weil letztendlich in diesem Bauabschnitt, welcher das ingenieurtechnische Herzstück der Neubaustrecke darstellt, fast alles besonders ist. Zunächst einmal sei das rein ingenieurtechnische der oben geschilderten Bauverfahren genannt. Dies ist aber an sich in größeren Infrastrukturmaßnahmen nichts Ungewöhnliches. Herausfordernder wird es schon, diese zum Teil sehr verschiedenen Gewerke fast zeitgleich an drei verschiedenen Orten anzuschleichen und überall ohne große Reibungsverluste von Anfang an volle Leistung zu liefern. Eine noch gewaltigere Aufgabe ist es, die erforderlichen Ausführungspläne so rechtzeitig zu erstellen und durch alle Instanzen genehmigt zu bekommen, dass die eigentliche Bauleistung nicht doch noch durch fehlende Planung behindert wird.

Der Bauvertrag bietet Besonderheiten, die vielleicht selbstverständlich sein sollten. Durch gelebte Praxis ist aber bekannt, dass das praktisch oft nicht so ist. Zunächst einmal gibt es ganz grundlegende Festlegungen zur Zusammenarbeit. Üblicherweise beschreibt ein Bauvertrag das Bausoll und trifft Regelungen für den Streitfall. Der dem Alaufstieg zugrunde liegende Bauvertrag hat einen deutlich höheren Anspruch, um der gewaltigen Aufgabe im besonderen Maße Rechnung zu tragen. Der Beschreibung des Bausolls wurde bei diesem Bauvertrag ein sehr hohes Augenmerk gewidmet. Sehr viele Themen wurden so erarbeitet,

eter of almost 11 m and practically immediate ring closure is to be applied. Yielding deformation elements for the controlled relief of the rock will also be used in many areas of the intended excavation classes. Switching between these driving applications will represent a technical and logistical challenge. In the 3-part standard drive an 11 m high perpendicular face is to be produced for starting off the first full-face excavation class. The relevant details relating to formwork carriage technology with a double floor formwork carriage and 2 vault formwork carriages to provide two 12.5 m sections of completed inner vault per driving sector also represent a logistical Herculean task in such a long tunnel. Tunnel driving technology with a single-shell support is applied as a further, completely different construction method. At the Aichelberg portal extensive drill piling operations have to be undertaken as well producing the route under special challenges involving internal approval on the part of the contractor with permission being granted in each individual case (UiG/ZiE) for the ground's dynamic stability as well as the rail embankment.

The special Feature

It is particularly difficult to refer to the special feature of this construction section as essentially almost everything in this construction section, which represents the engineering technical core of the new rail route, is special. First of all, the pure engineering technical facets if the above mentioned construction measures should be cited. This is basically nothing unusual in major infrastructure schemes. It becomes more challenging to forge ahead with what are in part extremely different operations at 3 different locations at the same time and provide top performances everywhere without major frictional losses from the very outset. It is an even greater task to complete the design planning for all this work in time in such a way and get it approved by all those responsible thus ensuring that the actual construction activities are not interrupted by a lack of planning.

The construction contract contains special features, which perhaps should be self-explanatory. However, practice essentially reveals that this is not necessarily the case. First of all, there are quite basic approaches on cooperation. Usually a construction contract

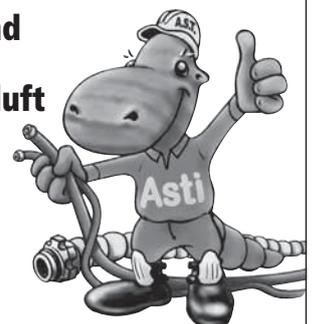
A.S.T. Bochum

Armaturen- Schlauch- und Tunneltechnik

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

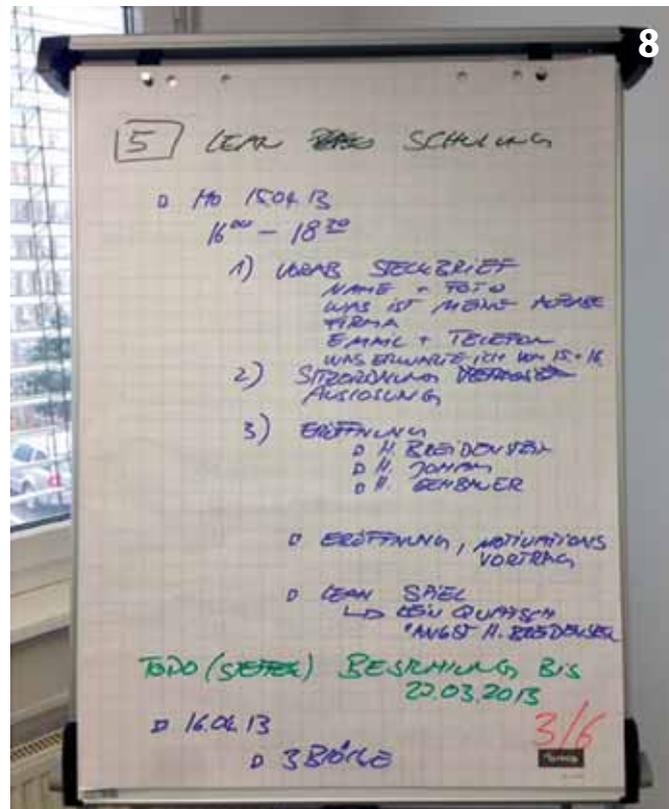
A.S.T. Bochum GmbH
Kolkmannskamp 8
D-44879 Bochum

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



dass das bearbeitende Team jeweils in intensiven Diskussionsrunden mit Beteiligung von Planern, baubegleitender Rechtsberatung, späterer Bauüberwachung sowie dem Projektmanagement, bestehend aus Einkauf, Projektleitung (technisch und kaufmännisch) und Spezialisten, verschiedene Planspiele zu Abrechnungs- und/oder Behinderungstatbeständen durchgearbeitet hat. Besonderes Augenmerk wurde dabei auf die Bauzeitermittlung, die Baustelleneinrichtung und auf die zeitgebundenen Kosten gelegt. Ziel des Vertrags ist es, dass die später Planenden und Bauenden diesen Vertrag als „Kochbuch“ anwenden können. So kann kein wesentliches Element vergessen werden; jeder, der den Vertrag aufmerksam liest und ihn beachtet, muss im Wesentlichen das gleiche Produkt liefern.

Ordnung, Sauberkeit und Sicherheit stehen bei der Umsetzung dieser Baumaßnahme in sehr starkem Fokus. Die Ingenieure müssen sich damit abfinden, dass sie nicht mehr die „Heilsbringer“ für die Nation sind. Wenn vor 30 Jahren nicht gerade ein Atomkraftwerk gebaut wurde, waren der Ingenieur und das, was er tat, gern gesehen. Heute müssen die Ingenieure in der Planungsphase die Projekte zunächst durch Bürgerbeteiligung mit Überzeugung durchsetzen und bewerben. Noch wichtiger ist aber, dass in der tatsächlichen Umsetzung der Bauausführung ein guter Dialog mit der „Raumschaft“ gepflegt wird. Hierzu gibt der Bauvertrag zunächst kleinkariert erscheinen, im Tagesgeschäft aber von unschätzbarem Wert sind. Wer



Auszug Lean-Table Sitzung
Excerpt from Lean Table session

heute ein Bauprojekt wie den Alaufstieg umsetzt, hat neben den wichtigen Zielen, der Kosten-, Termin- und Qualitätssicherheit auch ein nachhaltiges Projektimage zu etablieren und zu pflegen. Hierzu gehört ein gemeinsames Auftreten der Bauunternehmung, der Bauüberwachung und der Projektleitung der Deutschen Bahn AG bei den kommunalen Vertretern und bei den Bürgern. Hierzu gehören aber genauso saubere Straßen, saubere Lastkraftwagen und insbesondere höfliche, freundliche und aufgeschlossene Mitarbeiter.

Abschließend sei auf die wichtigste Besonderheit hingewiesen, die zur Umsetzung der großen Bauaufgabe „Alaufstieg“ von der Projektleitung des Bauherrn vorgegeben wurde, nämlich zur Zusammenarbeit des Teams nach einigen

time, the site installations and the time-related costs. The aim of the contract is that those responsible for the planning and execution stages will be able to use it as a “cookbook”. Thus all important elements must be included; anyone, who reads the contract with care and observes it, must essentially deliver the same product.

Order, cleanliness and safety are really focused on in putting this construction scheme into practice. The engineers must accept the fact that they are no longer the “saviours” of the nation. Providing it didn’t concern the building of a nuclear plant, the engineer and everything he practiced were readily accepted 30 years ago. Nowadays, during the planning phase the engineers must first of all force through projects by gaining the consensus of citizens’ initiative groups. However, it is even more important that harmony prevails with local residents when constructing the project. Towards this end, the construction contract contains guidelines and proposals, which may seem petty at first glance but which are invaluable in everyday life. Whoever is responsible for accomplishing a project such as the Alaufstieg nowadays must establish and cultivate a good image in addition to the important objectives such as assuring costs, deadlines and quality. This involves the contractor, construction supervision and the Deutsche Bahn AG project management forming a joint platform to approach communal representatives and citizens. Clean roads, clean lorries and in particular polite, friendly and communicative members of staff are also equally essential.

Finally, the most important feature, required for accomplishing the major construction pro-

wenigen und einfachen Regeln des Lean Managements, im betrachteten Projektabschnitt LMB (Lean Management im Bauwesen) genannt. Informationen zu den einzelnen Tools können einer weiteren dazu geplanten Veröffentlichung entnommen werden. In diesem Beitrag wird nur auf ein für den Erfolg der Baustelle wesentliches Element eingegangen, den alle 14 Tage stattfindenden Lean-Table (Bild 8).

Beim Lean-Table werden – zum Teil bewusst unter Missachtung der vertraglichen Regeln – alle Themen offen ausgesprochen. „Hidden agenda’s“ werden erkannt, demontiert und im Sinne des Projekterfolgs umgemünzt. Die Vertragspartner dis-

kutieren zunächst als Ingenieure in einem kleinen Kreis von drei bis sechs Personen unter Moderation eines neutralen Dauermediators alle Themen. Kein Brief darf geschrieben werden, bevor das Thema nicht in diesem Kreis besprochen wurde, was auch im Bauvertrag festgelegt ist. Nach neun Monaten gibt es in diesem Projekt noch keine 100 offiziellen Schreiben. Wenn Nachunternehmeranmeldungen, Leistungsänderungsanzeigen, Vorschriftenänderungen sowie die jeweils zugehörigen Antworten herausgenommen werden, bleibt fast kein offizieller Schriftverkehr mehr übrig. Behinderungsanzeigen, Bedenkenmeldungen, Inverzugsetzungen etc. gibt es nicht! Und

ject „Alaufstiegt“, should be mentioned, which was advanced by the client’s project management, namely collaboration of the team in accordance with a few simple Lean Management rules, known as LMB (Lean Management in Building) in the project section under consideration. Details relating to the individual tools can be obtained from a further planned relevant publication. In this contribution, only the main element essential for the success of the construction site is dealt with, the Lean Table which takes place every 2 weeks (Fig. 8).

At the Lean Table – in some cases disregarding the contractual rules – all topics are openly discussed. „Hidden agendas“ are identified, dismantled and

revamped in the interests of a successful project. First of all, the contractual partners discuss as engineers all topics in a small group comprising 3 to 6 persons chaired by a permanent mediator. No letter is allowed to be written unless the topic has been discussed in this circle, something also laid down in the construction contract. After 9 months not even 100 official letters had been composed for this project. If sub-contractor registrations, notifications of changes in services, alterations to rules as well as all the relevant responses are excluded, practically no official correspondence is left. Complaints of encroachment, expressing concerns, notices of default etc. do not exist. And notwithstanding,



Implenia® Die Tunnelbauprofis.



doch hat die Baustelle in vier Baumonaten nach fünf reinen Planungsmonaten eine Zwischenangriffsbaugrube mit 140.000 m³ und einen vollen Voreinschnitt erstellt sowie drei Vortriebe in Betrieb genommen. Das geht nur, wenn alle Beteiligten motiviert und kooperativ mithilfe der beschriebenen Elemente der Zusammenarbeit das Ziel der Baumsetzung in den Fokus stellen. Und das wiederum gelingt nur, wenn alle Beteiligten die Probleme sowie Nöte des Anderen verstehen und als Probleme des Teams betrachten. Wenn diese Metamorphose geschafft ist, startet die Lösung der gemeinschaftlichen Aufgabe zu einem erfolgreichen Ziel.

Zusammenfassung

Der von der Projektleitung des Bauherren erstellte und mit dem Bauunternehmer gelebte Bauvertrag, hat sich sehr gut bewährt. In der täglichen Zusammenarbeit stellt sich jedoch heraus, dass der „Kochbuch-Charakter“ des Bauvertrags noch nicht ganz angekommen ist. Vieles wird immer noch nach der Metho-



Baugrube Zwischenangriff Umpfental
Construction pit Umpfental intermediate point of attack

de, „wie bisher“ erstellt, ohne im Detail die vertraglichen Besonderheiten zu berücksichtigen. Der Auftragnehmer muss sich mit seinen Planern noch stärker an die neuen Vorgehensweisen anpassen und seine Planungen und die Zusammenarbeit mit Auftraggebern und Behörden auf diesen Vertrag adaptieren. Dieser Entwicklungsprozess geht nicht von heute auf morgen. Der Auftraggeber war aber auch nicht so stringent in der

after 5 months allocated for planning, the construction site in 4 months of activity has produced a 140,000 m³ intermediate point of attack excavation pit and a complete cutting along with setting up 3 operational drives. This is solely possible when all those involved are motivated and cooperate in focusing on accomplishing the task in hand assisted by the described elements of collaboration. And this can only succeed providing that all those involved understand the problems and the needs of the others and accept them as mutual problems. Once this metamorphosis has been attained, solving the joint task becomes a successful target.

Summary

The construction contract, drawn up by the client's project management and pursued in conjunction with the contractor, really proved its worth. However, during the daily grind it emerged that the construction contract's "cookbook" character did not quite achieve its aim. A great

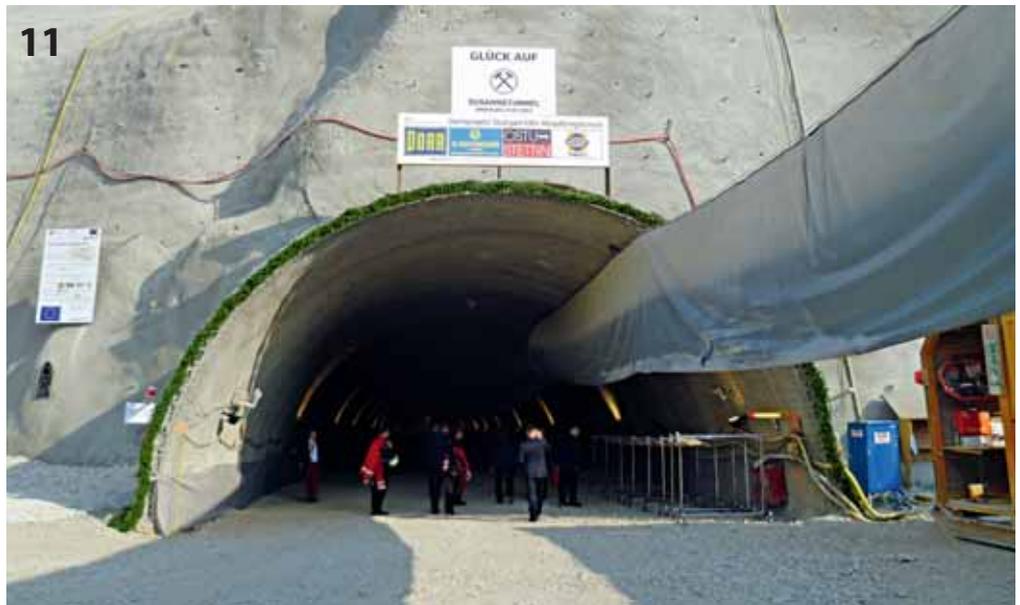
deal was accomplished along the lines of "as always" without going into the contractual nitty-gritty. The contractor together with his planners must adjust to the new manner of approach to an even greater extent and adapt his plans and cooperation with the client and authorities to this contract. This development process does not happen overnight. At the same time, the client was not so stringent in applying the construction contract's methodic requirements that he obstructed the execution of construction as a result. Quite on the contrary, the will of the fair client, who was ready to make decisions, stood in the foreground in order to accomplish the performance objectives of the project and in turn, the joint objectives of the contractual partners. During the remaining 5 years' construction time, a great deal still has to be done to achieve a "Lean Manner of Working". For this also signifies arriving at a smooth production process of planning. Only then will it be possible to speak of a thrifty production process.



Baugrube Pfaffenäcker
Construction pit Pfaffenäcker

Umsetzung der methodischen Vorgaben des Bauvertrags, dass er die Baudurchführung dadurch behindert hat. Ganz im Gegenteil stand der Wille des fairen, schnell entscheidenden Auftraggebers im Vordergrund, um hier auch die Leistungsziele des Projekts und somit die gemeinsamen Ziele der Vertragspartner umzusetzen. In den verbleibenden fünf Jahren Bauzeit ist noch sehr viel zu tun, um in eine „Lean Arbeitsweise“ zu kommen. Denn dazu gehört beispielsweise auch, in einen reibungslosen Produktionsprozess der Planung einzusteigen. Erst dann kann man auch im Bereich der Planung von einem verschwendungsfreien Produktionsprozess sprechen.

Die Kooperation aller, dazu gehören neben den üblichen Partnern Auftragnehmer, Bauüberwachung und Auftraggeber auch ausdrücklich die betroffenen Fachbehörden, hat dazu geführt, dass mit einem Planungsvorlauf von fünf Monaten beginnend ab dem Osterdienstag (2. April 2013) zwei der drei Baustelleneinrichtungsflächen fast fertig erstellt wurden und die Zwischenangriffsbaugrube Pfaffenäcker mit 140.000 m³ Felsausbruch bis zum Tunnelanschlag am 6. Juni 2013 hergestellt wurde (Bilder 9 und 10). Mittlerweile ist beim Steinbühl-Tunnel (Stichtag 22. Juli 2013) die Kalotte der Oströhre 223 m und der Weströhre 129 m vorgetrieben. Im



Tunnelanschlagsfeier 19. Juli 2013

Tunnel start-up ceremony on July 19, 2013

Umpfental ist der Tunnelvortrieb des Zwischenangriffstollens in geologisch und ökologisch komplexem Umfeld genau neun Monate nach der Auftragserteilung auch angeschlagen worden.

Dieser Beitrag endet mit den Bildern 11 und 12 der großen offiziellen Tunnelanschlagsfeier des Alaufstiegs mit der sehr verehrten Tunnelpatin Susanne Ramsauer am 19. Juli 2013. 📍

Literatur/References

- [1] www.bahnprojekt-stuttgart-uhl.de
- [2] Breidenstein, M.: Großprojekt Stuttgart-Ulm: Die Tunnel des Alaufstiegs – Bauverfahren und vertragliche Besonderheiten. Vortrag bei der STUVA-Tagung 2013, Forschung + Praxis 45, 2013, Bauverlag, S. 289 - 295

The cooperation of all involved, including the affected authorities in addition to the usual partners – the contractor, construction supervision and client – has resulted in 2 of the 3 construction site installation yards being practically completed after 5 months allocated for planning as from the Tuesday after Easter (April 2, 2013) and the Pfaffenäcker intermediate point of attack construction pit with 140,000 m³ of excavated rock being produced up to tackling the tunnel on June 6, 2013 (Figs. 9+10). In the interim, 223 m of the crown of the east bore and 120 m of the west bore have been driven for the Steinbühl Tunnel (as of July 22, 2013). In the Umpfental valley the tunnel drive has also started in the

geologically and ecologically complex environment exactly 9 months after the contract was awarded.

This report winds up with Figs. 11+12 showing the big official start-up ceremony with tunnel sponsor Susanne Ramsauer. 📍



Tunnelpatin Susanne Ramsauer am 19. Juli 2013

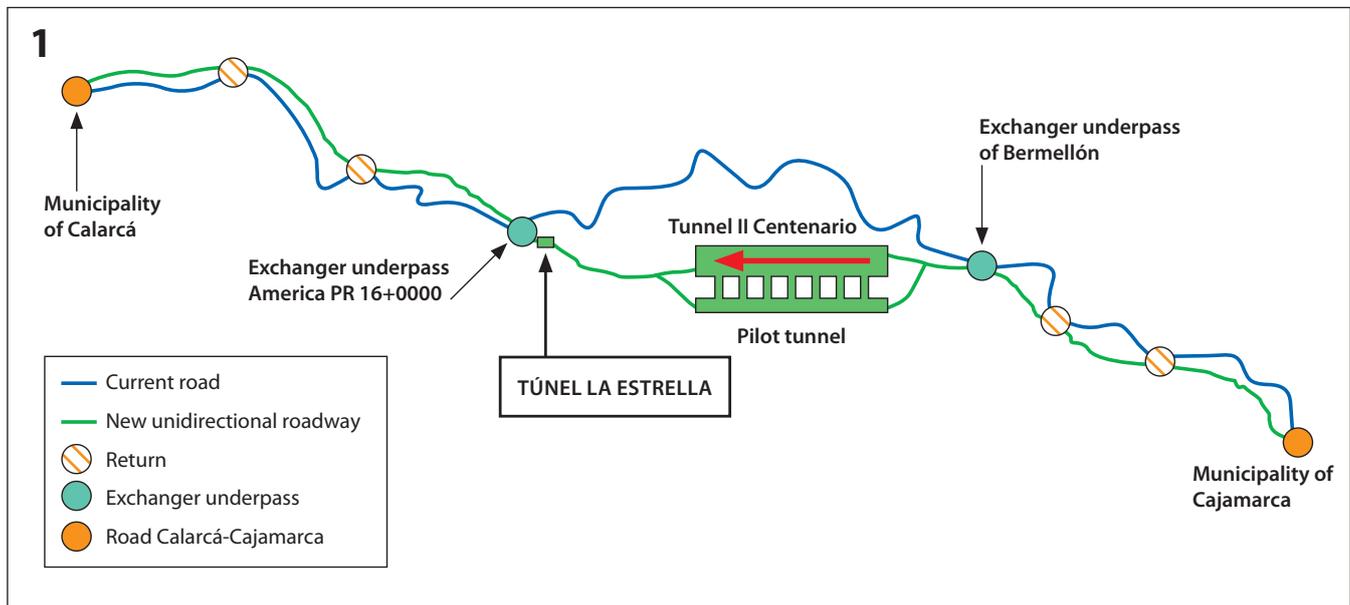
Tunnel sponsor Susanne Ramsauer on July 19, 2013

Concrix®

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

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

BRUGG CONTEC
Strong fibers.



Layout of the Calarcá-Cajamarca Tunnel/COL

Colombia: Calarcá-Cajamarca Tunnel

The Calarcá-Cajamarca Tunnel is located in central Colombia, connecting the departments of Tolima and Quindío, across the central Andes. The tunnel is part of the Bogota-Buenaventura Corridor. The Corridor is 503 km in length. The project is scheduled to lead to a major improvement of the Colombian highway infrastructure.

Mauro Nogarín, journalist, Bolivien

Introduction

The Calarcá-Cajamarca Tunnel is part of the 503 km long Bogota-Buenaventura Corridor and is located in central Colombia, connecting the departments of Tolima and Quindío, across the central Andes. The total cost of the project is around \$ 330 million.

The project entails building a unidirectional tunnel of approximately 8.65 km in length and producing the second lane between the city of Calarcá (Quindío) and the Americas interchange as well as a second lane between the interchange at the Bermellon ramp and the city of Cajamarca (Tolima).

The Bogota-Buenaventura Corridor project will lead to a major improvement in the Colombian highway infrastructure. It is being built with the latest and most modern technology available in highway engineering today. The purpose of these highway improvements is to improve traffic from the port city of Buenaventura to the interior of the country, enhancing transportation and reducing costs, time and use of fuel.

Project Overview

INVAS, the National Highway Institute, is the government agency in charge of supervising the construction of this high-

way improvement project and selecting the companies that make it a reality. INVAS underwent a lengthy bidding process to select the building company. UTSC (Union Temporal Seg-

undo Centenario) was created as a consortium involving the Mexican construction company Condux S.A. and the Spanish builder Herreño Fronpeca in association with the Colombian companies Constructora Carlos Collins S.A., Alvarez y Collins S.A., Promotora Montecarlos Vías S.A., Túneles de Colombia S.A., Construirte Ltda; Gayco S.A., Tecniciviles S.A., H y H Arquitectura S.A., and Miguel Camilo Castillo Huertas.

The project was undertaken in three phases (Fig. 1):



Tunnel entrance in front of Cajamarca



Construction of the viaduct in the front of Quindío

- The first stage was the construction of the Túnel Segundo Centenario, which has a length of 8.65 km at an altitude of 2,422 m above sea level, located between Galicia in the department of Quindío and Bermellón in the department of Tolima (Table 1).
- The second stage was the construction of a second lane between PR4+800 to PR16+000 on the existing local highway between the turnaround at Versailles and the new interchange at Americas. This stretch includes construction of four mini tunnels and ten bridges.
- The third and last stage of the project consists of building a second lane between the PR35+000 to PR47+500 highway, located between the new interchange at Bermellón and the entrance to the city of Cajamarca (Fig. 2).

Project Status

To date, construction of the Segundo Centenario Tunnel has advanced 8,010 m of the projected 8,652 m length, which

is a 93 % completion rate. Construction of the additional lanes in Tolima, as well as the project in Quindío (Fig. 3), are about 60 % completed. The construction company in charge of the Quindío project placed an asphalt plant on location to accelerate completion of the 18 km project. According to the goals and timetable scheduled by the engineering team of INVIAS, the project should be completed by mid-2014. After the main construction is completed, complementary work will begin for the entire project.

Geology

The geology along the path of the tunnel from starting up at Quindío comprises Cretaceous Period rocks belonging to the Quebrada Grande Complex. These rocks are mainly volcanic in nature and are made up of meta-dabase and meta-sedimentary layers.

In the middle section of the tunnel, while tunnelling through the Aranzazu-Manizales fault, the meta-sedimentary rocks continued all the way through to

the Quebrada Grande Complex. While passing through the La Esperanza and Los Chorros faults

the geology changes to Paleozoic Period rocks, belonging to the Cajamarca Complex and made up of black shale, green chlorite shale and quartzite lentils. Toward the end of the tunnel, after the La Cristalina fault, fractured rocks of medium hardness from the Tertiary Period were excavated.

Construction Methods and Materials

The machinery utilized by the UTSC consortium for excavating the tunnel consisted of the following: 4 jumbo Atlas Copco drills, 8 rear excavators (backhoes), 2 dumpers, 2 double torque dump trucks, 2 hydraulic drills, 1 loader, 2 vibro-compactors, 2 concrete pumps, 5 mixers, 3 elevators, 2 compressors, 2 tank trucks and a winch.

www.hbi.ch

Wir sind international tätige Planer für

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

Unsere Leistungen umfassen:

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

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



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

HBI Haerter Beratende Ingenieure

HBI Haerter AG

Stockerstr. 12

Tel. +41 44 289 3900

Fax +41 44 289 3999

Schweiz: Zürich und Bern / Deutschland: Heidenheim

8002 Zürich / Schweiz

E-Mail: info.zh@hbi.ch

Web: www.hbi.ch

Schweiz: Zürich und Bern / Deutschland: Heidenheim



Oficina de Comunicaciones INVIAS W. Gutiérrez

Analysis and control of deformation of the rocks

The INVIAS engineering team opted for the construction methodology based on the NATM (New Austrian Tunneling Method) and ADECO (Analysis and Control of Deformation of

Rocks and Soil) for excavating the tunnel (Fig. 4). The methodology used for excavation was to make controlled detonations for hard rocks and use mechanized excavation for soft soils,

in the following cycle of operations.

Firstly, with the electric-hydraulic Jumbo Atlas Copco drills (Figs. 5+6), holes were drilled in the rock face and explosive

charges were placed in them. After blasting, the ventilation system was activated to blow out detonation gases and provide a safe working environment for workers.

Length of tunnel:	8.65 km
Support pillars between tunnels:	maximum 80 m
Structure gauge for vehicles:	90 m
Maximum incline:	1.0 % descending toward I Quindío
Maximum permitted speed for vehicular traffic:	60 km/h
Lane:	width of 10.50 m made of hydraulically bound base concrete
Hard shoulder:	0.35 m on each side made of hydraulically bound base concrete
Lateral safety rails:	minimum of 1.0 m
Number of emergency parking spaces:	10
Number of fire safety spaces:	60
Number of emergency spaces (S.O.S):	60
Number of emergency galleries:	17 (9 for pedestrians and 8 for vehicles in case of emergency)

Table 1: Technical specifications



Oficina de Comunicaciones INVIAS W. Gutiérrez

Tunnel with a beautiful view

Volume excavated:	165,500 m ³
Shotcrete utilized:	94,094 m ² between 5 and 25 cm thick
Number of 3 m long anchoring screws:	36,600
Steel arches type TH:	34,000 kg
Steel tubes D=3":	454 m (as protective umbrellas)
Steel mesh type Q2 and Q5:	2,300 kg
Steel sheets:	1,030 m ²
Use of gel and emulsion explosives:	70,980 kg

Table 2: Material

Specialists measured the gases until they had reached a safe level, then the excavators were sent in to remove the debris. During this phase, the dust was controlled by spraying water. The excavated material was loaded onto trucks (Fig. 7) with hydraulic shovels and pulled out

of the tunnel by an electric locomotive. Once the debris was removed from the tunnel, the internal support structure was built with metallic arches (Fig. 8) and shotcrete (Fig. 9) reinforced with metallic material and metal anchoring screws. The support arches were constructed of



Drilling with two operating arms

steel arches, screws, shotcrete and forepiling, according to the characteristics of the soil: in other words a combination of screws and shotcrete for consistent terrains and forepiling, screws, concrete, and arches for low quality soils. One of the greatest obstacles to overcome

during the excavation of the tunnel was crossing the fault lines. Building in these areas required special treatment such as forepiling, sheet metal, fibre glass screws and in the case of the "La Alaska" (K1+250) it was even necessary to alter the tunnel alignment.

Oficina de Comunicaciones INVI/AS W. Gutiérrez



We understand our business

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

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

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

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

Marti Technik AG Lochackerweg 2 CH-3302 Moosseedorf

Fon +41 31 858 33 88 Fax +41 31 858 33 89 info@martitechnik.ch www.martitechnik.ch



Oficina de Comunicaciones INVIAS W. Gutiérrez

One of the double torque dump trucks

Quality Management and environmental Aspects

During the development of the project, the engineering team used an integrated management system regulated by

quality standards NTC – ISO 9001 from 2000, NTC 14001 from 2004 and NTC 18000, for managing all phases of construction. From an environmental aspect, the construction of the highway and the tunnel

generated certain benefits. In the town of Quindío, the consortium built a water treatment plant and reforested an area of 200 hectares and reclaimed 140 hectares for grazing. In the department of Tolima, they re-

tooled 140 water treatment plants, planted 243 hectares of protective greenery and its necessary maintenance and created 120 programmes for soil and water conservation. 



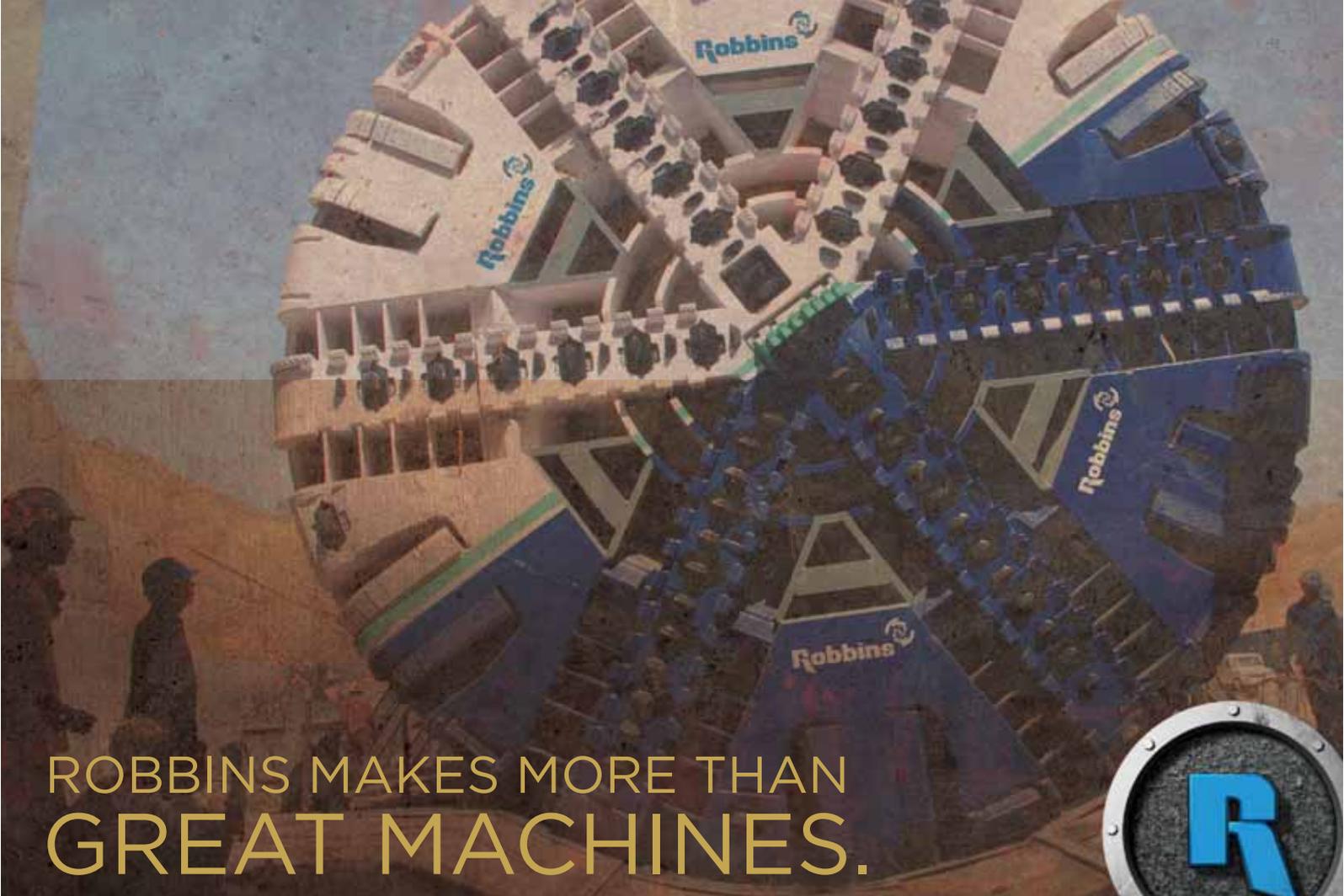
Oficina de Comunicaciones INVIAS W. Gutiérrez

Installing metal reinforcement arcs



Oficina de Comunicaciones INVIAS W. Gutiérrez

Operation of shotcrete in less stable rock sections

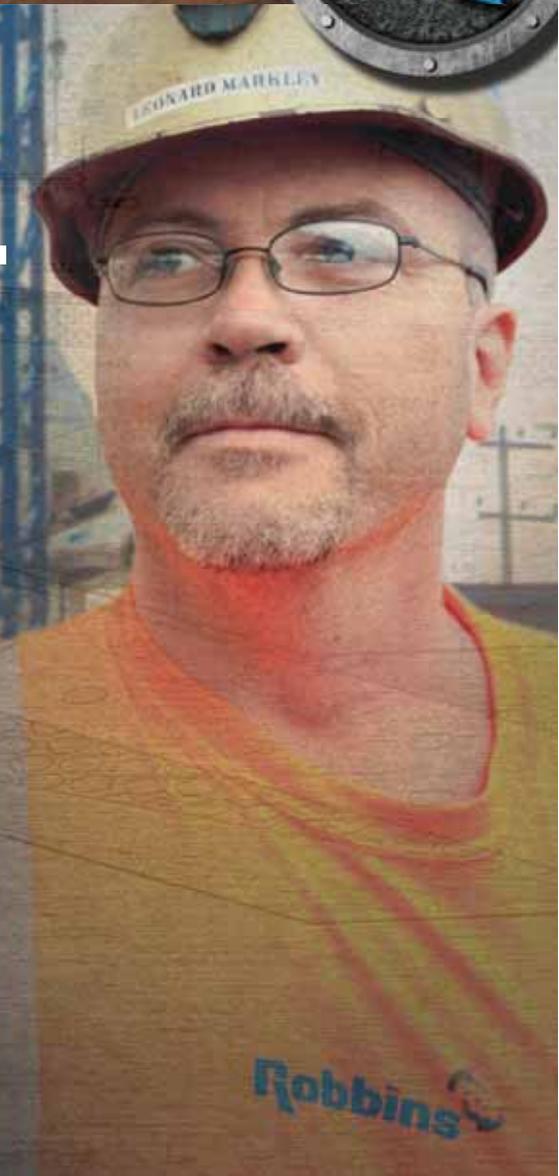


ROBBINS MAKES MORE THAN
GREAT MACHINES.



WE MAKE GREAT
PARTNERS.

Robbins not only provides the best machine for your project, but also unrivaled support from project onset to machine buyback, and everything in between. There are no guarantees when you're underground - except that Robbins will be with you at every turn.



THEROBBINSCOMPANY.COM

Tunnelbau in Deutschland: Statistik (2012/2013), Analyse und Ausblick

Seit nahezu 35 Jahren führt die STUVA eine Statistik zum Tunnelbau in Deutschland. Anlass hierzu war und ist eine entsprechende Anregung der International Tunnelling and Underground Space Association [1].

1 Laufendes Tunnelbauvolumen

Wie in den Vorjahren hat die STUVA auch für den Jahreswechsel 2012/13 eine Umfrage zu den laufenden Tunnelbauvorhaben in Deutschland durchgeführt. Das Ergebnis ist für den Stichmonat Dezember 2012 tabellarisch zusammengestellt und nachfolgend bewertet. Es handelt sich dabei um eine Fortschreibung der für 1978 [2] bis 2012 [3] veröffentlichten Tabellen. Erfasst wurden nur solche Tunnel- und Kanalbauwerke, die einen begehbaren oder bekriechbaren Ausbruchquerschnitt, d. h. einen lichten Mindestdurchmesser von 1000 mm bzw. unter Einbeziehung der Rohrwandung mindestens einen Ausbruchquerschnitt von etwa 1 m² aufweisen. Unberücksichtigt blieben dagegen – wie in den Vorjahren – grabenlose Kleinvortriebe, die im Zusammenhang mit dem Sammlerbau, den zugehörigen Hausanschlüssen oder auch bei Unterpassagen von Bahn- und Straßenanlagen zur Anwendung gelangen.

Die Tabellen der zum Jahreswechsel 2012/13 im Bau befindlichen Tunnelprojekte sind aufgrund ihres Umfangs nicht

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

im Detail abgedruckt, können jedoch von den Internetseiten der STUVA (<http://www.stuva.de>) abgerufen werden. In diesen Tabellen wird der Bezug zu dem Datenmaterial der Vorjahre über die Nummerierung der Tunnelbauvorhaben erkennbar. Im Einzelnen setzt diese sich aus ein oder zwei Kennbuchstaben, einer zweiziffrigen fortlaufenden Registrierungsnummer und der ebenfalls zweiziffrigen Angabe des Erfassungsjahres zusammen. Die Kennbuchstaben dienen dazu, die geplante Tunnelnutzung stichwortartig aufzuzeigen:

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

Dementsprechend besagt die Kennnummer US0112, dass es sich um das Tunnelprojekt mit der laufenden Nummer 1 aus dem Bereich der U-, Stadt- und

Tunnelling in Germany: Statistics (2012/2013), Analysis and Outlook

For almost 35 years, the STUVA, in line with a corresponding proposal put forward by the International Tunnelling and Underground Space Association, has compiled statistics on tunnelling activities in Germany [1].

1 Tunnels under Construction

As in previous years, the STUVA also undertook a survey of current tunnelling projects in Germany at the turn of the year 2012/2013. The outcome is compiled in tabular form for the month of December 2012 and subsequently assessed. The table follows up its predecessors published for the years 1978 [2] to 2012 [3]. Only tunnels and drain/sewer structures which possess an accessible (walk-in or crawl-in) excavated cross-section, i. e. a clear minimum diameter of 1,000 mm or, including the pipe wall, a minimum cross-section of roughly 1 m², are listed. On the other hand, small trenchless headings which, in recent years, have frequently been executed in conjunction with main drain construction, the relevant domestic connections, and also pipe-jacking operations beneath rail and road facilities, are not included.

The tables for the tunnel projects under construction at the turn of the year 2012/2013 are not listed in detail on account of their extent; however data can be obtained from STUVA's Internet pages (<http://www.stuva.de>).

In these tables, the numbering of the tunnel projects indicates the relationship to the data material originating from previous years. Essentially it takes the form of single or double identification letters, a two-digit sequential registration number and a two-digit annual identification number. The identification letters serve to provide a brief assessment of the planned tunnel utilisation, namely:

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

The identification number US 0112 therefore refers to a tunnel project with the sequential number 1 from the underground, urban and rapid transit rail tunnels sector which was included for the first time in the statistics in 2012. The above-mentioned method of identification was selected against the background that the majority of construction sites, especially those from the transportation tunnel sector, run for 2 or 3 years, or even more.

Jahreswechsel Turn-of-the year	2012/13				2011/12 (zum Vergleich / to compare)				2010/11 (zum Vergleich / to compare)			
	Auffahrlänge Driven Length [km]		Ausbruchvolumen Excavated volume [10 ³ m ³]		Auffahrlänge Driven Length [km]		Ausbruchvolumen Excavated volume [10 ³ m ³]		Auffahrlänge Driven Length [km]		Ausbruchvolumen Excavated volume [10 ³ m ³]	
US: U-, Stadt-, S-Bahn Underground, urban and rapid transit system	19,668	(4,117)	1.762,1	(414,0)	24,121	(0,000)	2.036,1	(0,0)	33,249	(6,394)	3.247,2	(389,0)
B: Fernbahn Main-line railway	110,483	(70,011)	13.850,0	(7.085,0)	71,789	(5,762)	9.696,3	(949,0)	96,939	(6,137)	10.516,0	(589,0)
S: Straßen Road	41,602	(9,046)	4.329,0	(677,0)	42,591	(11,497)	4.473,0	(686,0)	43,719	(4,330)	5.003,5	(462,0)
Verkehrstunnel Traffic tunnels	171,753	(83,174)	19.941,0	(8.176,0)	138,501	(17,259)	16.205,4	(1.635,0)	173,907	(16,861)	18.766,7	(1.440,0)
A: Abwasser Sewage	50,209	(44,709)	294,0	(251,0)	7,882	(3,422)	75,3	(34,3)	6,069	(2,540)	52,2	(10,2)
V: Versorgung Utility lines	2,500	(0,500)	7,7	(0,0)	2,500	(2,500)	7,7	(7,7)	5,400	(0,900)	55,6	(9,0)
So: Sonstiges Others	5,781	(0,000)	141,4	(0,0)	6,566	(0,785)	186,4	(45,4)	6,981	(1,200)	157,0	(16,0)
Gesamt Total	230,243	(127,883)	20.384,1	(8.427,0)	155,449	(23,966)	16.474,8	(1.722,4)	192,357	(21,501)	19.031,6	(1.475,2)
GS: Grundsanie rung von Tunneln Redevelopments of tunnels	4,275	(0,359)			5,167	(5,167)			2,014	(0,407)		

Die Klammerwerte geben die zum betrachteten Jahreswechsel neu erfassten Tunnelbaukilometer bzw. m³ Ausbruchvolumen an
The values in brackets relate to the newly compiled tunnel construction km and m³ of excavated volume at the given turn-of-the-year

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

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

S-Bahnen handelt, das im Jahr 2012 erstmals in die Statistik aufgenommen wurde. Die vorstehend beschriebene Art der Nummerierung wurde vor dem Hintergrund gewählt, dass die meisten Baustellen, insbesondere aus dem Verkehrstunnelbereich, über 2 bis 3 Jahre und mehr laufen. Um Doppelzählungen zu vermeiden und um das jeweils neu hinzugekommene Bauvolumen ausweisen zu können, hat sich diese Art der Registrierung bewährt. Entsprechend wird in Tabelle 1 nicht nur das Gesamtbauvolumen, sondern in Klammern auch das im Berichtsjahr jeweils neu erfasste Bauvolumen ausgewiesen. Zum Vergleich sind

dort neben den Angaben für den Jahreswechsel 2012/13 auch die Zahlen der beiden Vorjahreswechsel aufgeführt.

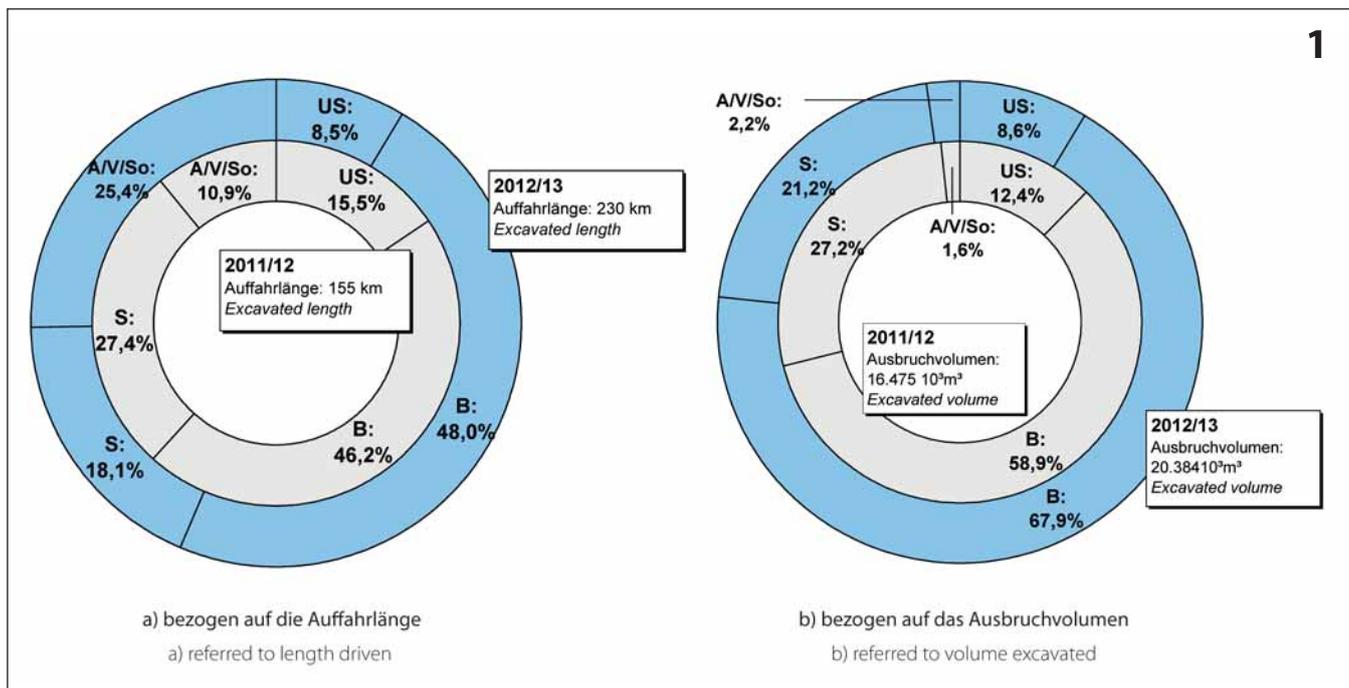
Allgemein informieren die Tunnellisten auf den Internetseiten der STUVA über Lage und spätere Nutzung der aufgeführten Tunnel, über Länge und Querschnitt sowie über die vorwiegend angetroffenen Bodenverhältnisse. Das angewandte Bauverfahren wird stichwortartig beschrieben und die geplante Bauzeit angegeben.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

This method of registration has proved itself in order to avoid projects being counted twice and to identify the new construction volume that was to be included. Relevant indicators relating to calculation of construction lengths and excavated volumes are accordingly contained in Table 1. In addition to the details for the turn of the year 2012/2013, the figures from the 2 previous years can also be found there for comparison.

By and large, the tunnel lists on the STUVA Internet pages provide information on the location and ultimate utilisation of the tunnels that are included, their length and cross-sections, and also the soil conditions mainly

encountered. The construction method used is explained in brief and the scheduled construction time stated. As far as possible, the clients, designers and contractors are named, the last-mentioned in amendatory alphabetical order. Details of constructional or technical aspects of a special nature are also provided for many projects.

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



Anteil der verschiedenen Arten der Tunnelnutzung (Tabelle 1)

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

chen Fällen noch konstruktive oder verfahrenstechnische Besonderheiten angemerkt.

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

Tabelle 1 vermittelt ein Bild über die jeweils zum angegebenen Jahreswechsel im Bau befindliche gesamte Tunnelauffahrlänge und das zugehörige Ausbruchvolumen. Außerdem sind für den Jahreswechsel

2012/13 im Bild 1 Auffahrlänge und Ausbruchvolumen nach der Art der Tunnelnutzung grafisch aufgegliedert.

Ein genereller Vergleich der Zahlen in Tabelle 1 lässt einen deutlichen Anstieg der

observed when comparing the excavated volume: whereas the excavated volumes for trenchless construction measures can be determined with certainty, the comparative value for cut-and-cover methods can only

be obtained by subtracting the amount of soil required for refilling from the total excavated.

Table 1 provides a picture of the overall tunnelling length under construction at the end of the year in question and the



Steinbühltunnel: Sprengarbeiten am Portal Hohenstadt

Steinbühl Tunnel: blasting operations at the Portal Hohenstadt



Aliva® Converto RoboSpray DIE SPRITZEINRICHTUNG FÜR MASCHINELLES NASS- UND TROCKENSPRITZEN

■ Schnell und multifunktionell einsetzbar

Die Aliva Converto RoboSpray ist für Nass- und Trockenspritzanwendungen im Dicht- und Dünnstromverfahren gleichermaßen geeignet. Beim Dünnstromverfahren kann der Wasserring der Aliva Converto RoboSpray, ohne zusätzliches Werkzeug, direkt auf der Baustelle ausgetauscht werden und ist somit multifunktionell einsetzbar.

■ Spritzdüsenteknologie für hohe Fördermengen

Innovative Materialien sowie höchste Qualitätsansprüche an die Anwendung machen die Aliva Converto RoboSpray unersetzlich bei den verschiedensten, maschinellen Betonspritzanwendungen mit hohen Förderleistungen.

**Besuchen Sie uns an der STUVA-Tagung,
27. - 29. November 2013 im ICS Stuttgart**

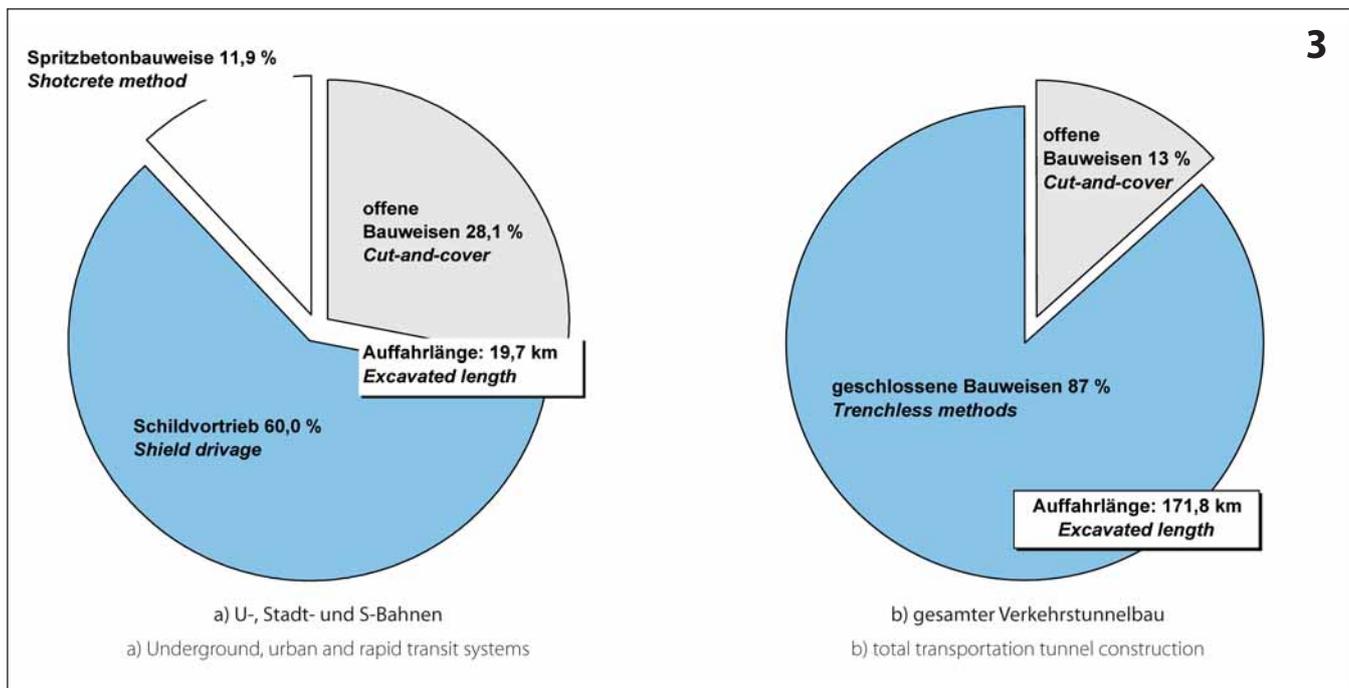
SIKA SCHWEIZ AG
Aliva Equipment
Tüffenwies 16
CH-8048 Zürich
Switzerland

Kontakt
Telefon +41 58 436 32 22
Fax +41 58 436 41 40
www.aliva-equipment.com
aliva.equipment@ch.sika.com

aliva

BUILDING TRUST





Struktur des Verkehrstunnelbaus in Deutschland zum Jahreswechsel 2012/2013

Structure of transportation tunnel construction in Germany at the turn-of-the-year 2012/2013

Auffahrlängen der Verkehrstunnel zum Jahreswechsel 2012/13 mit insgesamt rund 172 km gegenüber dem Vorjahreswechsel mit knapp 139 km erkennen. Während sich die Bautätigkeit in den Verkehrsbereichen U-, Stadt- und S-Bahn sowie Straße leicht abschwächt, legt der Bereich Fernbahn stark zu. Hier wirkt sich die Vergabe im Zuge der Großprojekte Bahnknoten Stuttgart 21 und ABS/NBS Stuttgart-Ulm aus (Bild 2).

Betrachtet man die Angaben zum Ausbruchvolumen, so ergibt sich bei einem Vergleich zwischen den Verkehrstunneln einerseits und den Ver- und Entsorgungstunneln andererseits bei einem längenbezogenen Verhältnis von knapp 3:1 ein Volumenverhältnis von etwa 45:1 (Bild 1).

Die Frage der Vollständigkeit des durch die STUVA-Umfrage von den Baufirmen und den Ingenieurbüros erhaltenen Zahlenmaterials ist nur schwer

abzuschätzen. Um in dieser Hinsicht eine größere Zuverlässigkeit sicherzustellen, wurden im Rahmen der Erhebung 2012/13 wie in den Vorjahren auch die im U-, Stadt- und S-Bahnbau tätigen Städte sowie die Deutsche Bahn AG eingeschrieben. Die Daten für die Tunnel der Bundesfernstraßen wurden vom Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung (BMVBS) bereitgestellt [4]. In zahlreichen Fällen erbrachten die Antworten dieser Behörden, der Bauherren und Betreiber sowie der Deutschen Bahn AG wichtige Ergänzungen und Korrekturen. Generell sei dem Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung, der Deutschen Bahn AG, den anderen genannten Behörden und Bauherren, den Planungsbüros sowie den beteiligten Baufirmen an dieser Stelle für die Mitarbeit bei der statistischen Erfassung laufender Tunnelbauvorhaben ausdrücklich gedankt.

related construction volume. For the turn of the year 2012/2013, Fig. 1 also contains the driven length and the excavation volume in accordance with the type of tunnel utilisation shown in graphic form.

A general comparison of the figures in Table 1 again reveals a clear increase in the driven length of transportation tunnels as at the turn of the year 2012/2013, with a total of some 172 km compared with almost 139 km the previous year. Building activities tailed off slightly in the sectors underground, urban and rapid rail transport and road whereas operations in main-line construction rose considerably. Contracts awarded in conjunction with the major projects Stuttgart 21 and the new/upgraded Stuttgart-Ulm rail route made an impact here (Fig. 2).

If one considers the data relating to excavated volume, there is a length-related ratio of almost 3:1 as against a volume-related one of around 45:1 when

comparing transportation tunnels on the one hand with supply and disposal facilities on the other (Fig. 1).

The question of the completeness of the data obtained from the STUVA survey from construction contractors and consultants is difficult to assess. In order to arrive at greater reliability in this respect, the cities engaged in underground, urban and rapid transit construction activities, and also Deutsche Bahn AG, were requested to supply data within the scope of the 2012/2013 survey, as was the case in previous years. The Federal Ministry of Transport, Building and Urban Affairs (BMVBS) provided data for federal trunk road tunnels [4]. In a large number of cases, the responses from these authorities and from Deutsche Bahn AG resulted in important additions and corrections. At this point, a special word of thanks goes to the Federal Ministry of Transport, Building and Urban Affairs, Deutsche Bahn AG, the

Im Folgenden wird das Ergebnis der Erhebung per Dezember 2012 in verschiedener Hinsicht genauer ausgewertet, um so einen aktuellen Überblick über den Tunnelbau in Deutschland zu erhalten. Zur Vertiefung sei auf die umfassenden Erläuterungen in der Dokumentation „Unterirdisches Bauen Deutschland 2010“ mit zahlreichen in Wort und Bild dargestellten Beispielen verwiesen [5].

• Der Schwerpunkt des innerstädtischen Bahntunnelbaus (Tabellenteil US) liegt in diesem Jahr in Köln, wo sich zum Jahreswechsel 2012/13 ca. 5,9 km U-Bahntunnel im Bau befanden. In Karlsruhe werden zurzeit etwa 3,7 km Stadtbahntunnel aufgeföhren. Weitere Tunnelstrecken sind in Düsseldorf (3,3 km), Berlin (2,6 km), Stuttgart (1,7 km), Nürnberg (1,5 km),

other authorities and clients mentioned and the architects and contractors involved, for their assistance in compiling the statistics for current tunnelling projects.

In the following, the results of the survey as of December 2012 are evaluated more thoroughly in various ways in order to obtain an up-to-date overview of tunnelling in Germany. In order to substantiate this, the comprehensive explanatory notes relating to the structures to be found in "Underground Construction in Germany 2010", containing a large number of examples presented in both illustrated and written form are referred to [5].

• This year, the main activities relating to inner-urban rail tunnelling (Table section US) took place in Cologne, where some 5.9 km of underground tunnels was under construction at the turn of the year 2012/2013. Currently some 3.7 km of urban transit tunnels are being driven in Karlsruhe. Further tunnel projects are underway in Düsseldorf (3.3 km), Berlin (2.6 km) and Stuttgart (1.7 km), Nuremberg (1.5 km), Dortmund (0.6 km) and Augsburg (0.3 km).

• The length-related proportion of trenchless construction methods with regard to inner-urban rail tunnel construction amounted to 14.1 km at the end of 2012, accounting for almost 72 % of the total national construction volume for underground, urban and rapid transit rail systems (76 % the previous year). Of this total, some 12 % was accounted for by shotcreting methods (2 % the previous year) and roughly 60 % (74 % the previous year) by shield driving. Fig. 3a provides a survey

of the percentages accounted for by the various tunnelling methods. In this context, the diagram in Fig. 4a shows the length-related proportion of trenchless construction methods in underground, urban and rapid transit rail construction during the last 20 years. In this diagram, the division of trenchless construction methods into shotcreting and shield driving is featured separately.

• The main-line rail tunnels listed in Part B largely relate to works in conjunction with the Stuttgart 21 rail hub as well as the new-line and upgrading programme for Deutsche Bahn AG's high-speed routes. Of the tunnelling projects currently being implemented (a total of 110 km), almost 42 km is accounted for by the major project "Stuttgart 21 rail hub" and some 28 km by the new/upgraded Stuttgart-Ulm rail route. Furthermore, some 36 km of tunnel is being constructed on the new Ebensfeld-Erfurt line. These main-line rail tunnel projects predominantly employ underground („trenchless") tunnelling (Fig. 4b) – 78 % using the shotcreting method (Fig. 2) and 22 % mechanised driving.

• Road tunnel construction (Part S of the table), like the two other transportation tunnel sectors, has been subject to pronounced fluctuations in contracting in recent years. This becomes clearly evident from the award curve in Fig. 5 and above all, from the graphics pertaining to the award and length-related percentages in Fig. 6. The ratio of road tunnels built by mining means and by cut-and-cover stands at roughly 2:1 (Fig. 4c). As far as trenchless construc-

Bundesland	Tunnellängen Length [km]				Anteil Shares [%]
	US	B	S	gesamt total	
BW Baden-Württemberg	5,446	70,011	16,544	92,001	53,6
BY Bayern	1,855	13,534	3,860	19,249	11,2
BE Berlin	2,600	0,000	0,000	2,600	1,5
BB Brandenburg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0
HB Bremen	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0
HH Hamburg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0
HE Hessen	0,000	0,340	9,638	9,978	5,8
MV Mecklenburg-Vorpommern	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0
NI Niedersachsen	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0
NRW Nordrhein-Westfalen	9,767	0,000	4,895	14,662	8,5
RP Rheinland-Pfalz	0,000	4,242	0,330	4,572	2,7
SL Saarland	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0
SN Sachsen	0,000	0,000	0,195	0,195	0,1
ST Sachsen-Anhalt	0,000	0,164	0,000	0,164	0,1
SH Schleswig Holstein	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0
TH Thüringen	0,000	22,192	6,140	28,332	16,5
Alle Bundesländer All Federal States	19,668	110,483	41,602	171,753	100,0

Tabelle 2: Regionale Zuordnung der zum Jahreswechsel 2012/13 im Bau befindlichen Verkehrstunnelprojekte

Table 2: Regional distribution of the transportation tunnels under construction at the turn-of-the-year 2012/2013

Dortmund (0,6 km) und Augsburg (0,3 km) im Bau.

- Der längenbezogene Anteil der geschlossenen Bauweisen am innerstädtischen Bahntunnelbau betrug mit 14,1 km Ende 2012 knapp 72 % (Vorjahr gut 76 %) des bundesweiten Gesamtbauvolumens an U-, Stadt- und S-Bahnen. Wiederum bezogen auf das Gesamtvolumen entfielen knapp 12 % auf die Spritzbetonbauweisen (Vorjahr 2 %) und etwa 60 % (Vorjahr 74 %) auf den Schildvortrieb. Eine Übersicht über die Anteile der verschiedenen Tunnelbauverfahren gibt Bild 3a. Ergänzend hierzu zeigt das Diagramm im Bild 4a den längenbezogenen Anteil der geschlossenen Bauweisen im U-, Stadt- und S-Bahnbau während der letzten 20 Jahre. In diesem Diagramm ist die Unterteilung der geschlossenen Bauweisen nach Spritzbetonbauweisen und Schildvortrieb gesondert gekennzeichnet.
- Die im Tabellenteil B aufgeführten Fernbahntunnel betreffen überwiegend Maßnahmen im Zuge des Bahnknotens Stuttgart 21 sowie das Ausbau- bzw. Neubauprogramm für die Schnellfahrstrecken der Deutschen Bahn AG. Von den derzeit laufenden Tunnelbaumaßnahmen (insgesamt 110 km) entfallen knapp 42 km auf das Großprojekt „Bahnknoten Stuttgart 21“ und ca. 28 km auf die ABS/NBS Stuttgart-Ulm. Weiterhin sind etwa 36 km Tunnel im Zuge der NBS Ebersfeld-Erfurt im Bau. Die Fernbahntunnel werden zu fast 100 % in geschlossener Bauweise erstellt (Bild 4b) – zu 78 %

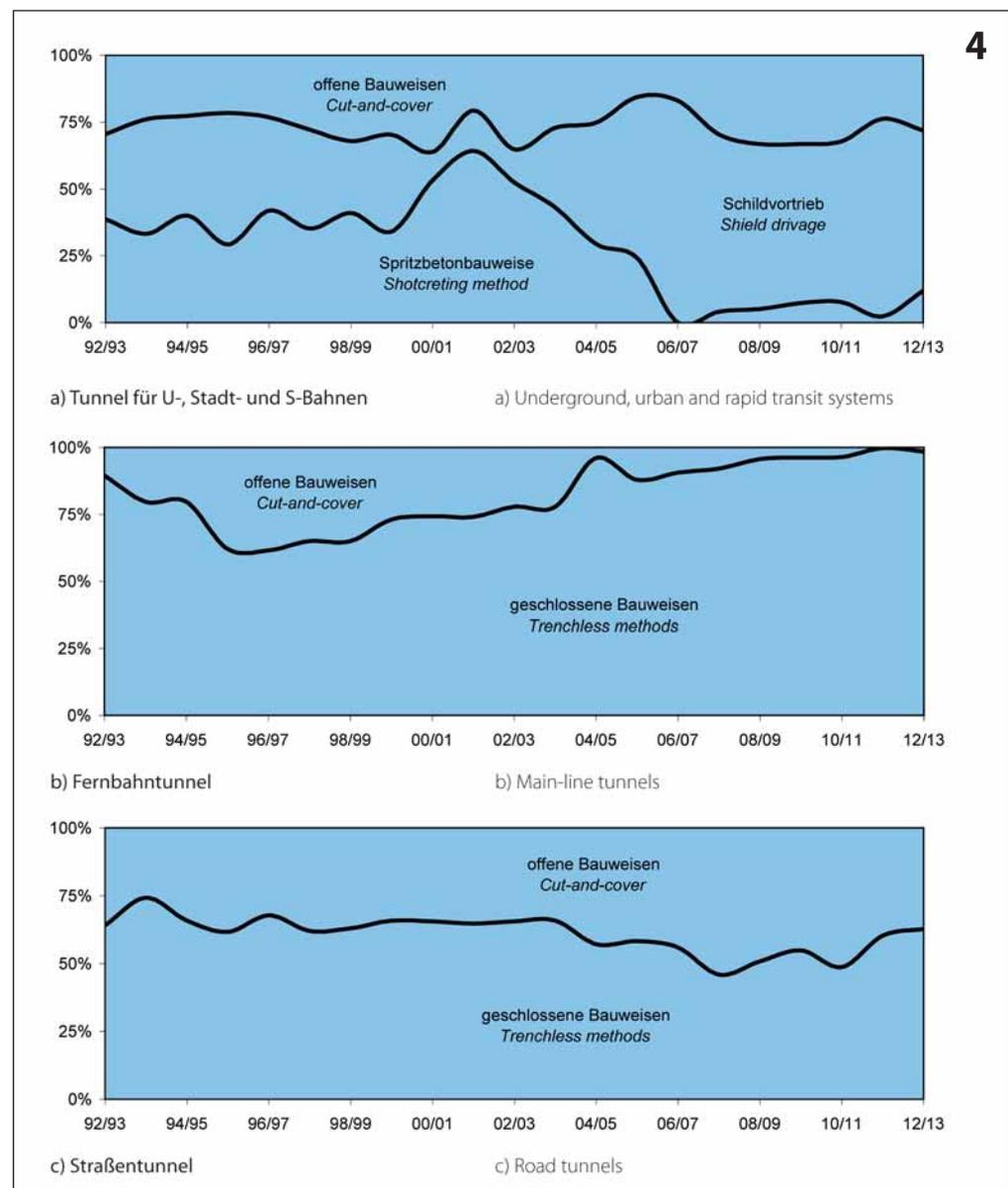
kommt hier die Spritzbetonbauweise zur Anwendung (Bild 2) und zu 22 % der maschinelle Vortrieb.

- Der Straßentunnelbau (Tabellenteil S) unterlag in den letzten Jahren ebenso wie die beiden anderen Verkehrsbereiche starken Vergabeschwankungen. Dies lässt sich klar aus der Vergabekurve im Bild 5 und vor allem aus der Blockgrafik

tion methods are concerned shotcreting in conjunction with drill+blast dominates in the majority of cases.

In the V and A sections of the table, relating to supply and disposal tunnels, only those of larger diameter – as initially explained – are listed. The smallest cross-sections dealt with are roughly 1.0 m in diameter, the largest around 3 to 4 m. All the

supply and disposal tunnels assessed at the turn of the year are driven by trenchless means. In the case of waste disposal tunnels, pipe-jacking continues to prevail as it has in previous years. Furthermore, in compiling drain/sewer statistics, it should be pointed out that only main drains are included here. The considerably greater part accounted for by drains of smaller cross-section, mostly driven close



Längenbezogene Anteile der geschlossenen bzw. offenen Bauweisen bei den jeweils zum Jahreswechsel im Bau befindlichen Verkehrstunneln

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



ACO DRAIN® Monoblock: langlebig, nachhaltig und dicht

Die neue ACO DRAIN® Monoblock T 275 V Bordschlitzrinne in 2 m Baulänge

Die Bordschlitzrinne T 275 V steht für eine effektive Entwässerungsleistung und maximale Sicherheit gemäß der europäischen Tunnelrichtlinie 2004/54/EG und den deutschen Richtlinien und Vorschriften RABT und ZTV-ING.

Weitere Informationen finden Sie im Internet unter www.aco-tiefbau.de im Bereich Lösungen/Tunnel.



Produktmerkmale

- hochbeständiger, langlebiger Werkstoff Polymerbeton
- integrierte Dichtung
- einfaches Versetzen von oben
- hohe Verlegeleistung durch geringes Bauteilgewicht
- V-Querschnitt für eine optimale Hydraulik
- seitliche Verankerungstaschen
- mit variabler Aufkantung von 3 und 7 cm

NEU

Besuchen Sie uns auf dem ACO Tiefbau Messestand E 102!



ACO. Die Zukunft der Entwässerung.



Jahreswechsel Turn-of-the year	2012/13				2011/12 (zum Vergleich / to compare)				2010/11 (zum Vergleich / to compare)			
	Auffahrlänge Driven Length [km]		Ausbruchvolumen Excavated volume [10 ³ m ³]		Auffahrlänge Driven Length [km]		Ausbruchvolumen Excavated volume [10 ³ m ³]		Auffahrlänge Driven Length [km]		Ausbruchvolumen Excavated volume [10 ³ m ³]	
ZUS: U-, Stadt-, S-Bahn Underground, urban and rapid transit system	32,604	(0,000)	2.667,0	(0,0)	36,205	(0,355)	2.646,0	(25,0)	39,839	(0,700)	2.855,0	(50,0)
ZB: Fernbahn Main-line railway	77,936	(0,000)	9.063,0	(0,0)	171,623	(2,770)	16.936,0	(428,0)	174,629	(0,000)	18.996,0	(0,0)
ZS: Straßen Road	141,610	(9,149)	21.094,0	(677,0)	140,804	(4,446)	21.516,2	(804,0)	173,013	(16,616)	21.593,6	(1.466,4)
Verkehrstunnel Traffic tunnels	252,150	(9,149)	32.824,0	(677,0)	348,632	(7,571)	41.098,2	(1.257,0)	387,481	(17,316)	43.444,6	(1.516,4)
ZA: Abwasser Sewage	0,000	(0,000)	0,0	(0,0)	55,380	(0,000)	500,6	(0,0)	55,380	(0,000)	501,3	(0,0)
ZV: Versorgung Utility lines	0,410	(0,410)	1,4	(1,4)	0,000	(0,000)	0,0	(0,0)	0,000	(0,000)	0,0	(0,0)
ZSo: Sonstiges Others	5,630	(0,000)	499,0	(0,0)	5,630	(1,200)	499,0	(19,0)	4,430	(0,000)	802,4	(0,0)
Gesamt Total	258,190	(9,559)	33.324,4	(678,4)	409,642	(8,771)	42.097,8	(1.276,1)	447,291	(17,316)	44.748,3	(1.517,5)
ZGS: Grundsanie- Redevelopments of tunnels	12,709	(0,945)			12,093	(2,544)			19,854	(0,000)		

Die Klammerwerte geben die zum betrachteten Jahreswechsel neu erfassten Tunnelbaukilometer bzw. m³ Ausbruchvolumen an
The values in brackets relate to the newly compiled tunnel construction km and m³ of excavated volume at the given turn-of-the-year

Tabelle 3: Auffahrlänge und Ausbruchvolumen der jeweils zum Jahreswechsel projektierten Tunnel (künftiger Bedarf)

Table 3: Driven length and excavated volume of projected tunnels at the given turn-of-the-year (future requirement)

zu den vergabemäßigen längenbezogenen Anteilen der Verkehrsträger im Bild 6 ableiten. Das Verhältnis der geschlossenen zu den offenen Bauweisen im Straßentunnelbau beträgt etwa 2 : 1 (Bild 4c). Bei den geschlossenen Bauweisen dominiert die Spritzbetonbauweise in Verbindung mit dem Sprengvortrieb in der Zahl der Anwendungsfälle.

In den Tabellenteilen V und A für die Ver- und Entsorgungstunnel sind – wie eingangs ausgeführt – nur solche mit größerem Durchmesser aufgelistet. Die kleinsten hier erfassten Querschnitte weisen einen Durchmesser von etwa 1,0 m auf, die größten einen

von 3 bis 4 m. Alle zum Jahreswechsel erfassten Ver- und Entsorgungstunnel werden unterirdisch erstellt. Bei den Abwassertunneln überwiegt von den Bauverfahren her – wie in den Vorjahren – die Rohrvorpressung. Generell ist zu der Zusammenstellung der Abwassertunnel außerdem anzumerken, dass es sich hier nur um größere Hauptsammler handelt. Der weitaus größere Anteil, meist in offener Bauweise oberflächennah erstellter Sammler mit kleineren Querschnitten ist hier nicht aufgeführt, da er i. Allg. nicht zum Tunnelbau gerechnet wird.

Bezüglich der zum Jahresende 2012 im Bau befindlichen Tunnel erscheint zusätzlich die

to the surface by means of cut-and-cover, is not listed here, as this is generally not classified as tunnelling.

The distribution by federal states (Länder) of the tunnels under construction at the end of 2012 is also of interest. Table 2 and Fig. 7 provide more details of this.

If one compares the newly obtained driven lengths and excavated volumes for the turn of the year for transportation tunnels based on the statistics of recent years, then a revealing picture of just how contracts are awarded is obtained. In this connection, Fig. 5 clearly shows the important influence of the DB's new lines and displays the continuing fickleness on the part of public authorities in awarding new tunnelling contracts. With re-

gard to main-line tunnels following a step increase in awarding contracts (mainly on account of the commission of "blocks" for the DB high-speed routes) the resultant years experienced an equally pronounced dip (Fig. 6). Currently awards are reaching a new high with regard to the activities in conjunction with the major projects "Stuttgart 21 rail hub" and new/upgraded Stuttgart-Ulm rail line. Fig. 5 also displays the average annual "completion rate", which amounts to around 30 km for all transportation tunnels over a period of 20 years.

2 Projected Tunnels (future Requirement)

The results of the survey relating to confirmed tunnel projects and those due to be awarded in the

Verteilung auf die Bundesländer von Interesse. Hierüber geben Tabelle 2 und Bild 7 nähere Auskunft.

Wertet man für die Verkehrstunnel aus der Statistik der letzten Jahre die jeweils zum Jahreswechsel neu erfassten Auffahrlängen und Ausbruchvolumina vergleichend aus, so ergibt sich ein aufschlussreiches Bild über den Vergabeverlauf. Bild 5 lässt in diesem Zusammenhang den herausragenden Einfluss der Aus- und Neubaustrecken der DB AG erkennen und zeigt unverändert deutlich die Unstetigkeit in der Vergabe des Tunnelneubaus durch die öffentliche Hand. Im Bereich der Fernbahntunnel folgt auf einen steilen Vergabeanstieg (bedingt vor allem durch die „blockweise“ Vergabe im Bereich der DB-Schnellfahrstrecken) in den darauffolgenden Jahren meist ein ebenso steiler Rückgang (Bild 6). Aktuell bildet sich eine neue Vergabespitze aus, bedingt durch die Aktivitäten im Zuge der Großprojekte „Bahnknoten Stuttgart 21“ und ABS/NBS Stuttgart-Ulm. Aus Bild 5 ist auch die mittlere jährliche „Fertigungsrate“ ersichtlich, die für alle Verkehrstunnel und über einen Zeitraum von 20 Jahren betrachtet bei etwa 30 km liegt.

2 Projektiertes Tunnelbauvolumen (künftiger Bedarf)

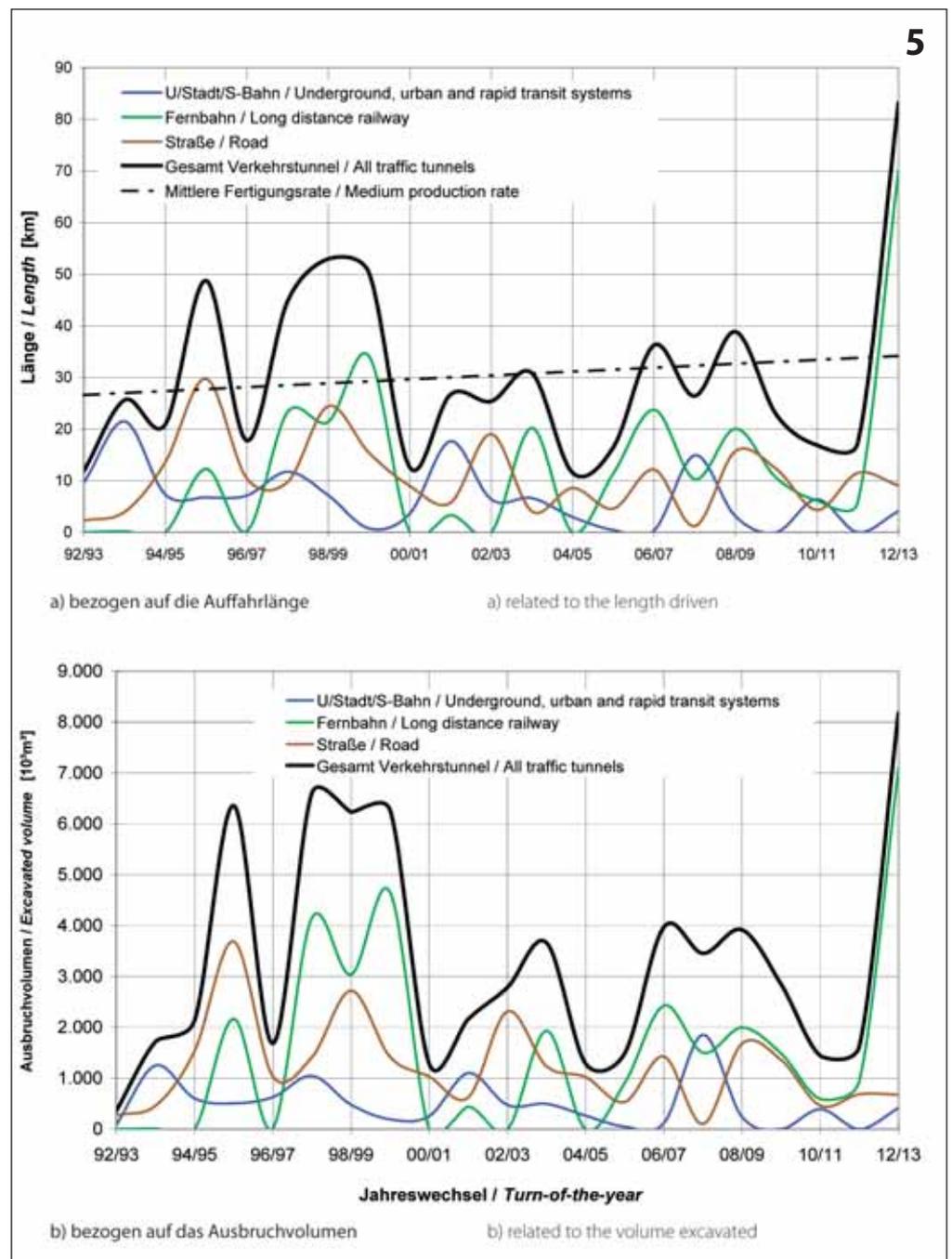
Das Ergebnis der Umfrage zu den konkret geplanten und in naher Zukunft zur Vergabe anstehenden Tunnelprojekten ist für die bauausführende Industrie und die Planungsbüros naturgemäß von besonderem Interesse. Es ist für den Vergabezeitraum ab 2013 in Tabelle 3 dargestellt.

Bei einer Bewertung des Zahlenmaterials in Tabelle 3 fällt auf, dass sich das Planungsvolumen bei den U-, Stadt- und S-Bahntunneln weiter leicht verringert hat, ohne dass die öffentliche Hand in nennenswertem Umfang Projekte vergeben hat (Tabelle 1). Dies ist in erster Linie auf geänderte Pla-

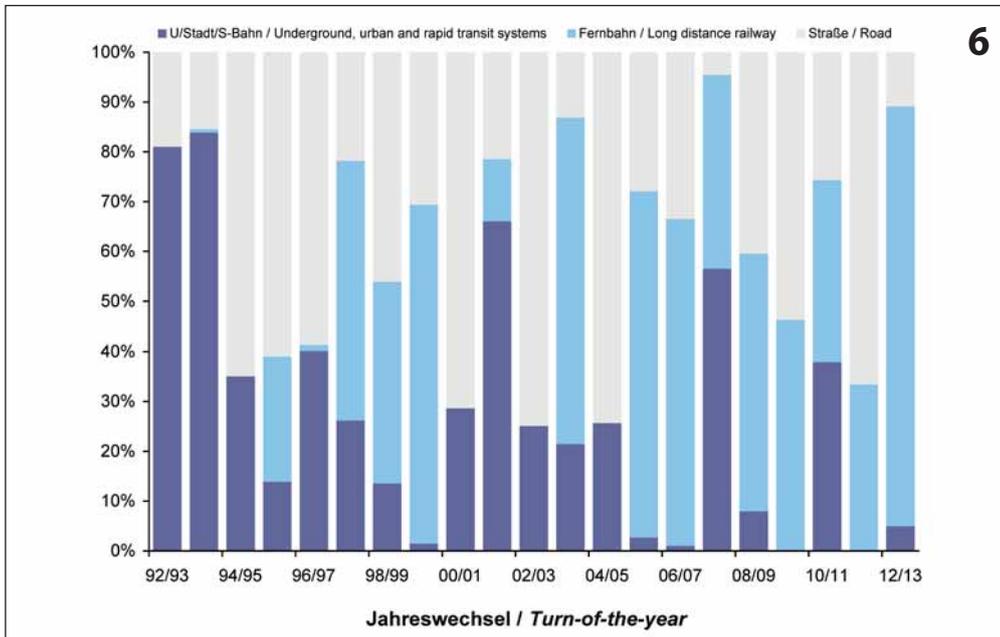
near future are naturally of special interest to the construction industry and consultants. Table 3 shows the award period starting in 2013.

Examination of the data in Table 3 clearly indicates that the planning volume for underground, urban and rapid transit rail tunnels has further shown

a slight decrease without the state awarding a substantial number of projects (Table 1). This can mainly be attributed to plans changing owing a dearth of public funds. In this context, the remaining planned volume for the city of Munich, comprising just on 22 km, is conspicuous among the projects still planned.



Vergabeverlauf im Verkehrstunnelbau der letzten 20 Jahre
Course of awards for transportation tunnel construction during last 20 years



6

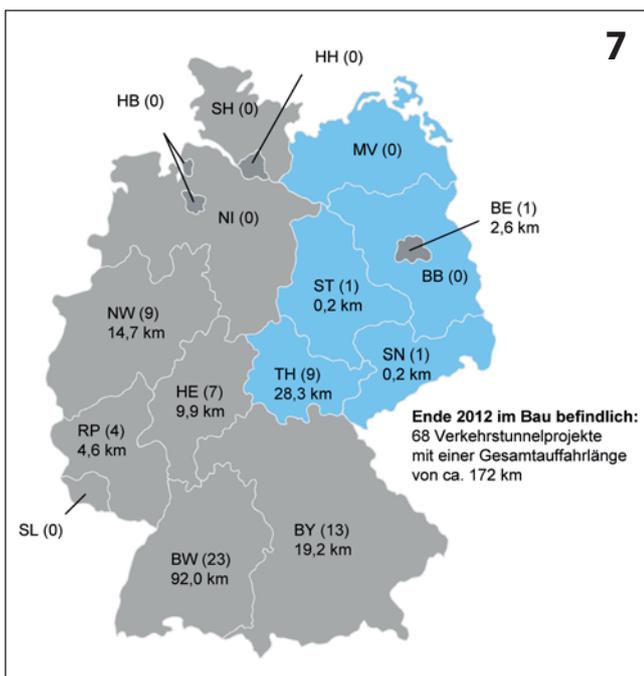
Vergabemäßige, auf die Länge bezogene Anteile der Verkehrsträger im Verkehrstunnelbau der letzten 20 Jahre
Contract-related and length-related data relating to clients for transportation tunnels constructed last 20 years

nungen unter dem Eindruck angespannter kommunaler Finanzhaushalte zurückzuführen. Unter den geplanten Projekten ragt nach wie vor das Planvolumen der Stadt München mit gut 22 km heraus. In Stuttgart sind, vor allem im Zusammenhang mit dem Großprojekt Stuttgart 21,

A good 6 km of tunnel for the rapid transit system is planned for Stuttgart, in conjunction with the Stuttgart 21 project. Further tunnel construction for under-

ground, urban and rapid transit systems, up to roughly 3 km in each case, is scheduled for Dortmund, Düsseldorf, Nuremberg and Frankfurt/Main. Regarding the planned volume of main-line rail tunnels, it should be noted that the bulk is accounted for by the approved tunnels as part of the new/upgraded Stuttgart–Ulm rail line (driven length: 30 km). A large proportion of the planning volume registered last year has now been awarded and is thus under construction (Table 1), although it should be mentioned that the actual tunnelling work for these projects has by and large still not been started.

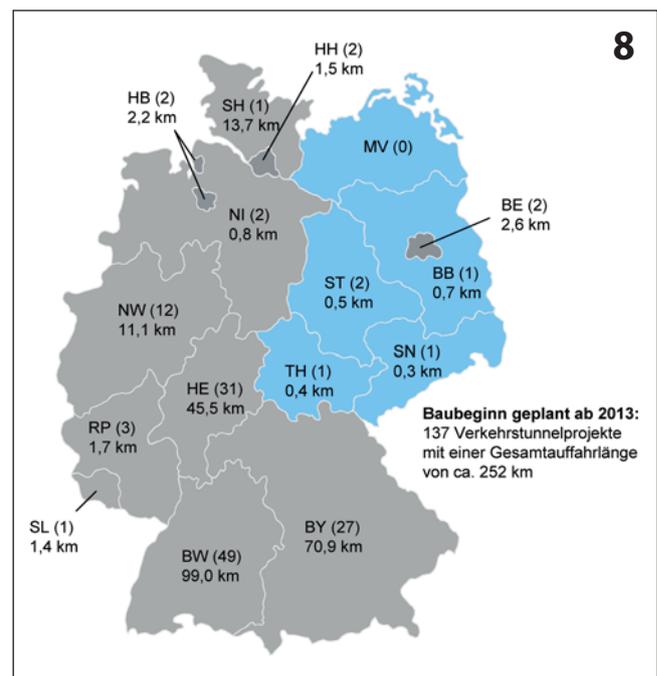
The planned volume of projected road tunnels amounts roughly to that of the previous year. On account of the state's requirements, the planning volume was slashed considerably last year. Around 95 % of the pro-



7

Längenmäßige Zuordnung der zum Jahreswechsel 2012/13 im Bau befindlichen Verkehrstunnelprojekte auf die Bundesländer (Tabelle 2); in Klammern jeweils die Anzahl der gemeldeten Verkehrstunnelprojekte

Length-related classification according to federal states (Table 2) for planned transportation tunnel projects at the turn-of-the-year 2012/2013; with the number of registered transportation tunnel projects given in brackets



8

Längenmäßige Zuordnung der geplanten Verkehrstunnelprojekte (Baubeginn ab 2013) auf die Bundesländer (Tabelle 4); in Klammern jeweils die Anzahl der gemeldeten Verkehrstunnelprojekte

Length-related classification of planned transportation tunnel projects (start of construction as from 2013) according to federal states (Table 4); with the number of registered transportation tunnel projects given in brackets

etwa 6 km neue Tunnelstrecken für die S-Bahn geplant. Weitere Tunnelmaßnahmen für U-, Stadt- und S-Bahnen mit jeweils weniger als insgesamt 3 km Länge sind in Dortmund, Düsseldorf, Nürnberg sowie Frankfurt a. M. vorgesehen.

Beim Planvolumen an Fernbahntunneln ist festzustellen, dass der überwiegende Teil (Vortrieblänge gut 30 km) auf bereits planfestgestellte Tunnelbauten im Zuge der ABS/NBS Stuttgart–Ulm entfällt. Ein Großteil des noch im Vorjahr verzeichneten Planvolumens ist mittlerweile vergeben und befindet sich somit im Bau (Tabelle 1), wobei anzumerken ist,

dass die eigentlichen Vortriebsarbeiten bei diesen Projekten größtenteils noch nicht begonnen haben.

Das Volumen der geplanten Straßentunnel bewegt sich in etwa auf dem Niveau des Vorjahres. Infolge der geänderten Bedarfsplanungen des Bundes hatte sich das Planvolumen bereits im Vorjahr erheblich verringert. Die verbliebenen Projekte betreffen zu etwa 95 % die Alten Bundesländer (Tabelle 4). Die in den Neuen Bundesländern in Vorbereitung befindlichen Maßnahmen stehen in großer Zahl immer noch im Stadium der Vorplanung und sind demzufolge für eine Aufnahme in die Statistik noch

jects listed are in the old (western) federal states of Germany (Table 4). The measures that are being planned in the new (eastern) federal states are mainly at the preliminary planning stage and are consequently not yet sufficiently advanced to be included in the statistics. The planning in this sector is primarily being carried out in conjunction with „German Unity Projects – Road“.

The 142 km of planned road tunnels listed in Table 3 has at least generally reached the planning approval stage. This applies principally to the tunnels on federal trunk roads, i.e. those for whose construction the federal government is responsible. Further road tunnels totalling

almost 80 km in length are also under consideration, and these must be added to the figures shown in Table 3. For a number of these projects, the environmental impact assessment (EIA) has already been concluded or the route alignment has been finalised. Their implementation is not yet totally certain, however, either in terms of scheduling or financing.

Technical details relating to the planned tunnels included in Table 3 can be found in the relevant tables (available from www.stuva.de). Essentially, these are structured in the same manner as the statistics on tunnel projects which are in the process of implementation, as presented



Besuchen Sie uns
an der STUVA
Stand E127

rascor®



Wer richtig plant, bleibt trocken.

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

Rascor International AG
Gewerbstrasse 4
CH-8162 Steinmaur
Telefon 044 857 11 11
Telefax 044 857 11 00
info@rascor.com

nicht ausreichend abgesichert. Ihre Planung erfolgt vor allem im Zuge der „Projekte Deutsche Einheit Straße“.

Die in Tabelle 3 aufgeführten 142 km an geplanten Straßentunneln haben in der Regel mindestens das Stadium der Planfeststellung erreicht. Das trifft in jedem Fall für die Tunnel im Zuge der genannten Bundesfernstraßen, d. h. für alle in der Baulast des Bundes stehenden Projekte zu. Darüber hinaus sind weitere Straßentunnel mit einer Gesamtlänge von nahezu 80 km angedacht. Sie wären den Werten der Tabelle 3 noch hinzuzurechnen. Für einen Teil dieser Projekte ist die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) bereits abgeschlossen bzw. die Linienfestlegung erfolgt. Ihre Realisierung ist aber noch nicht endgültig gesichert, und zwar weder in zeitlicher noch in finanzieller Hinsicht.

Technische Details zu den in Tabelle 3 erfassten geplanten Tunneln gehen aus den zugehörigen Tabellen (abrufbar unter www.stuva.de) hervor. Sie sind vom Grundsatz her in gleicher Weise gegliedert wie die in Abschnitt 1 erläuterte Statistik der in Ausführung befindlichen Tunnelprojekte. Für die kennzeichnende und unterscheidende Nummerierung der einzelnen Tunnelprojekte wurde dieselbe Systematik gewählt. Ergänzt ist nur der jeweils vorangestellte Kennbuchstabe „Z“ zur Verdeutlichung, dass es sich um „zukünftige“ Tunnelbaumaßnahmen handelt. Dementsprechend fehlen auch Angaben zu den ausführenden Baufirmen oder zur ARGE, wie sie in der Statistik der laufenden Tunnelprojekte enthalten sind.

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

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

3 Geplante Tunnel-sanierungen

Bei den alten Eisenbahntunneln stehen in zunehmendem Maße auch Teil- und Vollsaniierungen an. Diese Maßnahmen erfordern in der Regel ganz besondere organisatorische und logistische Überlegungen, vor allem, wenn sie bei laufendem Bahnbetrieb durchzuführen sind [6]. Beispiele bereits durchgeführter Vollsaniierungen sind der Frauenberger und der Kupferheck Tunnel auf der Nahestrecke Bingen–Saarbrücken sowie die Tunnel Langenau und Hollerich auf der Lahnstrecke Wetzlar–Niederlahnstein bei Nassau. Diese Strecken gingen in den Jahren 1860 bzw. 1862 in Betrieb. Neben den laufenden Grunds-

Bundesland	Tunnellängen Length [km]				Anteil Shares [%]
	ZUS	ZB	ZS	gesamt total	
BW Baden-Württemberg	5,744	46,638	46,608	98,990	39,3
BY Bayern	23,345	16,619	30,963	70,927	28,1
BE Berlin	0,000	0,000	2,585	2,585	1,0
BB Brandenburg	0,000	0,000	0,750	0,750	0,3
HB Bremen	0,000	0,000	2,181	2,181	0,9
HH Hamburg	0,000	0,000	1,450	1,450	0,6
HE Hessen	0,955	14,679	29,866	45,500	18,0
MV Mecklenburg-Vorpommern	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0
NI Niedersachsen	0,000	0,000	0,788	0,788	0,3
NRW Nordrhein-Westfalen	2,560	0,000	8,499	11,059	4,4
RP Rheinland-Pfalz	0,000	0,000	1,710	1,710	0,7
SL Saarland	0,000	0,000	1,400	1,400	0,6
SN Sachsen	0,000	0,000	0,300	0,300	0,1
ST Sachsen-Anhalt	0,000	0,000	0,457	0,457	0,2
SH Schleswig Holstein	0,000	0,000	13,668	13,668	5,4
TH Thüringen	0,000	0,000	0,385	0,385	0,2
Alle Bundesländer All Federal States	32,604	77,936	141,610	252,150	100,0

Tabelle 4: Regionale Zuordnung der zum Jahreswechsel 2012/13 projektierten Verkehrstunnel (künftiger Bedarf)

Table 4: Regional distribution of planned transportation tunnels (future requirement) at turn-of-the-year 2012/2013

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

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

nierungen/Profilerweiterungen über eine Gesamtlänge von derzeit etwa 4 km sollen in näherer Zukunft weitere knapp 13 km grundsaniert werden. Einzelheiten hierzu sind im Tabellenteil „ZGS“ zu-

sammengestellt. Kennzeichnung und Beschreibung der einzelnen Projekte entsprechen im Einzelnen den künftigen Neubauprojekten aus Tabelle 3. 

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

3 Tunnel Modernisation Plans

To an increasing extent, partial and complete refurbishing schemes are now being scheduled for existing rail tunnels. Generally speaking, such measures call for special organisational and logistical provisions, particularly if these projects are to be implemented without causing disruption to rail traffic [6]. Recent examples of this

are provided by the complete renovation of the Frauenberg and Kupferheck tunnels on the Nahe valley line between Bingen and Saarbrücken as well as the Langenau and Hollerich tunnels on the Lahn valley line between Wetzlar and Niederlahnstein at Nassau. These lines were opened back in 1860 and 1862 respectively. In the near future, comprehensive modernisation and/or –cross-sectional enlargement of no less than 13 km of tunnel is scheduled in addition to the 4 km already accomplished. Table Section “ZGS” contains the relevant details. The identification and description of the individual projects correspond to the future new construction projects found in Table 3. 

Literatur/References

- [1] <http://www.ita-aites.org>
- [2] Haack, A.: Tunnelbauvolumen in der Bundesrepublik Deutschland; Straßen- und Tiefbau 33 (1979) 10, S. 33-40
- [3] Haack, A.; Schäfer, M.: Tunnelbau in Deutschland: Statistik (2010/2011), Analyse und Ausblick; Tunnel 30 (2012) 8, S. 12-23
- [4] Aktuelle statistische Angaben des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung zum Tunnelbau im Zuge der Bundesfernstraßen (Stand Frühjahr 2013)
- [5] Unterirdisches Bauen Deutschland 2010 – Underground Construction Germany 2010; Hrsg. von der STUVA und dem Deutschen Ausschuss für unterirdisches Bauen e. V. (DAUB) zur STUVA-Tagung '09 in Hamburg, Dez. 2009
- [6] Sachstandsbericht „Sanierung von Eisenbahntunneln“; erstellt vom STUVA-Arbeitskreis „Tunnelsanierung“; Hrsg.: DB AG, ÖBB AG, SBB AG, STUVA e. V.; 1. Dez. 2011; Bauverlag BV GmbH, Güterloh

WORLDWIDE COMPETENCE IN PLASTICS



LINING SYSTEMS



TUNNELING



Entscheidungsmodelle bei der Ausstattung von Tunneln mit sicherheitstechnischen Anlagen

Teil 1: Rahmenbedingungen bei Verkehrstunneln

Die Festlegung der Ausstattung für einen Verkehrstunnel bedingt im Zuge der Planungsphase vielfältige Entscheidungen unter unterschiedlichsten Prämissen. Dazu gehören die Vorschriftenlage und hieraus sich ergebende minimale Sicherheitsanforderungen, die Gewährleistung eines störungsfreien Normalbetriebs, Fragen zu den Lebenszykluskosten des Bauwerks, Überlegungen zur Bauwerkssicherheit, Verfügbarkeit im Netz, unterschiedliche Betreibermodelle. Doch jedes Tunnelbauwerk ist ein Unikat – Erfahrungen aus anderen Projekten sind nur bedingt übertragbar. Gleichwohl lässt sich eine spezifische „Kultur der Entscheidungsfindung“ feststellen. Der zweiteilige Beitrag und ein Beispiel zeigen, welche Aspekte generell bei Tunnelbauwerken im Rahmen der Auswahl von sicherheitstechnischen Systemen eine Rolle spielen, wie diese durch ingenieurtechnische Gutachten beleuchtet und evaluiert werden können und wie man zu einer nachvollziehbaren sowie transparenten Entscheidungsfindung gelangen kann.

Einleitung

Die Festlegung der Ausstattung für einen Verkehrstunnel bedingt im Zuge der Planungsphase das Treffen vielfältiger Entscheidungen unter ganz unterschiedlichen Prämissen. Im Vordergrund steht die zum Verkehrsträger gehörende Vorschriftenlage und sich hieraus

Prof. Dr.-Ing. Markus Thewes, Lehrstuhlinhaber, **Dr.-Ing. Götz Vollmann**, Akademischer Rat, **Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Sissis Kamarianakis**, Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für Tunnelbau, Leitungsbau und Baubetrieb, Bochum/D, <http://www.ruhr-uni-bochum.de>
Dirk Sprakel, Geschäftsführer, **Dipl.-Ing. Tobias Hoffmann**, Sales-Engineer Tunnel Systems, FOGTEC Brandschutz GmbH & Co. KG, Köln/D, www.fogtec-international.com

ergebende Implikationen im Hinblick auf minimale Sicherheitsanforderungen (baulich wie betrieblich), sowie der Gewährleistung eines weitestge-

Decision Model for Furnishing Tunnels with safety technical Systems

Part 1: General Conditions for Transportation Tunnels

Determining the furnishing of a transportation tunnel involves manifold decisions under differing premises during the planning phase. This includes the valid regulations and the resultant minimal safety requirements, assuring disturbance-free normal operation, issues relating to the life cycle costs for the structure, structural safety considerations, network availability and different operator models. Every tunnel is essentially unique, however – findings obtained from other projects can only be applied in part. At the same time a specific “decision-reaching culture” can be observed. This 2-part report and an example reveal which aspects generally play a part for tunnels in conjunction with selecting safety technical systems, how these can be assessed and evaluated by expert opinion and how it is possible to arrive at plausible and transparent decisions.

Introduction

Determining the furnishing of a transportation tunnel involves manifold decisions under differing premises during the plan-

ning phase. This primarily relates to the regulations drawn up by the carrier and the resultant implications regarding minimal safety requirements (structural

hend störungsfreien Normalbetriebs. Zusätzlich rücken aber auch mehr und mehr Fragen bezüglich der Betriebs- und Instandhaltungskosten des Bauwerks über seinen Lebenszyklus hinweg in den Fokus, ergänzt um Überlegungen zur Bauwerkssicherheit und seiner Verfügbarkeit im Netz. Erschwerend hinzu kommt der Umstand, dass jedes Tunnelbauwerk ein Unikat darstellt und daher Erfahrungen aus vorhergehenden Projekten nur bedingt übertragen werden können. Dies gilt insbesondere für die Verfügbarkeit und deren Koppelung mit möglichen volkswirtschaftlichen Kosten bei Ausfall des Bauwerks. Weitere, die Vielfältigkeit des Prob-

lems unterstreichende Punkte sind in den unterschiedlichen Bauwerkstypen der verschiedenen Tunnel und den unterschiedlichen Betreibermodellen zu sehen, die mittlerweile in ganz Europa aber auch schon in Deutschland allein angegriffen werden können. Die Bandbreite reicht dabei von kurzen, kommunalen Tunneln, welche in offener Bauweise erstellt wurden, bis hin zu im Schildvortrieb aufgefahrene sehr langen Bauwerken, die als Mauttunnel für den Bahnverkehr betrieben werden, so wie dies beispielweise beim „Eurotunnel“ der Fall ist.

Gleichwohl lässt sich – spezifisch für das jeweilige Betreibermodell – eine gewisse

and operational) as well as the guarantee that normal operation can function as smoothly as possible. However, in addition, an increasing number of issues with regard to the operating and maintenance costs for the structure throughout its life cycle crop up, rounded off by considerations relating to structural safety and the network availability. This is made more complicated by the fact that every tunnel is unique so that consequently findings obtained from previous projects can only be applied to a limited extent. This applies especially to availability coupled with possible economic costs should the structure fail. Further aspects underlining just how complex the problem is can be seen from

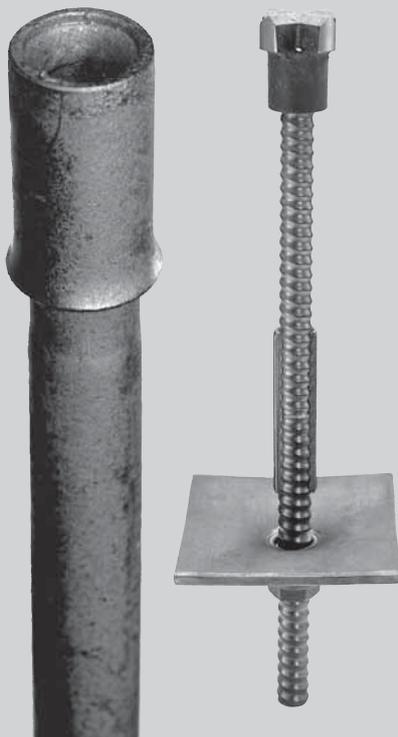
the different types of structure chosen for the different tunnels and the various operator models that in the meantime are to be encountered in Germany alone, quite apart from mentioning others throughout Europe. Here the scope ranges from short, communal tunnels, which were produced by cut-and-cover right up to shield-driven, extremely long structures, which are operated as toll tunnels for rail traffic as is the case e.g. with the Channel Tunnel.

At the same time, a certain “decision-making culture” is to be observed if one looks at the portfolio of selected and applied technical measures for structural safety, maintenance and operation. This raises the question as to

TUNNELLING + MINING

belloli

ANKER-SYSTEME



TRANSPORT-SYSTEME AUF SCHIENEN UND PNEUS



BELLOLI SA CH-6537 GRONO

Tel. ++41(0)91 820 38 88 - Fax ++41(0)91 820 38 80
info@belloli.ch - www.belloli.ch

„Kultur der Entscheidungsfindung“ feststellen, wenn man das Portfolio ausgewählter und verbauter technischer Maßnahmen für Bauwerkssicherheit, -erhalt und -betrieb betrachtet. Dies wirft die Frage auf, warum und wie verschiedene Betreiber zu unterschiedlichen Ansichten im Hinblick auf zu wählende Maßnahmen gelangen und welche Erkenntnisse bzw. Konsequenzen sich hieraus für andere Bauwerkstypen und Betreibermodelle ableiten lassen.

Im Zuge dieses zweiteiligen Artikels soll daher anhand von Sicherheitsbewertungen im Allgemeinen und von stationären Brandbekämpfungsanlagen (BBA) im Besonderen erläutert werden, welche Aspekte generell bei Tunnelbauwerken im Rahmen der Auswahl von technischen Systemen eine Rolle spielen können, wie diese Aspekte durch ingenieurtechnische Gutachten zu beleuchten und zu evaluieren sind und welche Möglichkeiten bestehen, aus der Vielzahl heterogener Einflussparameter zu einer nachvollziehbaren und transparenten Entscheidungsfindung bezüglich des Ausstattungslayouts zu gelangen. Am Beispiel einer Wassernebelanlage wird dabei zusätzlich gezeigt, wie spezielle Nachweise notwendig werden können, um eine objektivierte Entscheidungsfindung zu ermöglichen.

Rahmenbedingungen bei der Entscheidungsfindung

Wie bereits einleitend formuliert, sieht sich der Planer im Hinblick auf die Maßnahmenauswahl bzw. die Ausgestaltung des baulichen und technischen Layouts eines Bauwerks

mit einer Vielzahl unterschiedlicher Fragestellungen und verschiedenen Vorgehensweisen konfrontiert. Allgemein und ohne einen speziellen Fokus auf BBAs lassen sich die in dem Bild 1 dargestellten Aspekte bzw. Schutzziele zusammenfassen, die bei allen Bauwerken im Zuge der Sicherheitsbewertung theoretisch eine Rolle spielen. In Abhängigkeit von

why and how various operators arrive at different conclusions relating to the selected measures and which findings and consequences can be derived from them for other types of structure and operator models.

During the course of this 2-part article, it will be determined on the basis of safety provisions in general and fixed fire fighting systems (FFFS/BBA)



Schutzziele für Verkehrsinfrastrukturbauwerke vor dem Hintergrund der Ausstattungswahl

Protective aims for transportation infrastructure structures against the background of the choice of furnishings

den Randbedingungen (bspw. Bauwerkstyp, Verkehrsdichte, Verortung im Netz, Betreibermodell etc.) können diese Aspekte eine unterschiedliche Priorisierung in der Bewertung erfahren (Bild 1).

Diese Schutzziele können gleichzeitig als Kriterien definiert werden, anhand derer sich die Performance einer Ausstattungskonfiguration bewerten lässt. Die Durchführung eines solchen ingenieurtechnischen Entwurfs sei am Beispiel eines deutschen Straßentunnels skizzenhaft dargestellt.

in particular, which aspects can essentially play a role for tunnels within the scope of selecting technical systems, how these aspects are to be assessed and evaluated by engineering expert opinion and which possibilities exist for arriving at a plausible and transparent decision relating to the layout of the furnishings from a large number of heterogeneous parameters of influence. Furthermore, it will be displayed taking the example of a water mist system how special proof can be required for facilitating an objective decision-making.

General Conditions for Decision-Making

As initially formulated, the planner is confronted with a large number of different issues and various approaches with regard to the choice of measures and designing the structural and technical layout. Generally speaking and without specially focusing on FFFS, the aspects or protective aims displayed in Fig. 1 can be summed up which theoretically play a part for all structures with regard to safety evaluation. Depending on the general conditions (e.g. type of structure, traffic volume, location in network, operator model etc.) these aspects can be accorded different priorities in the evaluation.

These protective aims can at the same time be defined as criteria, on the basis of which the performance of a furnishing configuration can be evaluated. The execution of such an engineering technical design is presented in outline on the basis of a German road tunnel.

Structural Safety

The planner consults – apart from the regulations generally applying in Germany – first and foremost the ZTV-ING Part 5 [1], which contains specific demands relating to German road tunnels. On the basis of the fire curve that is found there and the related temperature-time course as well as other definitions – referring to concrete covering for instance etc. – normative parameters on the structural form for constructional fire protection are defined. In the case of a river crossing and the additional risk resulting from it (leaks following a fire incident can in such a case theoretically lead to considerable problems caused

Bauwerkssicherheit

Für Aspekte der baulichen Sicherheit konsultiert der Planer – neben den üblichen, in Deutschland geltenden Vorschriften – zunächst die ZTV-ING Teil 5 [1], in der für deutsche Straßentunnel spezifische Anforderungen hinterlegt sind. Anhand der dort zu findenden Brandkurve und des mit ihr einhergehenden Temperatur-Zeit-Verlaufs sowie sonstiger Definitionen – beispielsweise im Hinblick auf Betondeckung etc. – sind normative Vorgaben zur baulichen Durchbildung des konstruktiven Brandschutzes definiert. Im Falle einer Flussunterquerung und dem daraus resultierenden zusätzlichen Risiko (Leckagen nach einem Brandereignis können in einem solchen Fall theoretisch zu erheblichen Problemen durch Wassereintrich bis hin zum Bauwerksverlust führen) werden i.d.R. zusätzliche Maßnahmen zur Erhöhung der baulichen Sicherheit gefordert, beispielsweise durch die Anbringung passiven Brandschutzes.

Nutzersicherheit

Weiterhin muss der Planer mit seinem Entwurf den „Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln“ (RABT) [2] zum Erreichen des nutzerbezogenen Sicherheitsniveaus genügen. Durch das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) werden auf diese Weise Vorgaben formuliert, die einen reibungsfreien Normalbetrieb gewährleisten und – im Falle eines Unfalls und/oder Brandereignisses – eine Selbstrettung der Tunnelnutzer ermöglichen sollen. Hieraus ergeben sich auf präskriptivem

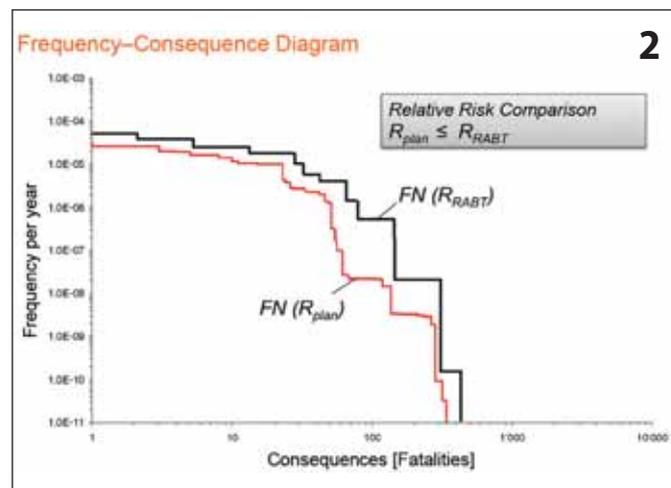
Weg Mindestanforderungen für die technische Grundausstattung, Lüftung etc. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich bauliche und nutzerspezifische Sicherheit gegenseitig beeinflussen können, da die Wahrung der Nutzersicherheit unter Umständen auch Einfluss auf die Querschnittsgestaltung hat – und umgekehrt. Als klas-

by ingressing water right up to losing the structure) additional measures are usually called for to enhance the structural safety, for example by integrating passive fire protection.

User Safety

Furthermore the planner's design must comply with the "Guidelines for Furnishing and Operat-

of these. The former then become a problem when a shield drive represents the optimal choice of tunnelling method owing to the geological general conditions, with the obligatory cross-sectional enlargement for the breakdown bays, however, leading to a technical and economic problem: a straightforward enlargement, as is customary in the case of trenchless structures, cannot be achieved without considerable effort or rather borders on what is technically feasible. Within the scope of driving the Fourth Bore for the Elbe Tunnel this led to the introduction of a special cross-section, the RQ 26 Tr, in the case of which a hard shoulder reduced in width, became a compromise solution for TBM drives. According to the RABT the safety of tunnel users has to be assured through a risk analysis or – should the required safety level not be complied with – the effectiveness of additional measures – under certain circumstances for instance, if the tunnel displays "special characteristics" or has to differ from the standard layout for structural reasons. This procedure is described as "performance-based proof". With the planner having to come up with more or less complex analyses and simulation results to obtain a final appraisal and furnishings conforming with the guidelines for the structure he is planning [B66 Report, Fig. 2 shows an exemplary F-N diagram resulting from such a quantitative risk analysis. In the case of which alternative furnishing configuration remains thus affording a higher safety level relating to the user risk below the furnishing configuration in keeping with RABT.

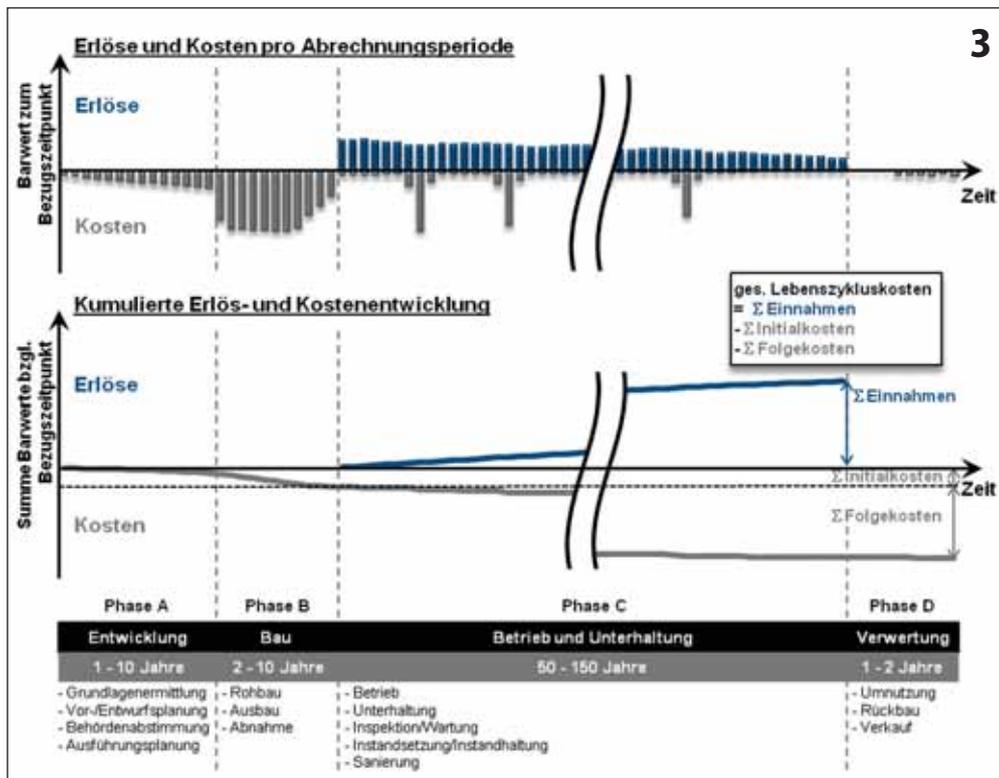


Vergleichende QRA-Untersuchung (F-N-Diagramm)

Comparative GRA study (F-H diagram)

sische Beispiele hierfür können Pannenbuchten oder Rauchabsaugungen genannt werden. Erstere werden dann zu einem Problem, wenn aufgrund der geologischen Randbedingungen des Tunnels ein Schildvortrieb die optimale Wahl des Vortriebsverfahrens darstellt, die obligatorische Querschnittsaufweitung im Bereich der Pannenbuchten aber zu einem technischen und wirtschaftlichen Problem führt: Eine einfache Aufweitung, so wie bei bergmännisch aufgefahrenen Bauwerken üblich, lässt sich nicht ohne erheblichen Aufwand bewerkstelligen bzw. grenzt an das technisch Machbare. Im Rahmen des Vortriebs der Vierten Röhre des Elbtunnels führte dies zur Einführung eines Sonderquerschnitts, des

ing Road Tunnels" (RABT) [2] to satisfy the user-related safety level. In this way, standards are formulated by the Federal Ministry for Transport, Building and Urban Development (BMVBS), which assure frictionless normal operation and – in the event of an accident and/or a fire incident – are designed to permit self-rescue of tunnel users. This results in minimal requirements being established for the basic technical furnishing, ventilation etc. It must be observed here that structural and user-specific safety can mutually influence one another as catering for user-specific safety can under certain circumstances also affect the cross-sectional design – and vice versa. Breakdown bays or smoke removal facilities can be cited as classical examples



Entwicklung von Lebenszykluskosten und möglichen Einnahmen eines Bauwerks über seine Lebensdauer [7]

Development of life cycle costs and possible revenues during a structure's life cycle [7]

RQ 26 Tr, bei dem ein in seiner Breite reduzierter Seitenstreifen als Kompromisslösung für TVM-Vortriebe eingeführt wurde. Unter gewissen Umständen, beispielsweise wenn der Tunnel „besondere Charakteristika“ aufweist oder aus baulichen Gründen vom Standardlayout abgewichen werden muss, ist gemäß den RABT die Sicherheit der Tunnelnutzer durch eine Risikoanalyse nachzuweisen, bzw. – bei Unterschreiten des geforderten Sicherheitsniveaus – die Effektivität von zusätzlichen Maßnahmen. Diese Vorgehensweise wird als „performancebasierter Nachweis“ bezeichnet, wobei der Planer nun mehr oder minder aufwendige Analysen und Simulationsergebnisse ins Verhältnis setzen muss, um eine finale Einschätzung und eine richtlinienkonforme Ausstattung seines zu planenden Bauwerks

zu erhalten [B66-Bericht]. Das Bild 2 zeigt ein exemplarisches Häufigkeits-Ausmaß-Diagramm (F-N-Diagramm) als Ergebnis einer solchen quantitativen Risikoanalyse, bei dem eine alternative Ausstattungskonfiguration im Hinblick auf das Nutzerrisiko unterhalb der Ausstattungskonfiguration nach RABT verbleibt und damit ein höheres Sicherheitslevel bietet.

Lebenszykluskosten für Bauwerk und Ausstattung

An die Bearbeitung der vorgenannten Aspekte schließt sich zumeist die Frage nach den Kosten für die in Betracht gezogenen Maßnahmen an: Welche initiale Investition ist für die jeweilige Maßnahme zu erwarten und welche Kosten werden durch sie, resultierend aus Wartung und Instandhaltung des Systems, über die Lebensdauer des Bauwerks generiert? Hierzu

Life Cycle Costs for Structure and Operation

The issue of the costs for the measures under consideration is usually linked to processing the above-mentioned aspects. Which initial investment is expected for the given measure and which costs will be generated during the life cycle of the structure resulting from repair and maintenance of the system? In this connection, the planner can resort to life cycle cost models (LCCM), which facilitate conclusions to be reached for the necessary follow-up costs thus allowing the cost-specific comparison between different layouts [3, 4]. Although no normative requirements actually exist in this respect, the underlying question relating to the structure's lasting economy is posed all the more often or rather it has to be proved ever more frequently by compre-

hensive analyses. This applies in particular with regard to comparing different variants both of a structural and technical nature. A technical solution, which for example suggests higher economy thanks to lower investment costs, can signify a financial disadvantage for the operator over the life cycle of a structure – for tunnels generally a life span of > 100 years. A case-related LCC analysis acts as control here thus supplying a concrete basis for decisions. In this connection, the planner must take into account that the individual components of the furnishing layout possess different life cycles, which furthermore are substantially less than that of the structure. As a consequence, all technical components must be replaced several times during the structure's life cycle. For some of these components the "Repayment Amount Computation Ordinance" (ABBV) published by the BMVBS provides pointers for the adoption of technical life cycles [5]. Regarding solutions that differ from the standard furnishing according to the RABT, such life cycles have to be obtained from the given manufacturer of the required technical components. The costs and receipts from a possible toll for the structure must also be included within the scope of the LCC calculations. Costs for toll tunnels for instance are incurred by insurance policies, by means of which the operator must secure the structure's financial risk vis-à-vis the investor. Revenues result from the toll itself and can only be generated providing the structure is available to be utilized. Fig. 3 displays exemplarily the situation arising from receipts and costs during the structure's life cycle.

kann der Planer Lebenszyklus-kostenmodelle (LZK-Modelle) verwenden, die Aufschluss über notwendige Investitionen und die zu erwartenden Folgekosten ermöglichen und so den kostenspezifischen Vergleich zwischen verschiedenen Layouts gestatten [3, 4]. Obgleich bislang keine normativen Forderungen hierzu existieren, wird die hierbei unterlegte Fragestellung nach der dauerhaften Wirtschaftlichkeit des Bauwerks immer öfter gestellt bzw. ist diese immer öfter durch umfassende Analysen nachzuweisen. Dies gilt insbesondere im Hinblick auf den Vergleich von verschiedenen Varianten, sowohl baulicher als auch technischer Art. Eine technische Lösung, die beispielsweise aufgrund geringerer Investitionskosten eine höhere Wirtschaftlichkeit suggeriert, kann über den Lebenszyklus des Bauwerks – bei Tunneln i.d.R. eine Zeitspanne > 100 Jahre – einen finanziellen Nachteil für den Betreiber bedeuten. Eine fallbezogene LZK-Analyse ermöglicht hier eine Kontrolle und liefert somit eine konkrete Entscheidungsbasis. Dabei muss der Planer berücksichtigen, dass die einzelnen Komponenten des Ausstattungslayouts unterschiedliche Lebensdauern aufweisen, die zudem jene des Bauwerks zum Teil deutlich unterschreiten. Über den Lebenszyklus des Bauwerks hinweg müssen demzufolge alle technischen Komponenten mehrfach ausgetauscht werden. Für einige dieser Komponenten liefert die „Ablösungsbeträge-Berechnungsverordnung“ (ABBV), herausgegeben durch das BMVBS, Hinweise für die Annahme von technischen

Lebensdauern [5]. Bei von der Standardausstattung gemäß RABT abweichenden Lösungen sind diese Lebensdauern bei dem jeweiligen Hersteller der betreffenden technischen Komponente zu erfragen.

Im Rahmen der LZK-Berechnungen sind ebenfalls Kosten und Einnahmen einer eventuellen Bauwerksmaut zu verorten. Kosten für die Mauttunnel entstehen beispielsweise durch Versicherungen, mit denen der Betreiber gegenüber dem Investor das Finanzierungsrisiko des Bauwerks absichern muss. Einnahmen entstehen aus der Maut selbst und können nur dann generiert werden, wenn das Bauwerk gebrauchstauglich und verfügbar ist. Das Bild 3 verdeutlicht exemplarisch die Situation aus Einnahmen und Ausgaben über den Lebenszyklus des Bauwerks hinweg.

Unschärfen in der Betrachtung resultieren naturgemäß aus der Unkenntnis im Jetzt über künftige Preis-, Zins- und sonstige Kapitalmarktentwicklungen sowie über mögliche Änderungen bei normativen Vorgaben, die dann wiederum in notwendigen Änderungen des Ausstattungslayouts münden könnten.

Lage und Verfügbarkeit im Netz

Eine bislang vielfach weitestgehend unberücksichtigte Fragestellung befasst sich mit der Lage eines Bauwerks im infrastrukturellen Netzausschnitt und seiner Verfügbarkeit sowie resultierenden Kosten für Betreiber und die Allgemeinheit, sollte das Bauwerk ausfallen. Kommt es beispielsweise zu einem Brand in einem Tunnel, so fällt dieser im Nachgang

Unclarities in this assessment naturally result from being unaware of future price, interest and other capital market developments as well as possible alterations to normative requirements, which could for their part, culminate in necessary changes to the furnishing layout.

Location and Availability in the Network

An issue, which has largely been neglected up to this point, relates to the location of the structure in the infrastructural network section and its availability as well as the resultant costs for the operator and the general public, should the structure fail. For example if there is a fire in a tunnel, this subsequently becomes

unavailable in the network for a certain period as maintenance and/or repair work or at the very least cleaning work has to be carried out on the tunnel walls. This on the one hand results in direct costs for the operator (spent on the work in hand). But can however, signify high indirect costs as well for the general public: should the structure be closed, this means added travelling time for potential tunnel users, resulting from the longer route to be covered through by-passing the structure and additional tail-back times on account of possible alternative routes being overcrowded [6]. Investigations pertaining to the structure's fire resistance are on the one hand determining in conjunction with



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**

für einen gewissen Zeitraum im Netz unweigerlich aus, da Instandsetzungs- und/oder Reparaturarbeiten, mindestens aber Reinigungsarbeiten an der Tunnellaibung anfallen. Dies erzeugt zum einen direkte Kosten für den Betreiber (Aufwendungen für die anstehenden Arbeiten), kann zugleich aber auch hohe indirekte Kosten für die Allgemeinheit nach sich ziehen: Fällt das Bauwerk aus, so entstehen Mehrreisezeiten für die potenziellen Tunnelnutzer, resultierend aus der größeren Fahrtstrecke bei Umfahrung des Bauwerks und zusätzlichen Stauzeiten wegen Überlastung möglicher Bypassrouten [6]. Entscheidend bei diesen Fragestellungen sind zum einen Untersuchungen zur Brandresistenz des Bauwerks: Eine mögliche Ausfalldauer korreliert direkt mit der potenziellen Schädigung des Bauwerks durch ein Brandereignis. Dabei ist zu beachten, dass die Vorgaben der ZTV-ING und der RABT keine Ausfallgrenzen für ein Bauwerk definieren, sondern ausschließlich einen baulichen Brandschutz und die Möglichkeit zur Selbstrettung der Tunnelnutzer im Brandfall sicherstellen. Demnach kann auch ein Brandereignis, welches nicht direkt zu einem strukturellen Versagen führt, Schäden erzeugen, die einen längeren Ausfall nach sich ziehen und damit hohe Kosten verursachen. Aktuellstes Beispiel hierzu ist der Brand am Tunnel „Königshainer Berge“, der seit Juni dieses Jahres zu einer Sperrung geführt hat (die voraussichtlich noch bis Ende des Jahres andauern wird) und auf Betreiberseite hohen Aufwand für die Entfernung von Ruß und die Reinigung der

Betriebstechnik erzeugt. Ingenieurmäßig mehr oder minder grob abgeschätzt werden können hier die Dauer eines Ausfalls und mögliche Kosten für die Sanierung. Gerade die Dauer eines Ausfalls ist für Mauttunnel und die korrespondierenden LZK-Berechnungen ein wichtiger Parameter, da Mautausfälle und somit finanzieller Schaden hieran konkret abgelesen werden können. Zudem ist die Mehrreisezeit zu erfassen, die pro Ausfalltag im betreffenden Netzausschnitt zu erwarten ist. Moderne Verkehrsmodelle liefern hier Möglichkeiten zur Abschätzung solcher Reisezeitverlängerungen (Bild 4), die dann in Verbindung mit dem zu erwartenden Ausfall des Bauwerks in volkswirtschaftliche Kosten umgerechnet werden können.

Sonstige Aspekte

Als „Sonstige Aspekte“ lassen sich der Vollständigkeit halber alle weiteren weichen Kriterien zusammenfassen, die zwar nicht genauer quantifiziert werden können und auch qualitativ nur schwer abzuschätzen sind, die jedoch einen Einfluss auf die Entscheidungsfindung haben können. Dies gilt beispielsweise für die Symbolik eines Bauwerks, also seine Bedeutung für die Gesellschaft in einem ideellen Sinne, die einen höheren Schutz bzw. ein höheres Sicherheitslevel unter Umständen rechtfertigt. Im weiteren Verlauf dieser Veröffentlichung wird dieser Aspekt jedoch nicht weiter betrachtet.

Fallbeispiel New Tyne Crossing, England

Beschreibung

Die beiden Tunnel des „New Tyne Crossing“ bilden eine Stra-

these issues: a possible closure period directly correlates with the structure's potential damage from the fire incident. It should be observed here that the ZTV-ING and the RABT requirements do not define any closure limits for a structure but solely relate to structural fire protection and the possibility of self-rescue of tunnel users in the event of fire. Accordingly, a fire incident, which does not directly lead to structural failure, can cause damage, resulting in a lengthy closure period and in turn, high costs. The most recent example concerns the fire at the „Königshainer Berg“ Tunnel, which has been closed since June this year (which will probably last until the end of the year) thus culminating in a high outlay for the operator for removing soot and cleansing the technical equipment. In engineering terms the possible duration of closure and possible costs for redevelopment can be more or less roughly predicted in this case. The duration of closure for a toll tunnel in particular and the corresponding LCC calculations represent important parameters as a lack of toll receipts and in turn financial damage can be directly derived from this. In addition, the added travelling time must be worked out, which can be anticipated in the affected network section per day lost. Modern traffic models provide possibilities here to estimate such additions to travelling time (Fig. 4), which can be worked out in terms of costs to the economy in conjunction with the anticipated closure of the structure.

Other Aspects

In order to round things off, all further criteria are summed up as „Other Aspects“, which

although they cannot be more closely quantified and are hard to assess qualitatively, do exert an influence on reaching decisions. This applies for instance to the structure's symbolism, in other words its significance for society in an ideal sense, which justifies greater protection or a higher level of safety. However, this aspect will be disregarded during the course of this report.

Case Example New Tyne Crossing, England

Description

The 2 „New Tyne Crossing“ tunnels form a road link between the banks of the River Tyne in Newcastle, north England. The older of these 2 tunnels was opened back in 1967 and redeveloped in 2010 after the new, second tunnel was opened. Since the complete structure was reopened in spring 2012, a system comprising 2-lane, unidirectional toll tunnels has been in operation.

Financial issues – above all with regard to the structure's availability – led to an intensive discussion on the possible installation of passive or active fire protection systems to augment the safety level. Furthermore the integration of a FFFS was contemplated, leading to controversies among the members of the commission set up to decide the matter. This eventually culminated in resorting to an external group of experts, which was commissioned to evaluate the rival approaches. During the course of this evaluation, the commission weighed up the pros and cons of a FFFS compared to other systems against the background of the general conditions described in the previous section [9]

Benverbindung zwischen den Ufern des Flusses Tyne in Newcastle, Nordengland. Der ältere der beiden Tunnel wurde bereits im Jahr 1967 eröffnet und nach Freigabe des neuen, zweiten Tunnels im Jahr 2010 saniert. Seit Wiedereröffnung des Bauwerks im Frühjahr 2012 steht so ein System aus zweispurigen, mautpflichtigen Richtungsverkehrstunneln in Betrieb.

Finanzielle Fragen – vor allem im Hinblick auf die Verfügbarkeit des Bauwerks – führten zu einer intensiven Diskussion über den möglichen Einbau passiver oder aktiver Brandschutzsysteme zur Steigerung des Sicherheitsniveaus. Zusätzlich wurde der Einbau einer stationären BBA erwogen, der unter den Mitgliedern der mit der Entscheidung betrauten Kommission zu einer kontroversen Diskussion führte. Diese mündete schließlich in der Hinzunahme eines externen Expertengremiums, das mit der Evaluierung der konkurrierenden Ansätze beauftragt wurde. Im Zuge dieser Evaluierung betrachtete das Gremium vor dem Hintergrund der im vorhergehenden Abschnitt geschilderten Rahmenbedingungen die möglichen Vor- oder Nachteile einer Lösung mit BBA im Vergleich zu anderen Systemen [9].

Methodik

Den Empfehlungen der World Road Association (PIARC) folgend, führte die Expertengruppe neben einer Machbarkeitsstudie und der obligatorischen quantitativen Risikoanalyse gemäß der europäischen Richtlinie 2004/54/EC auch eine Kosten-Nutzen-Analyse für den Einsatz einer BBA durch. Unter

Berücksichtigung von im Hinblick auf Größe und Häufigkeit wahrscheinlicher Brandereignisse – die zugrundeliegende probabilistische Basis wurde durch Analyse von am Tyne Crossing aufgetretenen Ereignissen und weltweiter Betrachtungen aufgesetzt – konnten Eingangsgrößen für

Adopted Approach

In keeping with the recommendations of the World Road Association (PIARC), the group of experts undertook a cost-benefit analysis for applying a FFFS in addition to a feasibility study and the obligatory quantitative risk analysis in keeping with European Guideline 2004/54/EC.

Taking probability distributed fire incidents classified according to size and frequency into consideration, founded on a probabilistic basis, starting parameters were obtained for the benefit analysis by analyzing incidents that occurred at the Tyne Crossing and observations worldwide. The extent of each



VISIC100SF: MODERNIZES MEASUREMENT PERFORMANCE FOR TUNNEL AIR QUALITY

THIS IS SICK

Sensor Intelligence.

Scattered light for visibility: VISIC100SF measures accurately and reliably, is simple to install, compact with a small foot-print and is easy to handle without the need for adjustment. Trouble-free operation – no wear and tear parts. Operational safety with SIL1, IP 6K9K. This sensor is just getting started where others leave off, with fog correction. VISIC100SF also senses CO and NO. Scattered light and electrochemical cell – two measurement principles in a single compact device. Perfectly combined and always up-to-date. We think that's intelligent. www.sick.com/visic100sf

die Nutzenanalyse ermittelt werden: Dem Ausmaß eines Ereignisses wurde der potenzielle Nutzen einer BBA gegenübergestellt. Als zentralen Nutzen definierten die Experten dabei

- die potenzielle Zahl geretteter Verkehrsteilnehmer, wobei durch eine Monetarisierung dieser Zahlen jedem Geretteten eine konkrete Summe als Nutzen zugewiesen wurde,
- die Reduktion der Instandsetzungskosten nach einem Brandereignis und
- die Reduktion von Reisezeitverlängerungen bei Bauwerksausfall umgerechnet auf reduzierte volkswirtschaftliche Kosten.

Diese Nutzen-Kriterien wurden dann auf eine gemeinsame Kostenbasis indiziert, wobei eine Monte-Carlo-Simulation zufallsverteilte Eingangsparameter für die Berechnung zur Verfügung stellte. Durch die Monetarisierung aller Nutzenkriterien und Bezug auf eine gemeinsame Basis – eingesparte monetäre Mittel für die Volkswirtschaft – erfolgte praktisch eine paritätische Wichtung aller Kriterien im Rahmen der Analyse.

Der verwendete Bewertungszeitraum von 60 Jahren stellte hierbei einen Kompromiss zwischen der vorgesehenen Lebensdauer des Tunnelbauwerks (~120 Jahre) und jener der BBA (~15 bis 20 Jahre) dar. Eine Vergleichsrechnung mit einer von dieser Konstellation abweichenden Parameterkombination (bspw. mit anderen Bewertungszeiträumen oder unterschiedlichen Priorisierungen bei einzelnen Kriteri-

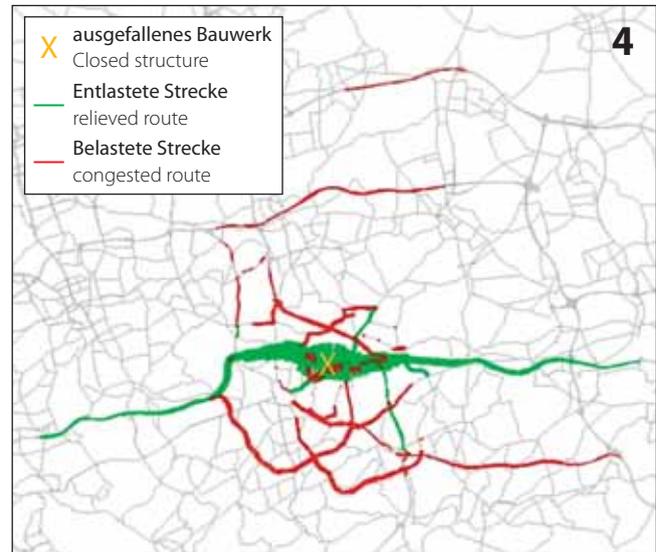
en) wurde leider nicht durchgeführt, bzw. es sind solche Berechnungen in der zu dieser Analyse verfügbaren Literatur nicht dargestellt.

Ergebnis

Mit einer Wahrscheinlichkeit von 62 % bietet gemäß der Analyse eine BBA der Betreiber-gesellschaft einen monetären Netto-Nutzen mit einem mittleren Nutzen-Kosten-Verhältnis von 1,27. Dies bedeutet, dass für jeden investierten Euro die BBA wahrscheinlich 1,27 € wirtschaftlichen Nutzen für die Gesellschaft bringt. Unter Berücksichtigung dieses Netto-Nutzens wurde empfohlen, eine BBA in den New Tyne Tunneln zu installieren, was der Baulastträger in der Folge auch umsetzte. Für weiterführende Erörterungen zur Methodik der Analyse und zu ihrem Ergebnis verweisen die Autoren auf [9].

Fazit Teil 1

Wie ganz allgemein und konkret am Beispiel des Tunnels „New Tyne Crossing“ gezeigt, stellt die Evaluierung und Auswahl von geeigneten Ausstattungs-layouts Bauherren und Planer unter Umständen vor ein nicht unerhebliches Problem: Zum einen nimmt die Komplexität der Entscheidungssituation aufgrund einer wachsenden Zahl von Einflusskriterien zu. Zum anderen werden durch verschiedene Entscheider möglicherweise jeweils andere Kriterien priorisiert und in den Vordergrund der Betrachtung gestellt. Auf Basis der Faktenlage ist es theoretisch möglich, dass Entscheider zu unterschiedlichen Einschätzungen gelangen. Dabei zeigt sich jedoch, dass eine solche Entscheidung a) möglich und b) unter Umständen ange-



Belastungsdifferenzen innerhalb eines Netzteilabschnitts durch Wegfall eines Bauwerks [8]

Load differences within a network section on account of a structure being closed [8]

incident was compared with the potential benefit of a FFFA. In this connection, the experts defined the following as central benefits:

- The potential number of motorists saved, with every person saved being accorded a concrete sum as benefit through monetarizing these figures,
- Reduction of the maintenance costs following a fire incident and
- Reducing travelling time extensions in the event of closure of the structure worked out as reduced economic costs.

These benefit criteria were then indexed on a uniform cost basis, with a Monte Carlo simulation making random starting parameters available for the computational process. By monetarizing all benefit criteria and related to a uniform basis – saved monetary capital for the economy – practically equal weighting of all criteria took place within the framework of the analysis.

The applied evaluation period of 60 years represented a

compromise between the prescribed life cycle of the tunnel (~120 years) and that of the FFFS (~15 to 20 years). A comparative calculation with a combination of parameters (for instance using other evaluation periods or varying priorities for individual criteria) diverging from this constellation was unfortunately not undertaken or rather such calculations are not presented in the literature available for this analysis.

Result

According to the analysis, with a probability of 62 % a FFFS offers the operating company a monetary net benefit with an average benefit-cost ratio of 1.27. This signifies that for every invested euro the FFFS probably provides € 1.27 of economic benefit for the company. Taking this net benefit into account, it was recommended that a FFFS should be installed in the New Tyne Tunnels, which the responsible authorities subsequently accomplished. The authors refer to [9] for further

zeigt ist. Dies gilt dann, wenn durch den möglichen Ausfall des Bauwerks volkswirtschaftliche Kosten erwartet werden müssen, die in ihrem Umfang nicht toleriert werden können oder sollen.

Im zweiten Teil stellen die Autoren ein Bewertungsmodell vor, das im Zuge des vom Bundesministerium für Wirtschaft (BMWi) geförderten Projekts „Safety of Life in Tunnels – 2“ (SOLIT²) am Lehrstuhl für Tunnelbau, Leitungsba

und Baubetrieb der Ruhr-Universität Bochum entwickelt wurde. Es ermöglicht eine geführte und transparente Entscheidungsfindung unter Berücksichtigung der benannten Rahmenbedingungen und Kriterien. Am Beispiel einer BBA wird dabei exemplarisch aufgezeigt, wie die Effizienz von konkurrierenden Ausstattungsvarianten auf transparente und nachvollziehbare Weise vergleichend beurteilt werden kann. 

explanations relating to the methods applied for the analysis and the results.

Conclusion Part 1

As is shown quite generally and specifically with regard to the “New Tyne Crossing” tunnels, the evaluation and selection of suitable furnishing layouts possibly see clients and planners faced with a not inconsiderable problem: on the one hand the complexity of the decision-making situation increases owing to a

growing number of influencing criteria. Secondly, other criteria are possibly accorded priority by different decision-makers and focused on. On the basis of the facts, it is theoretically possible that decision-makers reach different conclusions. However in this connection it is shown that such a decision is a) possible and b) basically appropriate. This then applies when economic costs must be anticipated through the possible closure of the structure, which cannot or should not be tolerated to such an extent.

In Part II, the authors present the evaluation model, which was developed at the Institute for Tunnelling and Construction Management at the Ruhr University Bochum in conjunction with the “Safety of Life in Tunnels – 2” (SOLIT²) project sponsored by the Federal Economics Ministry (BMWi). It enables decisions to be reached in a controlled and transparent manner taking the cited general conditions and criteria into consideration. Taking the example of a FFFS it is thus shown exemplarily how the efficiency of rival furnishing variants can be comparatively appraised in a transparent and plausible fashion. 

Literaturverzeichnis/References

- [1] Bundesanstalt für Straßenwesen: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING), Teil 5 Tunnelbau. Verkehrsblatt-Verlag, Dortmund, 2007
- [2] Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln – RABT, Ausgabe 2006, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln
- [3] Vogt, P.; Thewes, M.: The Calculation of Life-cycle Costs for Road Tunnels under the Influence of Uncertainties. In: Proceedings of the Third International Symposium on Life-Cycle Civil Engineering (IALCCE 2012), Vienna, 3-6 October 2012, Life-cycle and Sustainability of Civil Infrastructure Systems, Taylor & Francis Group, pp. 1036-1043.
- [4] Thewes, M.; Schwarz, J.; Engelhardt, S.; Vogt, P.: Lebenszykluskostenanalyse als Ansatz für die ökonomische Optimierung von Tunnelbauwerken. In: Forschung + Praxis 45, Tagungsband zur STUVA-Tagung 2013, Bauverlag, Gütersloh, 2013, S. 241-246.
- [5] Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung: Verordnung zur Berechnung von Ablösungsbeträgen nach dem Eisenbahnkreuzungsgesetz, dem Bundesfernstraßengesetz und dem Bundeswasserstraßengesetz (Ablösungsbeträge-Berechnungsverordnung – ABBV). In: Bundesgesetzblatt Teil I Nr. 35. Bonn: Bundesanzeiger Verlag, 2010, S. 856-871
- [6] Walther, C.: Verkehrliche Auswirkungen von Brücken- und Tunnelausfällen am Beispiel der Brücke A57 bei Dormagen. In: Tagungsband „Tunnelsymposium 2013“, Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Bergisch Gladbach, 2013
- [7] Vogt, P.: Modell für die Lebenszykluskostenanalyse von Straßentunneln unter Beachtung technischer und finanzieller Unsicherheiten. Dissertation, Ruhr-Universität Bochum, Fakultät für Bau- und Umweltingenieurwissenschaften, 2013
- [8] Vollmann, G.; Heimbecher, F.; Thewes, M.: Ganzheitlicher Ansatz zur Bewertung der Sicherheit von Straßentunneln: Methoden und Beispiele für Bauwerks- und Nutzersicherheit. In: Forschung + Praxis 44, Tagungsband zur STUVA Tagung 2011, Bauverlag, Gütersloh, 2011, S. 106-110.
- [9] Tarada, F.; Chan, E.: Crossing Points. International Journal of Fire Risk. Management, pp 2-5, 03/2009

 **krampeharex**[®]

Fasern | Fibres | Strahlmittel | Abrasives

Stahl- und Kunststofffasern

Für den sicheren Tunnelbau

Tunnelbau

Deutschland

5. Internationales Tunnelforum und Vollübung für die Sicherheit im City-Tunnel in Leipzig

Der City-Tunnel unter der Leipziger Innenstadt steht kurz vor der Inbetriebnahme (Bild 1). Anlässlich einer Brandschutz-Vollübung bot die Drägerwerk AG & Co. KGaA am 4. und 5. September 2013 mit dem 5. Internationalen Tunnelforum (Bild 2) Fachleuten aus dem In- und Ausland ein vielseitiges und interessantes Vortragsprogramm zum Thema Tunnelsicherheit. Nach der Begrüßung durch Werner Heitmann von Dräger wurde mit den Vorträgen ein weiter Bogen von sicherheitstechnischen, organisatorischen und bautechnischen Aspekten bis zur praktischen Umsetzung der Erfahrungen und Erkenntnisse in Form der Vollübung gespannt. Dieser Beitrag greift einige der behandelten Aspekte auf.

Augenzeugenbericht

Peter Tonner, Professor am Klinikum Links der Weser in

Bremen und Sachverständiger für den ICE-Unfall in Eschede, schilderte eindrucksvoll seine Erlebnisse in dem ICE, der am 26. April 2008 auf der Fahrt von Hamburg nach München im Landrückentunnel mit einer verirrt Schafherde kollidierte. Bei dem Unfall wurden 22 Personen schwer und 17 leicht verletzt. Der Sachschaden am ICE und den Bahnanlagen betrug über 10 Mio. EUR. Tonner beschrieb, wie er von seinem Sitz zwischen die Bänke geschleudert wurde, weil der ganze Zug stark vibrierte. Den durch das Rutschen des Zugs über das Schotterbett verursachten Funkenflug und Staub habe er zunächst für Feuer gehalten. In dieser Situation habe er schon mit seinem Leben abgeschlossen. Die Tunnelwandung habe aber das Umstürzen der Wagen verhindert. Als der Zug stand, hätten sich die meisten Fahrgäste aus

Germany

5th International Tunnel Forum and Safety Drill for the Leipzig City Tunnel

The City Tunnel beneath downtown Leipzig will shortly be opened (Fig. 1). On the occasion of a full-scale fire protection drill, the Drägerwerk AG & Co. KGaA provided a varied and interesting programme of lectures on tunnel safety on Sept. 4 + 5, 2013 with the 5th International Tunnel Forum for experts from home and abroad (Fig. 2). After a welcoming address by Werner Heitmann from Dräger a wide range of papers was presented in conjunction with the full-scale drill dealing with safety-technical, organizational and structural aspects right up to practical application of the findings and recognitions. This report tackles a number of the aspects that were dealt with.

Eye-Witness Account

Peter Tonner, professor at the Links der Weser Clinic in Bremen and expert for the ICE accident at Eschede gave an impressive

account of his experiences in the ICE, which collided with a stray flock of sheep in the Landrückentunnel on April 26, 2008 on the journey from Hamburg to Munich. 22 persons were seriously and 17 slightly injured in the incident. The damage caused to the ICE and the rail installations amounted to more than 10 million euros. Tonner reported how he was hurled from his seat to the floor when the whole train began to vibrate. Initially he believed there was fire due to the hail of sparks and dust caused by the train sliding over the superstructure. He thought his last hour had come. The tunnel wall prevented the carriages from overturning. When the train came to a halt most passengers were able to get out of the train. They decided on escaping through the dark tunnel towards the north portal. After walking for about an hour, there they came across the emergency forces still getting their act together. A rescue train, which should basically have been available as soon as possible to assist in keeping with the rescue concept, first arrived at the scene hours later. Peter Tonner has resumed using the ICE but is now far more prepared for unexpected incidents and pays more attention to safety instructions than he used to do.

Human Behaviour – most neglected Factor when an Accident occurs

Yoel Donchin, professor at the Hadassah Medical Center in Jerusalem and responsible for strat-



City-Tunnel Leipzig – Bahnsteig der Station Hauptbahnhof, September 2013

Leipzig City Tunnel – central railway station, September 2013



Dräger

Internationales Tunnelforum in Leipzig – Fachausstellung
5th International Tunnel Forum in Leipzig – exhibition

dem Zug befreien können. Sie entschieden sich für die Flucht durch den dunklen Tunnel in Richtung Nordportal. Nach einer Stunde Fußweg trafen sie dort die Einsatzkräfte noch in der Orientierungsphase an. Ein Rettungszug, der gemäß Rettungskonzept schnellstmöglich für die Bergung hätte verfügbar sein sollen, kam erst Stunden später an der Unglücksstelle an. Peter Tonner reist heute wieder im ICE, ist aber viel mehr auf unerwartete Wendungen gefasst und widmet den Sicherheitshinweisen viel mehr Aufmerksamkeit als früher.

Menschliches Verhalten – vernachlässigter Faktor bei Katastrophenentstehung

Yoel Donchin, Professor am Hadassah Medical Center in Jerusalem und verantwortlich für Strategie und Qualitätswesen, zeigte auf, wie der Mensch selbst zur Entstehung einer Katastrophe beiträgt und dieses Verhalten bei der Planung des Katastrophenschutzes berücksichtigt werden kann. Anhand optischer Täuschungen vermittelte er einen Eindruck davon, wie schnell sich der

Mensch auf eine ihm angenehme Interpretation festlegt. Besonders bei überraschenden und völlig unerwarteten plötzlichen Veränderungen neigen Menschen dazu, Informationen unbewusst so auszuwählen, zu suchen und zu interpretieren, dass sie die eigene subjektiv-positive Erwartungshaltung erfüllen. Dies gilt auch im Katastrophenfall und für Rettungskräfte und Mitarbeiter in den Einsatzzentralen. Yoel Donchin verdeutlichte dieses Verhalten äußerst plakativ mit Videoaufnahmen. Beim Tsunami in Thailand wird die dem Betrachter bekannte Gefahr angesichts der scheinbar ruhigen Wasseroberfläche zunächst überhaupt nicht wahrgenommen – sie wird den Betroffenen offenbar erst bewusst, als sie mit dem Auftreffen der Welle auf die Küste einen Bezugspunkt für deren Kraft haben. Ähnlich überrascht wirkt in der zweiten Videosequenz das Bedienungspersonal des Kernkraftwerks Tschernobyl beim Beginn der dortigen Katastrophe.

Im Katastrophenfall sind – nicht zuletzt wegen der Unübersichtlichkeit der Situation – Einsatz- und Rettungskräfte

egy and quality control, revealed how man himself contributes to a catastrophe taking place and how this behaviour can be taken into account for planning to prevent disasters. By means of optical illusions he provided an indication of how quickly man accepts a convenient interpretation. Particularly regarding surprising and completely unexpected sudden changes people tend to subconsciously select, seek and interpret information in such a way that it fulfils their own subjective-positive expectations. This also applies in the event of catastrophes and for emergency services and those working in the control centres. Donchin backed this behaviour up most strikingly by means of

video recordings. During the tsunami in Thailand the danger recognized by the observer is initially not recognized at all on account of the apparent calm water surface – evidently those affected first recognize this when the waves smash against the shore providing a reference point for their strength. In the second video sequence, the operating staff at the Chernobyl nuclear power plant show themselves to be similarly surprised when the ensuing catastrophe begins there.

In the event of a catastrophe, the service and emergency staff are often incapable of selecting the correct approach from the mass of information – mainly because they cannot interpret



Sicher. Dauerhaft.

Massgeschneiderte Lösungen für Sicherheitstore im Bahn- und Strassentunnelbau

Die riesigen Spurwechsellöre im Gotthard Basistunnel müssen extremen Belastungen standhalten und höchste Ansprüche an Sicherheit und Dauerhaftigkeit erfüllen. Über 700 Türen und Tore von Elkuch Bator werden nach Betriebsaufnahme des Weltrekordtunnels für die Sicherheit von Menschen und Gütern sorgen.

Zur Sicherheit – Elkuch Bator.



ELKUCH BATOR

ELKUCH BATOR AG | CH-3360 Herzogenbuchsee | T +41 62 956 20 50 | elkuch-bator@elkuch.com | www.elkuch.com

häufig überfordert, aus der Informationsvielfalt schnell die richtige Auswahl zu treffen. Bei der Gestaltung von Einsatzzentralen, der Entwicklung von Rettungskonzepten und in der Ausbildung werden die Erkenntnisse über die Resilienz der Menschen – die Fähigkeit, schwierige Lebenssituationen ohne anhaltende Beeinträchtigung zu überstehen – kaum berücksichtigt. Für die Anlagentechnik und die Betriebs- und Überwachungseinrichtungen empfiehlt Yoel Donchin, die Anzeige von Betriebsdaten und anderen Informationen im Ereignisfall automatisch sinnvoll einzuschränken. Besondere Bedeutung misst er dem Training der Rettungskräfte durch entsprechende Einsatz- und Rettungsübungen bei. Einfache Spielzeugmodelle helfen, unübersichtliche Situationen zu durchschauen.

Risikopotenzial in Verkehrstunneln

Mit dem Risikopotenzial bei Tunnelbränden befasste sich Christian Brauner von der schweizerischen International Fire Academy. Er schätzte die zukünftige Entwicklung von Tunnelbränden ab und leitete daraus Konsequenzen für Brandbekämpfung und Rettungsmaßnahmen ab. Er erläuterte, dass die meisten Brände U-Bahnen betreffen, bemängelte aber, dass keine vollständige Statistik über Tunnelbrände existiere. Im Fokus der Betrachtung stehen ganz eindeutig Großereignisse, also einzelne Unglücksfälle. Als maßgebliche Faktoren für die Tragweite von Schadensfällen benannte Christian Brauner die Risikolast, die Ereignisbewältigung mit Selbstrettung,

die Konzeption von Fluchtwegen und Lüftung sowie die Schadenbewältigung. Vorrangig müsse verhindert werden, dass aus kleinen Bränden große werden. Tunnel seien nicht grundsätzlich sicher, es komme vielmehr auf das richtige Verhalten darin an. Tunnelsicherheit gelinge nur gemeinsam: Beginnend bei Konstruktion und Bau, müssten Kommunikationsdefizite zwischen den Beteiligten – Betreiber, Feuerwehr, Rettungskräften und kommunalen Organen – und den Nutzern minimiert werden. Insbesondere die Aussagen zur Statistik wurden lebhaft diskutiert.

Brandbekämpfung

Roland Leucker, Geschäftsführer der STUVA e. V., berichtete über Großbrandversuche im Rahmen des SOLIT²-Projekts zur Erprobung der Wirksamkeit von Wassernebel-Brandbekämpfungsanlagen in Straßentunneln. Es wurden Flüssigkeits- und Feststoffbrände mit kompletten Lkw-Ladungen und Brandlasten bis 100 MW erprobt. Überprüft wurden die Wirksamkeit der Anlagen und ihre Wechselwirkungen mit anderen Sicherheitseinrichtungen in Tunneln, um ganzheitlich Einsparpotenziale zu identifizieren und praxisgerechte Lösungen zu entwickeln. Bei Feststoffbränden ergaben sich durch die Wassernebel-Brandbekämpfungsanlage deutlich reduzierte Temperaturen. Im Hinblick auf die steigende Bedeutung des vorbeugenden Brandschutzes in Tunneln wurde auch nachgewiesen, dass mit den Anlagen die Temperaturen in der Betonschale deutlich abgesenkt werden und bei ausreichender

what is actually happening. When control centres are set up, when rescue concepts are devised as well as at the training stage, recognitions relating to the resilience of people – the capacity to survive tricky situation in life without lasting harm – are scarcely taken into consideration. Yoel Donchin recommends automatically restricting the display of operating data and other information in targeted fashion for systems engineering and operating and monitoring installations. He finds that it is of particular importance to provide service and evacuation drills when training the emergency services. Simple toy models enable tricky situations to be understood.

Risk Potential in Transportation Tunnels

Christian Brauner from the Swiss International Fire Academy dealt with the risk potential during tunnel fires. He assessed future developments of tunnel fires and derived consequences for fire fighting and rescue measures. He explained that most fires affected Metro systems, but complained that complete statistics on tunnel fires do not exist. Quite clearly major events, in other words, individual accidents are focused on. Christian Brauner identified the determining factors for the scope of cases of damage, the risk impact, mastering the incident thanks to self-rescue, the conception of escapeways and ventilation as well as tackling the damage. First and foremost, an effort must be made to prevent small fires becoming big ones. Tunnels are not essentially safe, far rather it depends on the correct approach. Tunnel safety can only be attained jointly: starting with design and construction,

deficits in communication between those involved – operators, fire brigade, emergency services and communal authorities – and users must be minimized. A lively discussion evolved around the assertions relating to the statistics.

Fire Fighting

Roland Leucker, executive director of STUVA e. V., reported on major fire tests carried out in conjunction with the SOLIT² project to ascertain the efficacy of water mist fire fighting systems in road tunnels. Liquid and solid matter fires with complete truck loads and fire loads of up to 100 MW were tested. The efficiency of the systems was tested as well as their interaction with other safety installations in tunnels to identify holistic savings potentials and develop practice-related solutions. Substantially reduced temperatures occurred thanks to the water mist fire fighting system during solid matter fires. In view of the increasing significance of preventive fire protection in tunnels it was also shown that temperatures in the concrete shell are also considerably reduced thanks to these systems and that the damage to the tunnel can be substantially diminished given adequate concrete covering. It was confirmed during the ensuing discussion that in Germany little attention is paid to structural protection during safety planning whereas internationally it is accorded great importance especially when toll tunnels are involved. There are alternatives to using water mist to combat fires such as water vapour, deluge system and foam. However, so far not enough accessible findings have been published on them. Anton Gögele, CEO of the Ital-

Betonüberdeckung die Schäden am Tunnel erheblich verringert werden können. In der angeregten Diskussion wurde bestätigt, dass in Deutschland der Bauwerksschutz bei der Sicherheitsplanung wenig Bedeutung, während er international zum Beispiel bei Mauttunneln einen hohen Stellenwert habe. Zur Brandbekämpfung mit Wasserdampf, Sprühflut und Schaum, über die aber bisher zu wenig öffentlich zugängliche Erfahrungsberichte vorliegen.

Anton Gögele, Geschäftsführer der italienischen Securplan GmbH, veranschaulichte mit der Produktvorstellung der Top-Turbine Theorie und Praxis neuer Methoden in der Tunnelbrandbekämpfung. Basierend auf Erfahrungen bei spektakulären Ereignissen und umfangreichen Brandversuchen in Norwegen spannte er einen Bogen von den Grundlagen der Brandentwicklung über die Temperaturentwicklung und Lüftungsarten zu den von seinem Unternehmen entwickelten Löschturbinen. Durch die Löschturbinen wird ein Wasserdampf mit Schaumzusätzen erzeugt, mit dem ein sogenannter Lachenbrand mit einer Brandlast von 350 MW innerhalb von 25 s unter Kontrolle gebracht werden konnte. Dabei werden normalerweise Wurfweiten von 50 m erreicht.

Sicherheits- und Rettungskonzepte – nicht nur für den City-Tunnel

Hans-Peter Vetsch wurde sogar vom MDR-Radio wegen seiner Warnung zitiert, den Tunnel nicht als den Teufel darzustellen: „Der Tunnel ist sicherer als die offene Strecke. Sie haben

keine Einflüsse von außen, Sie haben keine Lawinengänge, Sie haben keine Fremdkörper, die von der Seite kommen. Der Tunnel per se ist sicherer. Das einzige Problem

ian Securplan GmbH revealed new methods in fighting tunnel fires in theory and practice by presenting the Top Turbine. Based on experience gained from spectacular events and

extensive fire tests in Norway, he traced a pattern from the principles of fire development by way of temperature development and types of ventilation to the extinguishing turbines devised

Grontmij GmbH – Ihr Partner für:

Planung & Gestaltung | Transport & Mobilität | Wasser & Energie

Unser Unternehmen gehört zur Grontmij Gruppe, die mit rund 8.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern zu den größten Consultingunternehmen in Europa zählt. Die Grontmij GmbH ist eine überregional tätige Planungs- und Ingenieurgesellschaft mit den Geschäftsfeldern Planung & Gestaltung, Transport & Mobilität, Wasser & Energie.

Zur Verstärkung unseres Teams im Ressort Tunnelbau und Spezialtiefbau suchen wir zum nächstmöglichen Zeitpunkt für unsere Betriebsstätte in Frankfurt am Main einen:

Bauingenieur als Projektleiter m/w

Schwerpunkt: Tunnelbau oder Geotechnik

Ihre Aufgaben:

- Als Projektleiter übernehmen Sie die Projektverantwortung in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht und organisieren und steuern den Planungsprozess und das Projektteam
- Im Bereich Geotechnik: Erstellung von Entwürfen für Tunnelvortriebe- und Ausbruchsicherungen, Baugruben-, Hang- und Böschungssicherungen sowie Stützbauwerke, o. ä. sowie Projektentwicklung im Bereich Verkehrswegebau, Infrastruktur und Hoch- und Wasserbau
- Im Bereich Tunnelbau: Entwurf und Planung komplexer Tunnel- und Ingenieurbauwerke von der Vorplanung bis zur Ausschreibung sowie die Entwicklung innovativer Lösungen für Neubau- und Sanierungsmaßnahmen von Tunneln o. ä. in geschlossener und offener Bauweise
- Ansprechpartner für Bauherren, Auftraggeber, Planungspartner, Gutachter und Prüfer

Ihre Qualifikationen:

- Ein abgeschlossenes Studium als Bauingenieur mit der Vertiefung Geotechnik und Konstruktiver Ingenieurbau oder einer vergleichbaren Fachrichtung
- Im Bereich Geotechnik: Fundierte Erfahrung in der Tragwerksplanung von Tunnelvortrieben, Baugruben, Stützbauwerken und Spezialtiefbaumaßnahmen
- Im Bereich Tunnelbau: Fundierte Planungserfahrung von Verkehrstunneln (Straße und Schiene) sowie mit den verschiedenen Bauverfahren des Tunnelbaus in untertägiger Bauweise
- Engagement, eine systematische und eigenverantwortliche Arbeitsweise sowie ein kundenorientiertes Auftreten
- Gute Englischkenntnisse

Haben wir Ihr Interesse geweckt?

Dann richten Sie bitte Ihre aussagekräftige Bewerbung mit Gehaltsvorstellung und frühestmöglichem Eintrittstermin unter dem Stichwort **S0083 – PL Geotechnik FFM** bzw. **S0078 – PL Tunnelbau FFM** an untenstehende Mail-Adresse.



Grontmij

personal.management@grontmij.de

www.grontmij.de

am Tunnel ist die Umgebung: Sie sind gefangen. Es ist nicht so leicht, sich aus dem Tunnel zu retten.“ Hans-Peter Vetsch ist Betriebsleiter am neuen Gotthard Basistunnel, der mit 57 km längster Eisenbahntunnel der Welt wird. Das Sicherheitskonzept, das auf zwei Tunnelröhren basiert, die gegenseitig als Fluchtstollen dienen, war in der Öffentlichkeit lange umstritten. Hans-Peter Vetsch stellte die Meinungsbildung der Menschen infolge Medieneinwirkung als bemerkenswerten Aspekt heraus, der auch Sicherheitskonzepte beeinflusst. Für ihn steht die Ereignisverhinderung im Vordergrund. Er regte an, die Verhältnismäßigkeit von Maßnahmen zu bedenken, damit nicht eine minimale Verringerung der Eintrittswahrscheinlichkeit eines Ereignisses mit gewaltigem Kostenaufwand erkaufte wird, während an anderer Stelle mit dem Geld erheblich mehr Sicherheit bewirkt werden kann. Zwischen technischen Erfordernissen und politischen Forderungen besteht oft eine erhebliche Diskrepanz.

Querschläge zwischen parallelen Tunnelröhren sind Teil der Fluchtwege in langen Verkehrstunneln. Mit deren zweckmäßigem Abstand befasste sich Robert Galler, Professor an der Montanuniversität Leoben/A, und zeigte anhand von Projektbeispielen, wie vom Gotthard- und Ceneri-Basistunnel sowie vom Euro Channel Tunnel, ein regelrechtes Richtlinienwirrwarr in Europa auf. Wegen der erheblichen Bedeutung für Bau- und Betriebskosten der Tunnelanlagen ist eine Vereinheitlichung, zum Beispiel auf 500 m, anzustreben.

Klaus-Jürgen Bieger, Brandschutzbeauftragter der Deutschen Bahn AG, ging auf Sicherheitsaspekte von „Stuttgart 21“ ein und skizzierte ein vierphasiges Konzept von der Bauwerksplanung über Tunnelbau und Betrieb bis zum Ereignisfall. Architekten sollten bereits den Brandschutz in die Planung einbeziehen, da dieser nachträglich oft nur schwierig und nicht wirtschaftlich zu realisieren sei. Zu den vorbeugenden Maßnahmen gehört eine Reduzierung der Eintrittswahrscheinlichkeit eines Ereignisses durch die Festlegung auf zwei eingleisige Tunnelröhren. Das Sicherheitskonzept sieht zudem hohe Anforderungen an den Brandschutz in den Fahrzeugen vor. Zusätzliche Maßnahmen sollen vermeiden, dass ein Zug überhaupt im Tunnel stehen bleibt. Wesentliches Augenmerk wurde auf Selbst- und Fremdreueung gelegt, wobei Klaus-Jürgen Bieger konstatierte, dass Selbstrettung Zivilcourage erfordert. Zur Verbesserung der Selbstrettung wurden bauseitig kurze und besonders breite Fluchtwege vorgesehen. Im Hinblick auf die Fremdreueung wird die Möglichkeit geschaffen, Feuerwehrfahrzeuge und sogar Busse einzusetzen. Anders als in Bahntunneln bislang üblich, wird es für den Fall eines Fahrzeugbrands eine natürliche Entrauchung geben, die in den Übergangsbauwerken zwischen Bahnhof und den Tunnelröhren durch zusätzliche Entrauchungsanlagen unterstützt wird. Wegen der sehr hohen Beanspruchungen aus Druck und Sog sind die rauchdichten Türen an Querschlägen und die Zufahrtstore problematisch.

by his company. Thanks to the extinguishing turbine water mist with added foam is created by means of which a so-called pool fire with a load of 350 MW can be brought under control within 25 s. Normally discharge widths of 50 m are attained.

Safety and Rescue Concept – not simply for the City Tunnel

Hans-Peter Vetsch was quoted by MDR-Radio for saying that tunnels should not be demonized: “the tunnel is safer than the open route. There are no outside influences, there are no avalanches, there are no foreign bodies coming from the side. The tunnel as such is safer. The sole problem of the tunnel is its surroundings. You are enclosed”. Hans-Peter Vetsch is head of operations at the new Gotthard Base Tunnel, the world’s longest rail tunnel – with a length of 57 km. The safety concept, based on 2 bores, which alternately serve as evacuation tunnels, was hotly contested for a long time among the general public. Hans-Peter Vetsch points to the opinion formed by people as a result of the influence of the media as a remarkable aspect, which also influenced safety concepts. As far as he is concerned preventing incidents happening is the main thing. He suggested that the proportionality of measures should be considered in order to prevent massive costs being involved to minimally reduce the probability of an incident taking place whereas considerably more safety can be secured with the money elsewhere. Frequently a substantial discrepancy exists between technical requirements and political demands.

Cross-passages between parallel tunnel bores are part of the escapeways in lengthy

transportation tunnels. Robert Galler, professor at the Montan University at Leoben/A dealt with the suitable lengths in between and revealed on the basis of project examples such as the Gotthard and Ceneri base tunnels as well as the Channel Tunnel that confusion prevails as far as guidelines in Europe are concerned. An effort should be made to arrive at a standard length of say, 500 m on account of the considerable importance for the construction and operating costs of tunnels.

Klaus-Jürgen Bieger, responsible for fire protection at the Deutsche Bahn AG examined safety aspects in conjunction with “Stuttgart 21” and identified a 4-phase concept starting with planning the structure by way of tunnelling and operation right up to an incident occurring. Architects are advised to include fire protection in the planning, as frequently this can only be accomplished uneconomically with difficulty. The preventive measures include reducing the probability factor of an incident by deciding on 2 single-track tunnel bores. In addition, the safety concept calls for high demands on fire protection in the vehicles themselves. Additional measures are designed to make sure that a train does not get stuck in the tunnel. Great attention must be accorded self-rescue and third-party rescue, in which connection Klaus-Jürgen Bieger admitted that self-rescue called for civil courage. Short and in particular wide escapeways have been set up to improve self-rescue. With regard to third-party rescue the opportunity to deploy fire service vehicles and even busses is created. In contrast to what has been standard practice in rail tunnels in the past, smoke will



Geprüfte Sicherheit

TROX Tunnelklappen für unterirdische Verkehrsanlagen

TROX bietet projektspezifische Tunnelklappen mit folgenden Vorteilen:

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



TROX® **TECHNIK**

The art of handling air

www.trox.de

Am Beispiel des österreichischen Tunnels von Wien nach St. Pölten erläuterte Christian Sommerlechner von der ÖBB Infrastruktur AG das Problem der Sicherheit langer Tunnelstrecken. Besonders wichtig, sei es, Sicherheitsaspekte von Anfang an zu berücksichtigen und sinnvoll zwischen allen beteiligten Stellen zu kommunizieren. Christian Sommerlechner lobte ausdrücklich den hohen Einsatz der an dem Tunnelprojekt Beteiligten. Aus seiner Erfahrung seien Selbstanalysen sowie rechtzeitiges und regelmäßiges Training wichtig.

Karl-Heinz Schneider, Chef der Berufsfeuerwehr Leipzig, stellte die brandschutz- und hilfeleistungstechnische Gefahrenabwehr im City-Tunnel vor. Die Hauptwache ist für Einsatzplanung, Einsatzlenkung und Katastrophenschutz sowie für den Einsatzdienst und außerdem für den vorbeugenden Brand- und Gefahrenschutz und die Beschaffung

technischer Geräte und Fahrzeuge zuständig. Sie fungiert als Feuerwehr- und Rettungsleitstelle und übernimmt den Rettungsdienst mit einem Rettungs- und Transportfahrzeug mit 12-Stunden-Besetzung. Die Hauptwache verfügt für den Brandschutz über 47 und für die technische Hilfeleistung über weitere 44 Einsatzkräfte. Der City-Tunnel ist mit umfangreichen Sicherheitseinrichtungen ausgestattet. Die unterirdischen Stationen verfügen über ein automatisches Brandmeldesystem und der Tunnel über eine Kombination aus natürlicher Entrauchung und maschinellem Entrauchungssystem. Die Leit- und Sicherungstechnik im Tunnel entspricht dem in Deutschland gültigen Standard; die Zuglaufsteuerung wird durch die Betriebszentrale Leipzig übernommen. An allen unterirdischen Bahnsteigbereichen ist eine Videoüberwachung mit Kontrollmöglichkeit durch Mitarbeiter der ständig

be removed on a natural basis should a vehicle catch fire, which will be supported by additional installations for removing smoke in the structures between the station and the tunnel bores. The smoke-proof doors at the cross-passages and the access gates are problematic owing to the extremely high strains caused by pressure and suction.

Christian Sommerlechner, ÖBB Infrastruktur AG looked at the problem of safety in long tunnel sections taking the example of the Austrian tunnel from Vienna to St. Pölten. It is really essential to take safety aspects into consideration from the beginning and establish proper communication between all those involved. Christian Sommerlechner heaped praise on the commitment of those involved. His own findings have revealed that self-analysis as well as timely and regular training is essential.

Karl-Heinz Schneider, who heads the Leipzig Municipal Fire Brigade, presented fire-protect-

tion and technical measures for countering dangers in the City Tunnel. The main fire station is responsible for planning and controlling assignments and civil protection as well as response assignments and also for preventive fire and hazard protection as well as the procurement of technical equipment and vehicles. It acts as the fire service and rescue control centre and takes over emergency services providing a rescue and transport vehicle with 12-hour availability. The main fire station has a staff of 47 available for fire protection and a further 44 for technical emergency services. The City Tunnel is fitted with extensive safety installations. The underground stations have an automatic fire fighting system at their disposal and the tunnel possesses a combination of a natural smoke removal system and a mechanised one. The control and safety technology in the tunnel complies with the standard prevailing through the country; the Leip-



Internationales Tunnelforum in Leipzig – Aufmerksame Zuhörer

5th International Tunnel Forum in Leipzig – attentive listeners



Feuerwehr Journal - Scholz-

City-Tunnel Leipzig – Brandschutz-Vollübung mit simuliertem Tunnelbrand
Leipzig City Tunnel - full-scale fire protection drill with simulated tunnel fire

Brandschutz-Vollübung

An der Brandschutz-Vollübung am 5. September 2013 waren rund 140 Teilnehmer von Feuerwehr, Rettungskräften der Johanniter und des Arbeiter-Samariter-Bunds und des Deutschen Roten Kreuzes sowie von der Landes- und Bundespolizei und der Deutschen Bahn AG beteiligt. Es ging um den Nachweis, dass das Sicherheitskonzept und die im Bereich der Eisenbahninfrastruktur integrierten Sicherheitseinrichtungen zuverlässig greifen. Mit dem Brand eines Zugtriebkopfs und einer Zugentgleisung im Tunnel mit vielen Verletzten wurden die beiden größten anzunehmenden Unfälle simuliert. Die gemäß Sicherheitskonzept vorgesehenen Selbst- und Fremdrettungsmaßnahmen sollten realitätsnah geübt (Bilder 4 und 5) und das Funktionieren der Rettungskette bis hin zur Notaufnahme in drei beteiligte Krankenhäuser getestet werden. Bei der Übung kam es anfangs zu einem deutlichen Zeitverzug, der auch Änderungen im Ablauf mit sich brachte. Karl-Heinz Schneider zeigte sich anschließend gegenüber den vor Ort im City-Tunnel anwesenden Pressevertretern mit dem Verlauf der Vollübung zufrieden. Einsatzkonzept und -taktik hätten sich bewährt – trotz gewisser Beeinträchtigungen durch die Baustelle am Bahnhofsvorplatz. Dabei hob er die reibungslose und effektive Information zwischen Rettungskräften und Helfern hervor. Nur noch vereinzelt habe er Verbesserungsbedarf erkannt, der nachfolgend zwischen den Beteiligten besprochen werde.



Feuerwehr Journal - Scholz-

City-Tunnel Leipzig – Brandschutz-Vollübung mit Verletzten
Leipzig City Tunnel – full-scale fire protection drill with injured persons

Complete Fire Protection Drill

Some 140 participants from the fire service, emergency services from the Order of St. John, the Samaritan Federation (ASB) and the German Red Cross as well as from the regional and federal police and the Deutsche Bahn AG were involved in the full-scale fire protection drill on Sept. 5, 2013. At stake was proof that the safety concept and the safety installations integrated around the railway infrastructure were activated reliably. The 2 biggest possible incidents involving a blazing traction unit and a train derailment with many injured were simulated. The self-rescue and third-party rescue measures applied in conjunction with the safety concept were to be practiced as realistically as possible (Figs. 4 + 5) and the functioning of the rescue chain right up to emergency admittance to 3 participating hospitals tested. During the drill, initially a considerable time delay ensued, which also led to alterations in the schedule. Karl-Heinz Schneider displayed his pleasure at how the full-scale drill had unfolded when he later met representatives of the media on the spot in the City Tunnel. The deployment concept and tactics had proved their worth – in spite of certain obstacles caused by the construction site in front of the station. In this connection, he referred to the coordinated and effective flow of information between the emergency services and helpers. He was only able to identify a need for improvements in individual cases, which was subsequently discussed among those involved.

besetzten „3-S-Zentrale“ (Sicherheit, Sauberkeit und Service) installiert. Es gibt jeweils zwei feuerbeständig vom Tunnel und den Stationen abgetrennte Fluchttreppenträume mit Ausschilderung durch Rettungszeichenleuchten. Das Brandschutz- und Betriebskonzept der Züge umfasst vier Sicherheitsstufen. Eine Notbremsüberbrückung soll sicherstellen, dass der Zug bei Brandfeststellung im Tunnel möglichst bis zum nächsten außerhalb des Tunnels befindlichen Rettungsplatz durchfährt.

Resümee

Die Teilnehmer (Bild 3) werden das von Dräger ausgerichtete informative zweitägige 5. Internationale Tunnelforum sicher in guter Erinnerung behalten. Das geschickt kombinierte fachübergreifende Vortragsangebot bot den Teilnehmern Informationen für den eigenen Arbeitsbereich und erlaubte gleichzeitig den Blick über den Tellerrand. 

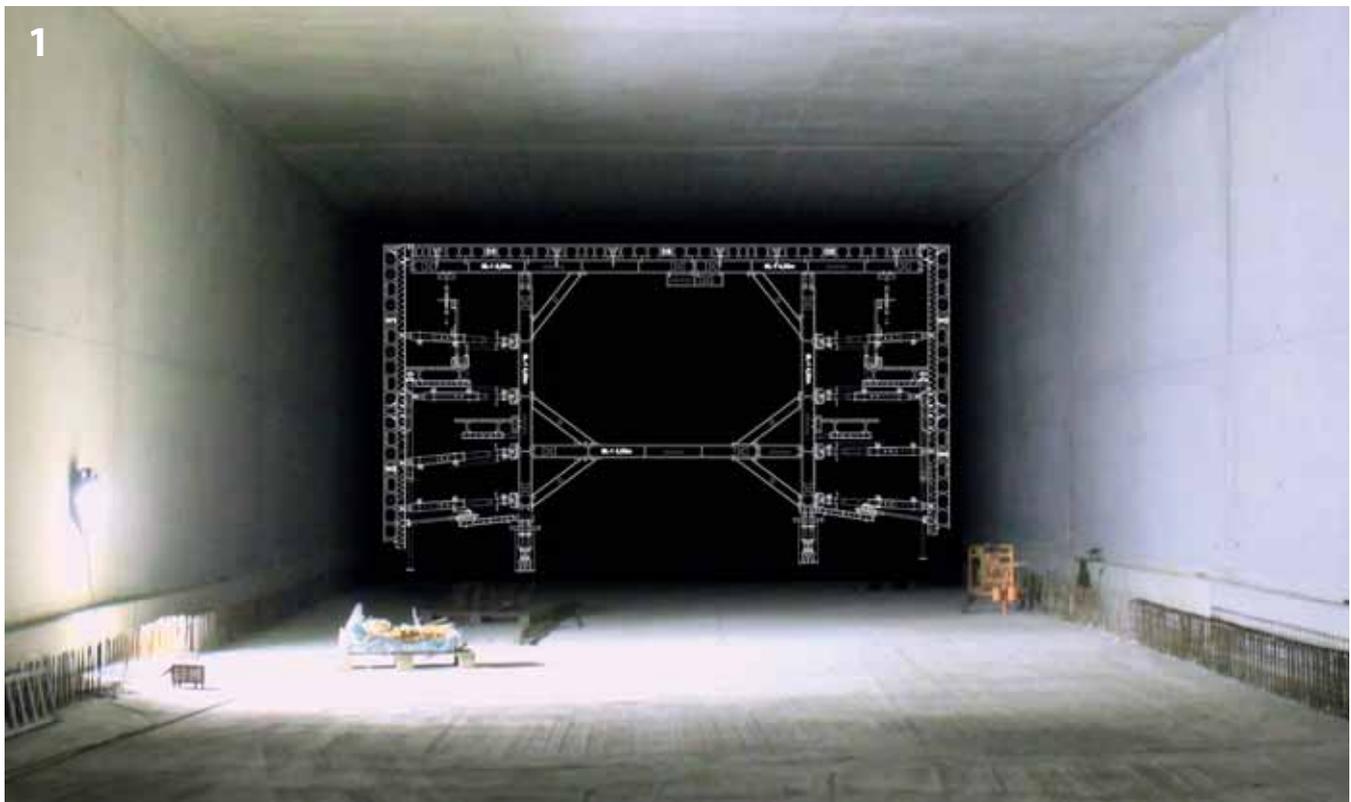
zig control centre is responsible for running the trains. Video monitoring with a control function through members of staff of the permanently manned “3-S Centre” (Safety, Cleanliness and Service) is installed at all underground station areas. There are 2 fire-resistant evacuation stairway areas separated from the tunnel and the stations, which are marked by means of rescue sign lighting. The fire protection and operating concept for the trains embraces 4 safety levels. An emergency brake bypass system is intended to ensure that a train in the tunnel moves on

to the next possible evacuation area outside the tunnel in the event of fire.

Summary

The participants (Fig. 3) certainly profited from the informative, 2-day 5th International Tunnel Forum. The cleverly combined series of lectures spanning various disciplines provided those taking part with information for their own fields of activity while at the same time enabling them a view beyond the horizon. 

Dr. Ing. Claus Quentin,
Castrop-Rauxel/D



Fotomontage: Doka

Der Tunnel Hahnenkamp in Bad Oeynhausen entsteht in teilmonolithischer Bauweise – also zwischen Wand und Decke ohne Arbeitsfuge.

The Hahnenkamp Tunnel in Bad Oeynhausen is produced in part-monolithic design – in other words without working joints between the wall and floor.

Deutschland

Tunnel Hahnenkamp: Tunnelaußenwände und Trogwände bei beengten Platzverhältnissen und hohem Grundwasser weitgehend ankerlos betoniert

Eine rund 11,5 km lange, vierspurige Trasse verläuft als Lückenschluss zwischen den Autobahnen A2 und A30 – ca. 2 km als Bundesstraße 61 n und 9,5 km als Autobahn A30 und trägt zur Entlastung der Innenstadt von Bad Oeynhausen bei. Bis das erste Fahrzeug diese Strecke befahren wird, sind drei Anschlussstellen sowie 26 Brücken und Übergänge herzustellen, darunter zwei Großbauwerke zur Überquerung der Werre. Wichtiger Teil der Baumaßnahme ist der 450 m lange Tunnel Hahnenkamp in offener Bauweise.

Ortbetonbau unter schwierigen Bedingungen

Die eigentliche Tunnelröhre wird als zweizelliges Rahmenbauwerk für die beiden getrennten Richtungsfahrbahnen errichtet. Direkt anschließend an den Tunnel entstehen Trogbauwerke mit Längen von 178 m im Norden und 138 m im Süden. Der Tunnelrohbau mit einem Investitionsvolumen von 25,5 Mio. Euro wird von der ARGE Tunnel Hahnenkamp ausgeführt.

Schalungstechnisch ist das Bauwerk eine große Heraus-

Germany

Hahnenkamp Tunnel: Tunnel Outer Walls and Trough Walls largely concreted without Anchors given constricted Space Conditions and high Groundwater

A roughly 11.5 km long, 4-lane route runs to close the gap between the A2 and A30 motorways – approx. 2 km as federal highway 61 and 9.5 km as the A30 motorway and serves to relieve the centre of Bad Oeynhausen. Until the first vehicle uses this route, 3 hubs as well as 26 bridges and crossovers have to be produced, including 2 major structures passing over the Werre. The 450 m long Hahnenkamp Tunnel built by cut-and-cover represents an important part of this construction scheme.

In situ Concrete Structure under tricky Conditions

The actual tunnel bore is to be produced as a 2-cell frame structure for the 2 separate, directional carriageways. Trough structures with lengths of 178 m in the north and 138 m in the south are to be set up directly connected to the tunnel. The tunnel roughwork costing around € 25.5 million is being carried out by the Tunnel Hahnenkamp JV.

As far as the formwork is concerned, the tunnel represents a great challenge for the

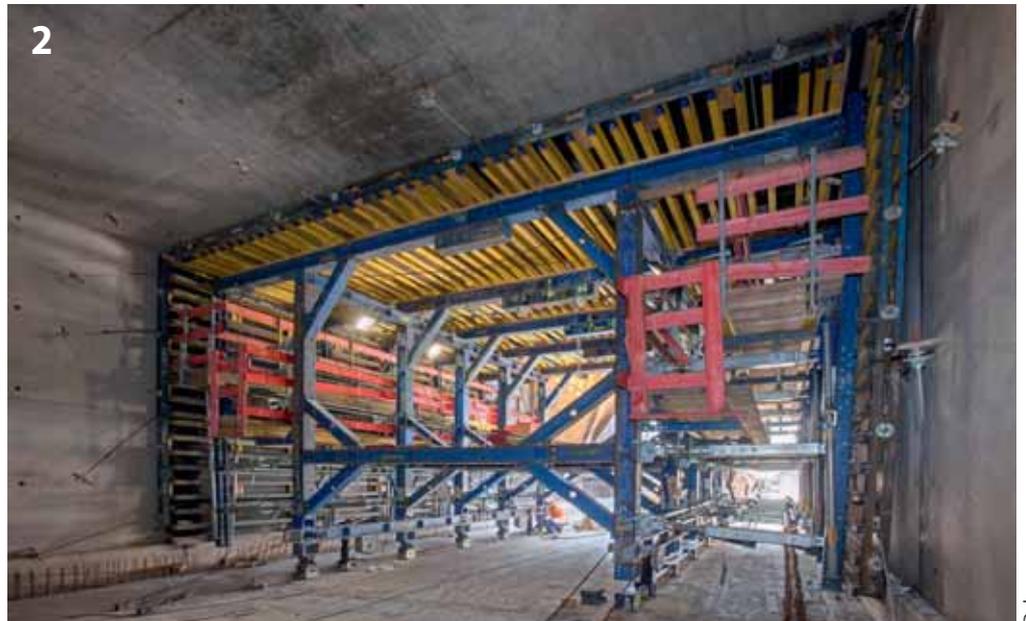
forderung, denn die topografischen Verhältnisse und das hoch anstehende Grundwasser stellen hohe Ansprüche an die Dichtigkeit der Bauwerke. Aufgrund der Wasserhaltung und der beengten Platzverhältnisse werden die Tunnelaußenwände und die Trogwände ankerlos gegen den Verbau betoniert.

Der Tunnel selbst ist zudem in teilmonolithischer Bauweise herzustellen, also Wände und Decke ohne Arbeitsfuge (Bild 1). Bei Abmessungen von 22,60 m Breite, 8,22 m Höhe, einer mittleren Trennwand und Wand- und Deckenstärken bis 1,20 m keine einfache Aufgabe. Dabei nutzt die Adam Hörnig Baugesellschaft mbH & Co. KG als Spezialistin im Ortbetonbau für die Schalung die Dienstleistungen der Doka GmbH.

Von Anfang an bestand von Seiten der Baustelle die Forderung, dass die Schalung ankerfrei funktionieren muss. Dabei ist zu jeder Zeit ein freies Lichtraumprofil für den Personenverkehr freizuhalten. Die Projektgenieure aus der Doka-Zentrale in Maisach erarbeiteten nach dieser Maßgabe ein technisch ausgereiftes und kaufmännisch überzeugendes Schalungskonzept.

Tunnelherstellung im Wochentakt

Der Tunnel selbst entsteht in 45 Wochentakten zu je 10 m Länge. Hierzu ist für jede der beiden Zellen ein 10,5 m langer Schalwagen im Einsatz. Ihre Grundkonstruktion besteht zum größten Teil aus dem Baukasten des modular aufgebauten Traggerüstsystems SL-1 (Bild 2). Als eigentliche Wand- und Deckenschalung dienen 10,5 m lange Elemente, die der Doka-Fertigservice aus



Die Grundkonstruktion der Tunnelschalung besteht zum größten Teil aus dem Baukasten des modularen Traggerüstsystems SL-1, ergänzt mit vormontierten Wand- und Deckenschalung aus dem Doka-Fertigservice.

The basic structure for the tunnel formwork largely consists of the modular beam scaffolding system SL-1 rounded off by preassembled wall and floor formwork from the Doka Fertigservice.

Komponenten der Trägerschalungssysteme Top 100 tec und Top 50 vormontiert hat.

Für einfaches Ausschalen ist die Wandschalung rückspindelbar. Sie ist aufgebaut aus den besonders tragfähigen Verbundschalungsträgern I tec 20. Sie nehmen gegenüber den bekannten Doka-Vollwandträgern mit der blauen Endverstärkung rund 80 % höhere Lasten auf. So lässt sich der Schalwagen aus dem Traggerüstsystem SL-1 optimal statisch auslasten (Bild 3). Die Ableitung der hohen Lasten aus Wand und Decke erfordert dadurch nur fünf Querscheiben je Wagen.

Um eine Verankerung der Wandschalung zu vermeiden, leiten die Schalwagen alle auftretenden Lasten aus dem Frischbetondruck horizontal in die gegenüberliegende Tunnelseite. Durch die gleichzeitige Betonage der Außenwände und der Mittelwand heben sich die Horizontalkräfte im statischen System auf.

SCHALUNGSSYSTEME
VERBAUSYSTEME
GEOTECHNIK

ISCHEBECK[®]
TITAN

Bewehrung der Tunneldecke
wirtschaftlich und verformungsarm

Verbundschirm
TITAN

FRIEDR. ISCHEBECK GMBH
POSTFACH 13 41 · D-58242 ENNEPETAU · TEL. (023 33) 83 05-0 · FAX (023 33) 83 05-55
E-MAIL: info@ischebeck.de · INTERNET: http://www.ischebeck.de

Doka

Eine Einheit wiegt zwar 53 t, ist aber trotzdem einfach zu bewegen. Zum Umsetzen werden zunächst die Wandschalungen um ca. 7 cm zurückgespindelt (Bild 4). Anschließend senkt man die gesamte Konstruktion um 14 cm auf Verfahrsschienen ab. Damit ist umlaufend genügend Ausschusspiel, um die beiden Schalwagen auf Spurranzrädern in den nächsten Abschnitt zu verfahren – ganz ohne aufwändige Montagearbeiten. So entstehen termingerecht Woche für Woche 10 lfm Tunnel (Bild 5).



Der Tunnelschalwagen aus dem Traggerüstsystem SL-1 lässt sich statisch optimal auslasten. Die Ableitung der hohen Lasten aus Wand und Decke erfordert lediglich fünf Querscheiben je 10,50 m Schalwagenlänge.

The tunnel formwork carriage comprising the beam scaffolding system SL-1 can be optimally loaded in static terms. The high loads transferred from the wall and floor only need 5 cross segments of 10.50 m per formwork carriage length.

Einhäuptig gegen Verbau betoniert

Auch die 1,8 bis 9 m hohen Wände der Trogbauwerke



Für einfaches Ausschalen ist die Wandschalung rückspindelbar. Sie ist aus den besonders tragfähigen Verbundschalungsträgern I tec 20 aufgebaut.

The wall formwork is height adjustable for straightforward stripping. It consists of the particularly strong I tec 20 composite formwork beams.

topographical circumstances and the high prevailing groundwater pose high demands on the tightness of the structures. Owing to the drainage and the constricted space conditions the outer walls of the tunnel and the trough walls are being concreted anchorlessly against the shoring system.

The tunnel itself is being produced as a part-monolithic structure in other words, the walls and floor are without working joints (Fig. 1). Given dimensions of 22.60 m wide, 8.22 m high, a central partition wall and wall and floor thicknesses of up to 1.20 m no straightforward task. As a result, the Adam Hörnig Company as specialist for in situ concrete construction is relying on Doka GmbH.

From the very outset, the construction site insisted that the formwork had to function without anchors. This means that a free clearance profile for moving personnel had to be kept available at all times. The

project engineers from Doka headquarters at Maisach came up with a technically mature and commercially viable formwork concept in keeping with this requirement.

Tunnel Production in a weekly Cycle

The tunnel itself is being produced in 45 weekly cycles each 10 m in length. For this purpose, a 10.5 m long formwork carriage is deployed for each of the 2 cells. Its basic structure largely consists of the modularly constructed SL-1 scaffolding system (Fig. 2). 10.50 m long elements, which the Doka-Fertigservice preassembled from the Top 100 tec and Top 50 scaffolding systems, serve as the actual wall and floor formwork.

The wall formwork is height-adjustable for straightforward stripping. It constitutes especially stable I tec 20 composite formwork beams. They can sustain roughly 80 % higher loads than the well-known Doka full

entstehen mit Doka-Schalung (Bild 6). Sie werden weitestgehend einhäufig gegen den Verbau betoniert. Hier sind mietbare Systemteile der Trägerschalung FF20 und der Doka-Abstützböcke kombiniert. Sowohl die Abstützböcke als auch die Trägerschalung FF20 lassen sich entsprechend der Wandhöhenentwicklung auf- bzw. abstocken.

Wegen der ein-, zum Teil zweifachen Wanddickenversprünge von 15 bzw. 50 cm innerhalb eines Schalungselements entwickelten die Doka-Projektgenieure eine ausgeklügelte Lösung für diese Aufgabenstellung, bei gleichzeitig minimaler Schalungsvorhaltung (Bild 7). Die



Doka

Das insgesamt 766 m lange Bauwerk mit seinem zweizelligen Tunnel und anschließenden Trogwänden wird den innerstädtischen Verkehr in Bad Oeynhausen stark entlasten.

The altogether 766 m long structure with its 2-cell tunnel and connecting trough walls will greatly relieve traffic in downtown Bad Oeynhausen.



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



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

GROUTING SYSTEMS

HÄNY

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





Die bis zu 9 m hohen einhäutigen Trogwände am Tunnel Hahnenkamp entstehen aus mietbaren Systemteilen der Trägerschalung FF20 und Doka-Abstützböcken.

The up to 9 m high single-faced trough walls at the Hahnenkamp Tunnel consist of rentable system components from FF20 beam formwork and Doka supporting frames.

System Schalung FF20 wird am Fuß gekoppelt und mit projektspezifischer Schalung aus dem Doka-Fertigservice kombiniert. Kraftübertragende Leimholzbinder ersparen unhandliche Aufdoppelungskästen und ermöglichen den nahezu ungehinderten Zugang zur Schalungsrückseite, was die Einricht- und Justierarbeit erheblich vereinfacht.

Zwei Schräganker mit 20 mm Durchmesser pro Abstützbock leiten den auftretenden Frischbetondruck dabei in die zuvor betonierete Sohle ein (Bild 8).

Am oberen Ende einhäutiger Schalungen ruft der Frischbetondruck immer Verformungen hervor. Für Doka-Abstützböcke sind diese Verformungen für verschiedene Einflussbreiten, Frischbeton-

wall beams with the blue end reinforcement. In this way the formwork carriage from the SL-1 scaffolding system can be optimally loaded statically (Fig. 3). The transference of high loads from the wall and floor thus only calls for 5 cross segments per carriage.

In order to avoid anchorage of the wall formwork, the formwork carriage transfers all prevailing loads from the fresh concrete pressure horizontally into the opposite side of the tunnel. Thanks to the uniform concreting of the outer walls and the central wall the horizontal forces in the static system cancel each other out.

Although a unit weighs 53 t, it can nonetheless be easily moved. For relocation purposes, first of all the height of the wall formwork units are adjusted by some 7 cm (Fig. 4). Subsequently the entire structure is lowered by 14 cm on travelling rails. In this way, there is sufficient room for manoeuvre for stripping so that the 2 formwork carriages can

be moved forward on flanged wheels for the next section – without complicated assembly operations. In this way, 10 running metres of tunnel are produced week-by-week (Fig. 5) according to schedule.

Concreted single-faced against the Shoring System

The 1.8 to 9 m high walls for the trough structures are being created using Doka formwork (Fig. 6). They are mainly concreted single-faced against the shoring. Rentable system components comprising FF20 beam formwork and Doka supporting frames are combined here. Both the supporting frames as well as the FF20 beam formwork can be lengthened or shortened in keeping with the development of the wall height.

The Doka project engineers developed a clever solution for coping with the wall thickness projections of 15 or 50 cm, which occur singly or even twofold within a formwork element while still ensuring that only a minimal quantity of formwork is required (Fig. 7). The FF20 system formwork is coupled at its base and combined with project-specific formwork from the Doka-Fertigservice. Force-transferring laminated wooden beams save on unwieldy box-outs and enable practically unhampered access to the rear side of the formwork, something which makes the alignment and adjustment operations considerably easier. Two 20.0 mm diameter inclined anchors per supporting frame transfer the fresh concrete pressure that ensues into the previously concreted base (Fig. 8).

The fresh concrete pressure constantly causes deformations at the upper end



Wegen der ein-, zum Teil zweifachen Wanddickenversprünge von 15 bzw. 50 cm innerhalb eines Schalungselements entwickelten die Doka-Projektgenieure eine ausgeklügelte Lösung bei gleichzeitig minimaler Schalungsvorhaltung.

The Doka project engineers devised a clever solution, which at the same time required only a minimal amount of formwork, for the single or in some cases, twofold projections of 15 or 50 cm within a formwork element.



Doka

Zwei Schräganker mit einem Durchmesser von 20 mm pro Abstützbock leiten den auftretenden Frischbetondruck in die zuvor betonierte Sohle ein.
Two inclined anchors with 20 mm diameter per supporting frame transfer the prevailing fresh concrete pressure into the already produced base.

drücke und Betonierhöhen in der Doka-Anwenderinformation angegeben. Die Fachleute am Tunnel Hahnenkamp neigen die Schalung beim Einrichten entsprechend nach vorne, damit die fertige Wand später absolut lotrecht steht.

Die Trägerschalung FF20 ist mit einer filmbeschichteten Plex-Platte für gute Sichtbetonergebnisse belegt. Insgesamt sind auf der Baustelle rund 50.000 m³ Beton der Güte C30/37 fachgerecht einzubauen. Die Betonflächen

of the single-faced formwork units. For Doka supporting frames, these deformations are provided in the Doka user manual for various influencing, fresh concrete pressures and concreting heights. The experts at the Hahnenkamp Tunnel tilt

the formwork to the front when setting it up so that the finished wall subsequently stands absolutely perpendicular.

The FF20 beam formwork is provided with a coated Plex plate for good exposed concrete results. Altogether around



DESOI[®]
Hersteller für Injektionstechnik

Injektions- und Abdichtungssysteme



Bohrlochverschluss



Spannpacker



Hydraulikpacker

DESOI GmbH
Gewerbestraße 16
D-36148 Kalbach/Rhön

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



Anwendervideos



Kolbenpumpe PN-2536-2K





Doka

Insgesamt sind auf der Baustelle rund 50.000 m³ Beton einzubauen. Die Betonflächen kommen an den Trogwänden genau so gut wie in den Tunnelabschnitten heraus. Altogether around 50,000 m³ of concrete has to be installed on site. The concrete areas on the trough walls are just as impressive as in the tunnel sections

kommen genau wie in den Tunnelabschnitten bestens heraus (Bild 9). Hier im Tageslicht ist das gute Ergebnis allerdings noch viel eindrucksvoller als im geschlossenen Tunnel. Auf der Tunnelbaustelle am Großen Weserbogen in Bad Oeynhausen – unweit der Porta Westfalica – benötigt man lediglich 430 m² Tunnelschalung und 280 m² Schalung für die Trogwände: Eine sehr wirtschaftliche Vorhaltung für die insgesamt herzustellenden 18.360 m² Tunnelschalung und 3.800 m² Trogwände in Ortbeton.

Zusammenarbeit in Partnerschaft

Das erfahrene Baustellenpersonal montierte im Beisein eines versierten Doka-Richtmeisters die vorgefertigt angelieferte Schalung vor Ort zu einsatzfertigen Einheiten zusammen. Bei weniger fachkundigem Personal bietet sich an, für solche Aufgaben auf die Doka-Dienstleistung „Schalungsvor montage“ zurückzugreifen. Dann übernimmt Doka den kompletten Montageauftrag. Auch später steht der Doka-

Richtmeister für Fragen gerne zur Verfügung und gibt zusätzliche wertvolle Tipps – eben eine gute Zusammenarbeit in Partnerschaft. Eine weitere Dienstleistung, die Doka zunehmend anbietet, ist die „Schalungsrücknahme auf der Baustelle“. Dabei wird das Mietgerät von Doka-Mitarbeitern direkt auf der Baustelle zurückgenommen und gleichzeitig ein verbindliches Rücklieferprotokoll erstellt. So herrscht Einigkeit über Menge und Zustand des Materials. Weiteres Plus: Effizienter Einsatz des Baustellenpersonals und Kostenersparnis durch verkürzte Mietdauer. ☀

Bauherr:

Straßen NRW Regionalniederlassung Ostwestfalen-Lippe, Bielefeld

Bauausführung:

Arge Tunnel Hahnenkamp aus Adam Hörnig Baugesellschaft mbH & Co. KG, Aschaffenburg und Stutz GmbH, Kirchheim-Kemmerode

Schalungsplanung:

Doka-NL Bonn, Doka-Anwendungstechnik Maisach, Doka-Kompetenzcenter Tunnel, Amstetten/ Österreich

50,000 m³ of concrete of quality C 30/37 has to be installed properly. The concrete presents an impressive picture just as in the tunnel sections (Fig. 9). However in daylight the good impression is even more evident than in the closed tunnel.

On the tunnelling site at the Great Bend of the Weser in Bad Oeynhausen – in the vicinity of the Porta Westfalica – only 430 m² of tunnel formwork and 289 m² for the trough walls are needed. An extremely economic amount for the altogether 18,360 m² of tunnel formwork and 3,800 m² of trough walls consisting of in situ concrete.

Collaboration as Partners

The experienced construction site personnel put together the prefabricated formwork that was supplied in the presence of a well-versed Doka foreman to produce ready-for-use units. Given so few knowledgeable staff, it is wise to resort to the Doka-Dienstleistung “formwork preassembly” for such purposes. Doka the complete Assembly Contract

The Doka foreman is also willing to provide answers to specific questions and provide tips at a later stage – making for good collaborations as partners. A further service, which Doka offers to an increasing extent, is “taking back formwork on site”. In this case, the rented equipment is taken back directly on the construction site by Doka staff and at the same time a binding return clause is invoked. In this way, agreement prevails over the quantity and state of the material. A further advantage: efficient application of the site personnel and saving costs thanks to a reduced leasing period. ☀



Neue Produkte

ACO Tiefbau Neuheiten

Geht es um Entwässerungssysteme, bietet die ACO Tiefbau Vertrieb GmbH (ACO) innovative Lösungen für Infrastrukturprojekte. Die innovativen Produkte sind auf die erhöhten Anforderungen der Zukunft ausgerichtet: eine steigende Verkehrsbelastung, veränderte Umweltbedingungen, ein verantwortungsvoller Umgang mit der Ressource Wasser und insgesamt mehr Wirtschaftlichkeit.

KerbDrain KD 140 – Polymerbetonrandstein und Entwässerungsrinne zugleich

ACO stellt auf der STUVA eine Reihe von Bauelementen vor, die u.a. aus der aktuellen Projektentwicklung beim Ka-

naltunnel Rendsburg entstanden. Die neue ACO DRAIN® KerbDrain KD 140, ein monolithisch gefertigter Polymerbetonrandstein und zugleich Entwässerungsrinne, erfüllt höchste Sicherheitsanforderungen im Tunnelbau (Bild 1). Aufgrund der besonderen Materialzusammensetzung besitzen die frost- und tausalzbeständigen Polymerbetonrinnen ohne zusätzliche Beschichtungen eine sehr hohe Chemikalienbeständigkeit. Sie verfügen bei vergleichbarer Dichte über wesentlich höhere Festigkeitswerte und ein geringeres Gewicht als vergleichbare Betonprodukte. Der weiter optimierte Querschnitt der Rinne bewirkt eine Verbesserung der Seitenwandstabilität, Abfluss-

New Products

ACO Tiefbau Novelties

ACO Tiefbau Vertrieb GmbH (ACO) offers innovative solutions for infrastructure projects where drainage systems are concerned. These innovative products are geared to the enhanced demands of the future: an ever increasing traffic impact, changed environmental conditions, dealing responsibly with the resource water and all in all, more economy.

KerbDrain KD 140: Polymer Concrete Kerb and Drainage Channel at one and the same Time

At the STUVA Exhibition, ACO is presenting a number of construction elements, which among other things have been developed in conjunction with the Rendsburg Canal Tunnel.

The new ACO DRAIN® Kerb-Drain KD 140, a monolithically produced polymer concrete kerb and drainage channel at one and the same time, fulfils the highest safety requirements in tunnelling (Fig. 1). On account of the special material composition the frost and thawing salt resistant polymer concrete channels possess an extremely high chemical resistance without additional coatings. They also possess substantially higher strength values and a lower weight per comparative density than comparable concrete products. The channel cross-section has been optimized even further thus improving the side wall stability, discharge rate and self-cleansing effect as well as a maximal drainage rate for very



Die neue ACO DRAIN KerbDrain KD 140 ist ein monolithisch gefertigter Polymerbetonrandstein und zugleich Entwässerungsrinne
The new ACO KerbDrain KD 140 is a monolithically produced polymer concrete kerb and drainage channel at one and the same time

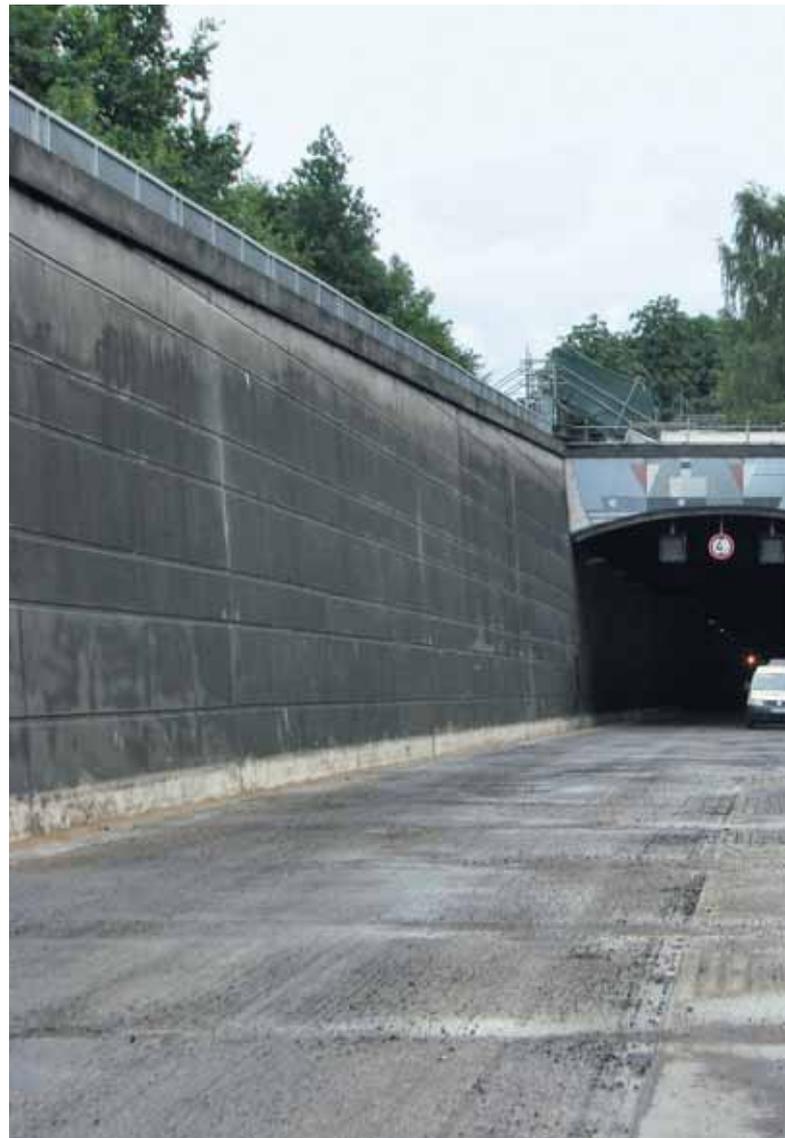
leistung und Selbstreinigung, sowie eine maximale Entwässerungsleistung bei den sehr speziellen Objektvorgaben. Die integrierte Dichtung der Rinne sorgt für flüssigkeitsdichte Stoßverbindungen. Die in monolithischer Bauweise ohne Klebefuge hergestellte Rinne (Belastungskategorie D 400 nach EN 1433) hat einen Fließquerschnitt von $215 \text{ cm}^2/\text{m}$. Die erhöhte Anzahl der seitlichen Zulauföffnungen sichert die projektspezifisch geforderte Aufnahme der Havarieflüssigkeit um das 1,5-fache. Die kompakte Konstruktion der vorgestellten Rinne ermöglichte trotz der geringen Einbautiefe die vorgesehene Haltunslänge um 30 %, von 16,7 auf 25 m zu erhöhen.

Der neue Designansatz der Rinne setzt Maßstäbe unter Berücksichtigung gültiger und in Arbeit befindlicher Vorschriften zur Tunnelausstattung. Bei der Betrachtung und Integration angrenzender technischer Rahmenbedingungen und Sicherheitsaspekte aus den Projektanforderungen des Kanaltunnels Rendsburg stellt die ACO KerbDrain KD die optimale Lösung dar (Bild 2). Eine Erhöhung der Verlegeleistung wird

sowohl durch das umgesetzte Verlegekonzept von oben, als auch durch die Herstellung eines 1-m-Elements erreicht. Je nach Marktanforderung können auch Sonderlösungen dieser Rinne hergestellt werden. Zubehörteile wie der Tauchwandschacht und Revisionselemente vervollständigen dieses besondere Entwässerungssystem für Tunnelbauwerke.

Tauchwandschacht mit Anschluss an KerbDrain KD

Eine weitere Entwicklung, die von ACO vorgestellt wird, ist ein Tauchwandschacht für Tunnelbauwerke (Bild 3). Bei der Entwässerung von Tunneln ist es wichtig, neben „normalem“ Oberflächenwasser auch brennbare Flüssigkeiten sicher ableiten zu können. Hierfür wird ein erstes, von der Oberfläche her frei zugängliches Leitungssystem – z. B. ein Rinnenstrang – über einen Siphon mit einem abgeschlossenen Rohrleitungssystem verbunden. Dieser Siphon-Verschluss dient dazu, brennbare Gase und Flüssigkeiten aus dem Rohrleitungssystem gegenüber dem Tunnelraum abzusperren.



Der Kanaltunnel Rendsburg wird derzeit aufwendig saniert
The Rendsburg Canal Tunnel is currently being extensively redeveloped

Der Entwässerungsschacht besteht aus einem Polymerbeton-Grundkörper, an den die KerbDrain KD angeschlossen wird. Die kompakte Konstruktion besitzt eine flexible Tauchwand, welche im eingesetzten Zustand eine Zuströmkammer und eine dichte Ausströmkammer bildet. Die aus Edelstahl hergestellte, herausnehmbare Tauchwand zwischen den beiden Kammern bildet dabei den Siphon, ermöglicht jedoch auch den Zugang zur Ausströmkammer

von der Einströmkammer aus. Diese kann über die darüberliegende Revisionsöffnung, abgedeckt durch einen Gussrost 400 x 500 mm mit Arretierung, erreicht werden. Die Vorteile dieses Tauchwandschachts gegenüber bisherigen Tunnelentwässerungsschächten sind die vereinfachte Reinigung sowie die platzsparende Ausführung. Der Tauchwandschacht ist geprüft nach EN 1433 mit Belastungsklasse D400. Dieser Tauchwandschacht ist ein Sondervorschlag, um die an-

special object parameters. The channel's integrated seal provides liquid-tight butt joints. The channel produced monolithically without adhesive joint (load class D400 after EN 1433) has a flow cross-section of 215 cm²/m. The increased number of side inlets ensures the project-specific required acceptance of accumulated splash fluids is increased 1.5 times. The compact design of the channel in question enabled the designated column length to be increased from 16.7 to 25 m in spite of the shallow installation depth.

The new channel design approach sets standards in conjunction with valid and upcoming regulating regarding the furnishing of tunnels. The ACO KerbDrain KD represents the optimal solution with regard to implementing and integrating the relevant technical general conditions and safety aspects from the project requirements for the Rendsburg Canal Tunnel (Fig. 2). The installation rate is enhanced thanks to the applied

laying concept as well as the production of a 1 m element. Depending on market needs, special solutions for this channel can be provided. Accessory parts such as the baffle shaft and inspection elements augment this special drainage system for tunnels.

Baffle Shaft with Connection to KerbDrain KD

A further development, presented by ACO, is a baffle shaft for tunnels (Fig. 3). It is important when draining tunnels that combustible fluids can also be safely discharged alongside "normal" surface water. Towards this end an initial pipe system that is freely accessible from the surface – e.g. a channel – is connected via a siphon with a closed pipeline system. This siphon gate serves to confine combustible gases and liquids from the tunnel area.

The drainage shaft comprises a polymer concrete base housing, with which the KerbDrain KD is connected. The compact ele-



Sofort mehr Raum

... mit mobilen ELA-Lösungen



ELA
Mobile Räume mieten
www.container.de

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



info@container.de

ELA-Kontaktdaten als QR-Code für Ihr Smartphone.

gedachte Lösung nach der Technischen Regel T Was 10 am Kanaltunnel Rendsburg zu umgehen. Denn die Ausführung mit dem ACO Tauchwandschacht ist aufgrund der beengten Verhältnisse und den erforderlichen, enormen Eingriffen in die Bauwerkssubstanz, die mit einer Lösung durch einen Rohrsiphon einhergehen, wesentlich wirtschaftlicher. Diese Tauchwandschachtausführung wird erstmalig im Kanaltunnel Rendsburg eingesetzt.

Dehnungsfugenelement für KerbDrain KD

Bei der Verwendung von Entwässerungsrinnen (Linienentwässerung) in Tunneln oder bei Brücken sind besondere Abdichtungen zwischen einzelnen Rinnenelementen oder Rinnen zu anderen angrenzenden Bauteilen notwendig. Diese Abdichtungen müssen besondere Anforderungen erfüllen, da die Bauwerke (Tunnel/Brücke), in welche die Rinnen eingebaut werden, erheblichen Formveränderungen/Bewegungen unterliegen, z. B. aufgrund von temperaturabhängigen Dimensionsveränderungen, Setzungen oder Verschiebungen des Bauwerks. Entwässerungsrinnen, die in solche Bauwerke eingebaut werden, müssen sich folglich diesen besonderen Anforderungen, insbesondere Dimensionsveränderungen und Verschiebungen, anpassen. Problematisch hierbei ist, dass Entwässerungsrinnen in der Regel starr untereinander bzw. mit angrenzenden Bauteilen verbunden werden.



Der Tauchwandschacht für Tunnelbauwerke von ACO bietet aufgrund seiner kompakten Konstruktion wesentliche Vorteile

ACO's baffle shaft for tunnels affords considerable advantages on account of its compact design

Um einzelne Rinnenkörper untereinander oder mit anderen angrenzenden Bauteilen beweglich und dennoch flüssigkeitsdicht miteinander zu verbinden, entwickelte ACO das tagwasserdichte Dehnungsfugenelement. Die Basis dieser tagwasserdichten Dehnungsfuge bildet eine flanschähnliche Verbindung, bei der ein Edelstahlelement (V4A) jeweils mit den Stirnseiten der Rinnenkörper verbunden ist.

Das Dehnungsfugenelement besteht im Wesentlichen aus zwei Teilen, welche fest aber verschiebbar miteinander verbunden sind (Bild 4). In dem Edelstahlelement ist eine Dichtung aus EPDM integriert. Die Dichtungsstruktur ist in beidseitig umlaufende Dichtflächen eingebettet. Die Übertragung der Bewegung der Bauwerkselemente in einer

3

is considerably more economic owing to the constricted conditions and the enormous intervention affecting the structure that is necessary, which is resolved with a solution involving a pipe siphon. This baffle shaft version is being used for the first time in the Rendsburg Canal Tunnel.

Expansion Joint Element for KerbDrain KD

When applying drain channels (line drainage) in tunnels or for bridges, special seals between individual channel elements or channels and other neighbouring components are essential. These seals must fulfil special requirements as the structures (tunnel/bridge) in which channels are installed, are subject to considerable changes in form/movements, e.g. on account of temperature-related alterations in dimensions, settlements or displacements affecting the structure. Drainage channels, which are installed in such structures, must therefore adapt to these special changes, especially alterations in dimensions and displacements. It is problematic in this connection that drainage channels generally have to be connected rigidly with one another or to neighbouring components.

In order to enable individual channel sections to be connected with each other or to neighbouring components in a flexible manner but still impervious to fluids, ACO developed the surface water-proof expansion joint element. The basis of this surface water-proof expansion joint is formed by a flange-like connection, which is attached by means of a stainless steel element (V4A) to the faces of the channel.

ment possesses a flexible baffle, which forms an intake chamber and a tight outflow chamber in active state. The replaceable baffle made of stainless steel between the 2 chambers actually forms the siphon, also making it possible to access the outflow chamber from the intake chamber. This can be reached via the inspection port lying above covered with a 400 x 500 mm cast grate with locking system. The advantages of this baffle shaft compared to previous tunnel drainage shafts are the straightforward cleansing as well as the space-saving design. The baffle shaft is tested in accordance with EN 1433 with load class D400. This baffle shaft represents a special proposal to avoid the proposed solution in keeping with Technical Regulation "T Was 10" at the Rendsburg Canal Tunnel. For the version with the ACO baffle shaft

Alle Vorteile eines Abonnements + einen iPod als Geschenk.

4
Ausgaben
testen!



4 Ausgaben tunnel im Kennenlern-Paket:
Sie sparen 14,50 EUR im Vergleich zum Einzelheftkauf
und erhalten

1 x iPod Shuffle 2 6GB kostenlos dazu!

Jetzt ausfüllen und Prämie sichern

Firmenanschrift

Privatanschrift

Firmenname

Branche

Vorname, Name

Straße

PLZ, Ort

Telefon

eMail

Datum/Unterschrift

2011TUA02V0

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

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

Noch mehr Infos unter: www.tunnel-online.info

Blockfuge und quer zur Rinnenachse kann über die Elementteile schadlos erfolgen. Eine Belastung der Rinne erfolgt dabei nicht. Trotz deutlicher Bewegungen quer- und/oder vertikal zur Rinnenachse bleibt die Konstruktion mit Dichtung und Dichtungskante in der Verbindung zwischen den Rinnenkörpern bzw. die Verbindung zwischen Rinnenkörper und angrenzendem Bauteil flüssigkeitsdicht. Die Ausführung des Dehnungsfugenelements

für den Kanaltunnel Rendsburg ist für eine Bewegung von ± 7 mm in den Blockfugen des Tunnels ausgelegt. Die Rinne selbst wird durch einen Baustellenschnitt und Dichtungsmasse passgenau an das Dehnungselement angearbeitet und aufwendige Vorkonfektionen entfallen.

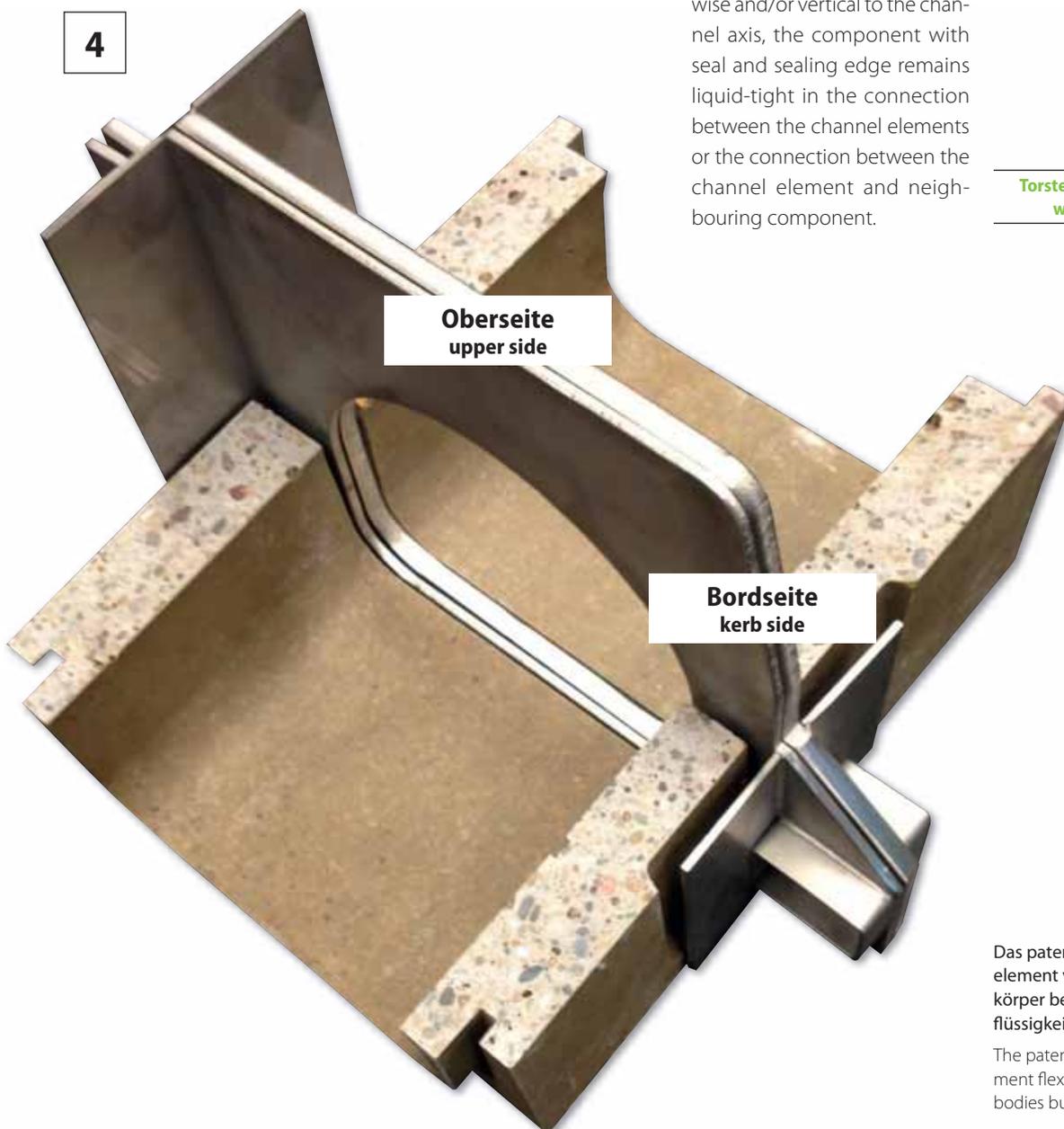
Das patentierte Dehnungsfugenelement kann in Größe und Ausführung an Rinnen und Projektanforderungen angepasst werden. 

The expansion joint element by and large consists of 2 parts, which are firmly but flexibly connected with each other (Fig. 4). An EPDM seal is integrated in the stainless steel element. The seal is embedded in 2 continuous sealing faces at both sides. Movements of the structural elements in a block joint and crosswise to the channel axis can be transferred via the parts of the element without harm being caused. The channel is not affected in such cases. In spite of clear movements either crosswise and/or vertical to the channel axis, the component with seal and sealing edge remains liquid-tight in the connection between the channel elements or the connection between the channel element and neighbouring component.

The version of the expansion joint elements for the Rendsburg Canal Tunnel is designed to withstand a movement of ± 7 mm in the tunnel block joints. The channel itself is worked to fit the expansion element exactly thanks to on-site profiling and sealing material so that complicated preassembly is avoided.

The patented sealing joint element can be adapted to channels and project requirements in terms of size and design. 

4



Torsten Klehm, Olaf Wiechers
www.aco-tiefbau.de

Das patentierte Dehnungsfugenelement verbindet zwei Rinnenkörper beweglich und trotzdem flüssigkeitsdicht miteinander.

The patented expansion joint element flexibly connects 2 channel bodies but still remains liquid-tight

tunnel eMagazine



TO ORDER

CALL US

+49 5241 80-90884

OR SEND US AN EMAIL

customer-service@bauverlag.de

Subscribe
NOW!

tunnel

Official Journal of the STUVA

Deutschland

Ankerschiene – hohe dynamische Tragfähigkeit durch erweiterte ETA-Zulassung bestätigt

Das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) hat für JORDAHL® Ankerschienen eine neue, erweiterte Europäische Technische Zulassung (ETA-09/338) erteilt. Motiviert durch stetig steigende Anforderungen an Decken- und Dachkonstruktionen mit bis zu 120 min Branddauer sowie neue Anwendungsbereiche, wie den Kraftwerks- und Tunnelbau, entschloss sich das Berliner Unternehmen, die Leistungsfähigkeit der JORDAHL Ankerschienen JTA bis zur Brandschutzklasse R120 durch das DIBt in die neue ETA aufnehmen zu lassen.

Die warmgewalzten JORDAHL Ankerschienen JTA W konnten ihre Leistungsfähigkeit im Bereich Dynamik bei höheren Wechsellasten erfolgreich unter Beweis stellen. Im Vergleich zu anderen Produkten im Markt ist ihre dynamische Tragfähigkeit um bis zu 240 % höher. Gesteigert wurde auch die Lippentragfähigkeit der warmgewalzten Schienen. Eine bis zu 70 % größere Tragfähigkeit jeder Schraube an der Schienenlippe ermöglicht eine bessere Nutzung der JORDAHL Ankerschiene.

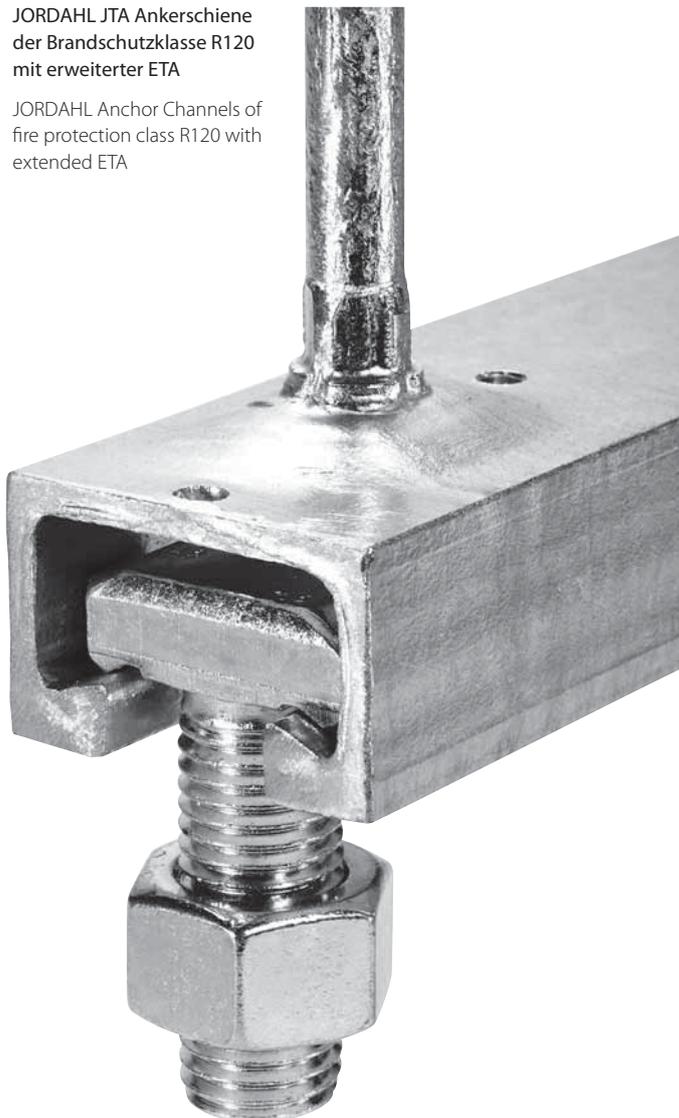
Damit bietet die Jordahl GmbH nicht nur ein für die Wechselbeanspruchung zugelassenes System, sondern garantiert auch gleichzeitig die Leistungsfähigkeit seiner Ankerschienensysteme bei statisch einwirkenden Lasten. An den Grundsätzen einer sicheren Befestigung im Beton bei größtmöglicher Montage-

flexibilität und wirtschaftlicher Gesamtlösung hält das Berliner Unternehmen weiter fest.

Die JORDAHL GmbH setzt damit ihren Weg zur Entwicklung und Produktion EC 2-konformer und damit für jede Anwendung sicherer Befestigungssysteme fort. Die zusätzlichen Optionen der ETA stellt die Jordahl GmbH ihren planenden Kunden mit einem Update ihrer Software für Ankerschienen kostenfrei zur Verfügung. 

JORDAHL JTA Ankerschiene der Brandschutzklasse R120 mit erweiterter ETA

JORDAHL Anchor Channels of fire protection class R120 with extended ETA



JORDAHL GmbH

Germany

Anchor Channels – extended ETA underlines capability in terms of dynamics

The German Institute for Construction Technology (DIBt) has awarded new, extended European Technical Approval (ETA-09/338) for JORDAHL® Anchor Channels. The Berlin company decided to have the anchor channels approved by the DIBt and accepted in the new ETA, motivated by constantly growing demands on ceiling and roof structures with up to 120 min fire duration as well as new fields of application such as

power plant construction and tunnelling.

The hot-rolled JORDAHL Anchor Channels JTA W were able to successfully underline their capability in terms of dynamics given high alternating loads. Compared with other products on the market their dynamic bearing capacity is up to 240 % higher. The lip bearing capacity of the hot-rolled channels was also enhanced. An up to 70 % higher bearing capacity for each screw on the channel lip facilitated better utilization of the JORDAHL Anchor Channels.

As a result, the Jordahl GmbH offers a system approved for alternating stress while at the same time guaranteeing the efficacy of its anchor channel systems given statically acting loads. The Berlin company still relies on the principles of safe attachment in the concrete and an economic overall solution.

The Jordahl GmbH is thus continuing its path towards developing and producing attachment systems conforming to EC 2, which are accordingly safer for every application. The Jordahl GmbH is also providing its customers engaged in planning with the additional options of the ETA with an update of its software for anchor channels. 

STUVA Tagung 2013/ STUVA-Conference 2013

*ICS International Congress
Center, Stuttgart*

27. – 29. November 2013,
Stuttgart, Germany

Contact:

info@stuva.de

www.stuva-conference.com

The 3rd International Symposium and Exhi- bition on Underground Excavations for Trans- portation

29. – 30. November, 2013,

Istanbul, Turkey

Contact:

bilgin@itu.edu.tr

istanbul@maden.org.tr

www.uyak2013.org

ATC 2013

*1st Arabian Tunnelling
Conference 2013*

10. – 11. December 2013,
Dubai, United Arab Emirates

Contact:

www.uae-atc2013.com

BC2014

*BrennerCongress –
International Symposium*

20. + 21. February 2014,
Innsbruck, Austria

Contact:

sigrun.heute@uibk.ac.at

www.brennercongress.com

29. Christian Veder Kolloquium

24. + 25. April 2014,

Graz, Austria

Kontakt:

www.cvk.tugraz.at

21. Symposium für Felsmechanik und Tunnelbau

6.+ 7. Mai 2014

Stuttgart, Germany

Contact:

www.dggt.de

Tunnel Safety and Ventilation

6th International Conference

12. + 13. Mai 2014

Graz, Austria

www.tunnel-graz.at

World Tunnel Congress 2014

Tunnels for a better life

9. – 15. May 2014,

Foz do Iguaçu – PR, Brazil

Contact:

info@wtc2014.com.br

www.wtc2014.com.br

STC 2014

Suisse Tunnel Congress

11. – 13. Juni 2014

Luzern, Schweiz

Contact:

www.swisstunnel.ch

InnoTrans 2014

*Internationale Fachmesse für
Verkehrstechnik – Innovative
Komponenten, Fahrzeuge,
Systeme*

*Railway Infrastructure,
Interiors (inkl. Travel Cate-
ring & Comfort Services),*

*Public Transport und Tunnel
Construction*

23. – 26. September 2014,

Messegelände, Berlin

Contact:

innotrans@messe-berlin.de

www.innotrans.de

BGL Online

Baumaschineneinsätze schnell und sicher berechnen



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

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

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

Weltweit
größter
Katalog mit
allen gängigen
Gerätedaten

Jetzt online bestellen bei
www.profil-buchhandlung.de

Weitere Infos auf:
www.bgl-online.info

oder telefonisch unter:
05241 80 88 957

Profil –
Buchhandlung im Bauverlag

Inserentenverzeichnis / Advertising list

Advertisers	Internet	Page
A.S.T. Bochum GmbH, Bochum/D	www.astbochum.de	13
ACO Tiefbau Vertrieb GmbH, Büdelsdorf/D	www.aco-tiefbau.de	31
AGRU Kunststofftechnik GmbH, Bad Hall/A	www.agru.at	37
Amberg Engineering AG, Regensdorf/CH	www.amberg.ch	7
BASF Construction Chemical (Europe), Zürich/CH	www.basf-cc.ch	U4
Belloli SA, Grono/CH	www.belloli.ch	39
Brugg Contec AG, Romanshorn/CH	www.bruggcontec.com	17
Desoi GmbH, Kalbach/D	www.desoi.de	61
ELA GmbH, Haren/D	www.ela-container.de	65
Elkuch Bator AG, Herzogenbuchsee/CH	www.elkuch.ch	49
Friedr. Ischebeck GmbH, Ennepetal/D	www.ischebeck.de	57
H+E Logistik GmbH, Bochum/D	www.helogistik.de	U3
Häny AG, Jona/CH	www.haeny.com	59
HBI Haerter AG, Zürich/CH	www.hbi.ch	19

Advertisers	Internet	Page
Herrenknecht AG, Schwanau/D	www.herrenknecht.de	U2
Implenia Bau AG, Aarau/CH	www.implenia.com	15
KrampeHarex GmbH & Co. KG, Hamm/D	www.krampeharex.com	47
Lanz Oensingen AG, Oensingen/SO/CH	www.lanz-oens.com	9
Mapei Suisse SA, Sorens/CH	www.mapei.ch	5
Marti Technik AG, Moosseedorf/CH	www.martitechnik.ch	21
Maschinen- und Stahlbau Dresden AG, Dresden/D	www.msd-dresden.de	11
Rascor International AG, Steinmaur/CH	www.rascor.com	35
Sick AG, Reute/D	www.sick.com	45
Sika Schweiz AG, Aliva Equipment, Widen/CH	www.aliva-equipment.com	27
TechnoBochum, Bochum/D	www.techno-bochum.de	43
The Robbins Company, Kent/USA	www.TheRobbinsCompany.com	23
TROX GmbH, Neukirchen-Vluyn/D	www.trox.de	53

bau | | verlag

We give ideas room to develop

www.bauverlag.de

tunnel 32. Jahrgang / 32nd Year
www.tunnel-online.info

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

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

Verantwortliche Redakteure /

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

Redaktionsbüro / Editors Office:

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

Layout:

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

Anzeigenleiter / Advertisement Manager:

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

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

Gültig ist die Anzeigenpreisliste Nr. 32
vom 1.10.2013
Advertisement Price List No. 32
dated 1.10.2013 is currently valid

Auslandsvertretungen / Representatives:

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

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

Russland/CIS:
Dipl.-Ing. Max Shmatov, Event Marketing Ltd.
PO Box 150 Moskau, 129329 Russland
Phone: +7495-7624834,
Fax: +7495-7377289,
E-Mail: shmatov@event-marketing.ru

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

Geschäftsführer / Managing Director:

Karl-Heinz Müller
Phone: +49 5241 80-2476

Verlagsleiter Anzeigen und Vertrieb /

Director Advertisement Sales:
Dipl.-Kfm. Reinhard Brummel
Phone: +49 5241 80-2513

Herstellungsleiter / Production Director

Olaf Wendenburg
Phone: +49 5241 80-2186

Abonnentenbetreuung & Leserservice /

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

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

Marketing & Vertrieb /

Subscription and Marketing Manager:

Annika Bergmeier
Phone: +49 5241 80-42939
Fax: +49 5241 80-642939

Bezugspreise und -zeit / Subscription rates and period:

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

Inland / Germany € 161,00

Studenten / Students € 97,00

Ausland / Other Countries € 171,00

Einzelheft / Single Issue € 26,00

(inklusive Versandkosten / including postage)

eMagazine € 99,00

Mitgliedspreis STUVA / Price for STUVA members

Inland / Germany € 121,00

Ausland / Other Countries € 129,00

Kombinations-Abonnement Tunnel und tHIS

jährlich inkl. Versandkosten:

€ 212,20 (Ausland: € 218,80)

Combined subscription for

Tunnel + tHIS including postage:

€ 212,20 (outside Germany: € 218,80).

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

Ein Abonnement gilt für ein Jahr und verlängert sich danach jeweils um ein weiteres Jahr, wenn es nicht schriftlich mit einer Frist von drei Monaten zum Ende des Bezugszeitraums gekündigt wird.

The subscription is initially valid for one year and will renew itself automatically if it is not cancelled in writing not later than three months before the end of the subscription period.

Veröffentlichungen:

Zum Abdruck angenommene Beiträge und Abbildungen gehen im Rahmen der gesetzlichen Bestimmungen in das alleinige Veröffentlichungs- und Verarbeitungsrecht des Verlages über. Überarbeitungen und Kürzungen liegen im Ermessen des Verlages. Für unaufgefordert eingereichte Beiträge übernehmen Verlag und Redaktion keine Gewähr. Die Rubrik „STUVA-Nachrichten“ liegt in der Verantwortung der STUVA. Die inhaltliche Verantwortung mit Namen gekennzeichnete Beiträge übernimmt der Verfasser. Honorare für Veröffentlichungen werden nur an den Inhaber der Rechte gezahlt. Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Mit Ausnahme der gesetzlich zugelassenen Fälle ist eine Verwertung oder Vervielfältigung ohne Zustimmung des Verlages

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

Publications:

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





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

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



I NEED SAFE AND EFFICIENT TUNNELING.

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

For more information please visit www.ugc.basf.com

 **BASF**

The Chemical Company