

tunnel

1
February

Offizielles Organ der STUVA · Official Journal of the STUVA

2012

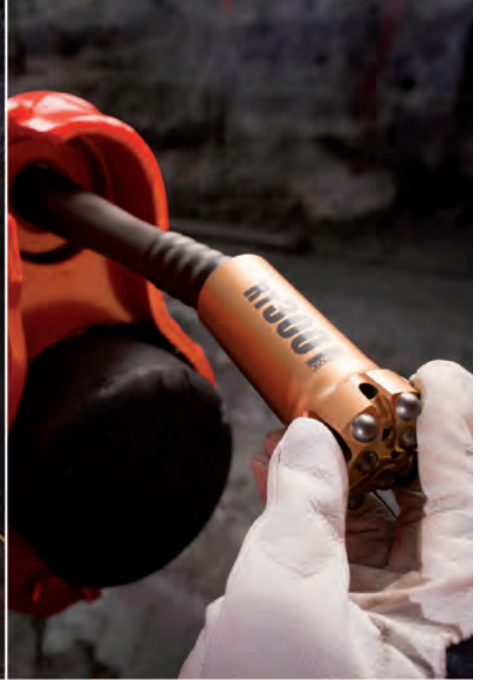
www.tunnel-online.info



30 Jahre
tunnel
www.tunnel-online.info

Austria / Italy: Brenner Base Tunnel under Construction
Driving Technology: Extension of Prague Metro
Fire Safety: Fixed Fire Fighting Systems

Sandvik Maschinen für den Sprengvortrieb ...



Kompetenz im Tunnelbau



... und Teilschnittmaschinen



Sandvik – Ihr zuverlässiger Partner für den Tunnelbau

Gewinnen Sie mit uns den Wettlauf gegen die Zeit!

Gemeinsam finden wir die für Ihre Anwendung passende Vortriebsmethode. Basierend auf unserem umfassenden Wissen und langjähriger Erfahrung im Tunnelbau mit Sprengvortrieb oder mit Teilschnittmaschinen können wir Sie bestmöglich bei Ihren Tunnelbauprojekten beraten und unterstützen.

Sandvik – Kompetenz im Tunnelbau!



SANDVIK MINING AND CONSTRUCTION CENTRAL EUROPE GMBH D-45356 ESSEN DEUTSCHLAND
TEL +49 (0) 201-1785-300 www.mc.sandvik.com/eu



tunnel 1/12

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



Stationäre Brandbekämpfungsanlagen (FFFS) sind heute eine etablierte Technologie zur Verbesserung der Tunnelsicherheit, S. 40 ff.

Today, Fixed Fire Fighting Systems (FFFS) are an established technology to improve fire and life safety in tunnels, see pp 40.

Title

Im Gotthard-Basistunnel werden gesamthaft 353 Querschlagtüren zur Sicherstellung des Fluchtweges von einer zur anderen Röhre verbaut

In the Gotthard Base Tunnel there are altogether 353 cross-passage doors to secure the evacuation route from one bore to the other

(Photo: Elkuch Bator AG)

30 Jahre / 30 years tunnel	
Herzlichen Glückwunsch zum Dreißigsten! Celebrating 30 Years of tunnel! R. Leucker	2
Nachlese STUVA-Tagung 2011 2011 STUVA Conference revisited G. Girnau	4
30 Jahre tunnel 30 years tunnel	8
Aktuelles / Topical News	16
Hauptbeiträge / Main Articles	
Brenner Basistunnel im Bau Brenner Base Tunnel under Construction K. Bergmeister	18
Zwei Erddruck-Schilde für die Erweiterung der Linie A der Metro Prag Two Earth Pressure Balance Shields for Metro Line A Extension of Prague Metro Karin Bäßler, E. Stehlik	32
Brandbekämpfungsanlagen für Straßen- und Bahntunnel Fixed Fire Fighting Systems for Road and Rail Tunnels M. Lakkonen, T. Bremke	40
STUVA-Nachrichten / STUVA News	47
Fachtagungen / Conferences	
Tunnelanierung und -erneuerung – ein Thema für die Zukunft Tunnel Rehabilitation, Maintenance and Renovation – a Topic for the Future	53
Internationale Konferenz für Spezialtief- und Tunnelbau International Conference for Geotechnical and Tunnel Construction	60
econstra öffnet im Oktober 2012 ihre Pforten econstra opens in October 2012	62
Informationen / Information	
Veranstaltungen Events	63
Inserentenverzeichnis Advertising list	64
Impressum Imprint	64



Herzlichen Glückwunsch zum Dreißigsten!

Celebrating 30 Years of tunnel!

Ein Prosit auf das Geburtstagskind! Vor 30 Jahren erschien die Zeitschrift tunnel zum ersten Mal. Auch wenn manch einer nach 30 Jahren Berufstätigkeit schon mal seine Gedanken auf den Ruhestand richtet – zum „Alten Eisen“ gehört man deshalb nicht. Im Gegenteil: die zahlreichen Erfahrungen machen so jemanden wertvoll für ein Unternehmen. Und das gilt im übertragenen Sinn auch für die Zeitschrift tunnel. Vieles wurde in der Vergangenheit über Tunnelbau berichtet, doch längst ist nicht alles erzählt. In den ersten Jahren, in denen tunnel laufen gelernt hat, standen sicher andere Themen auf der Tagesordnung als heute. So hat sich beispielsweise der maschinelle Tunnelvortrieb in den letzten Jahrzehnten rasant entwickelt. Und dabei konnten zahlreiche Erfahrungen gesammelt werden.

Aufgabe einer Fachzeitschrift ist es, die Erfahrungen, die an den unterschiedlichsten Stellen gemacht wurden, zu verbreiten und zur Nutzung in neuen Projekten zur Verfügung zu stellen. Und das ist tunnel in der Vergangenheit exzellent gelungen. Das Konzept der von Anfang an zweisprachig gestalteten Zeitschrift ist unverändert richtig: das Angebot eines nationalen und internationalen Forums zum Erfahrungs- und Ideenaustausch für Planung, Ausschreibung, Vergabe, Finanzierung, Bau und Betrieb unterirdischer Anlagen für Verkehr, Ver- und Entsorgung, Wirtschaft und Freizeit. Dass dabei bevorzugt Praktiker zu Wort kommen und so für den Erfahrungsaustausch unter Kollegen sorgen, ist mit ein Erfolgsfaktor von tunnel.

Auch wenn durch die Berichterstattung in tunnel viel erreicht wurde, bleibt noch viel zu tun. Zwar werden immer neue Rekorde verzeichnet – Tunnel werden noch länger, liegen noch tiefer und haben noch größere Durchmesser – doch die Physik setzt gewisse Grenzen, auch wenn das in der Öffentlichkeit gerne übersehen wird. Hier sind weiterhin gute Ideen von Ingenieuren gefragt; und von diesen gilt es zu berichten. Aber auch neue Themen müssen angegangen werden: Die Akzeptanzprobleme bei Großprojekten wie Stuttgart 21 zeigen, dass nicht alleine technische Herausforderungen zu bewältigen sind. Auch die Finanzierbarkeit von neuen Tunneln in Zeiten knapper werdender öffentlicher Mittel fordert kreative Ideen. Zudem wird das Thema „Energie“ zunehmend wichtiger und so gewinnt der wirtschaftliche Betrieb von Tunneln mehr und mehr an Bedeutung. Themen gibt es also auch in Zukunft genügend.

Ich wünsche der Redaktion und dem tunnel-Team, dass sie sich auch in den kommenden Jahren ihren Enthusiasmus erhalten, damit die Zeitschrift auch weiterhin einen wesentlichen Beitrag zum Wissenstransfer auf nationaler sowie europäischer und globaler Ebene leisten kann.

A toast to the birthday child. The first issue of tunnel appeared 30 years ago. Even although some of us are thinking about retiring after 30 years' professional grind – it doesn't mean you're past your sell-by date. On the contrary all that accumulated experience makes you invaluable to your company. And this also applies in similar fashion to the journal tunnel. A great deal has been published about tunnelling in the past but this doesn't mean there's no more to be said. During its fledgling years when tunnel was still establishing itself clearly other topics were on the agenda as today. For instance mechanised tunnelling has developed rapidly in recent decades. And a substantial amount of experience has been gathered in the process.

The task of a journal like tunnel is to spread findings that have been acquired at various places and to make them available for use in new projects. In the past, tunnel has had an exceptional record in achieving this. From the very beginning the journal has been published in 2 languages, an unchanging concept that remains the right one: offering a national and international forum to exchange findings and ideas for planning, tendering, financing, construction and operation of underground facilities for transport, supply and disposal, industry and leisure-time. A further success factor of tunnel is that in the process practitioners have their say thus catering for an exchange of views among colleagues.

Although the articles published by tunnel have achieved a great deal, there is still a lot to do. Admittedly more and more records are being established – tunnels are becoming longer, are located at ever greater depths and possess larger diameters – however there are limits to physics even although this is often cheerfully overlooked by the general public. Good ideas from engineers continue to be in demand here; and these deserve to be reported on. However new topics must also be tackled: the problems of major projects being accepted such as Stuttgart 21 indicate that more than technical challenges have to be overcome. Financing new tunnels at a time when public funds are becoming ever scarcer calls for creative ideas. In addition the topic of “energy” is becoming ever more important so that the economic operation of tunnels becomes increasingly imperative. There will be no shortage of topics in the future either.

I trust that the editorial office and the tunnel team also retain their enthusiasm in the years to come so that the journal continues to be a major factor in transferring knowledge at national, European and global level.

Good Luck!

Yours,

Join Italy's premier tunnelling event

27–29 March 2012, Lingotto Fiere, Turin, Italy

INTERtunnel 2012 brings together the many specialists responsible for planning, building and operating tunnels and underground spaces.

See the latest innovations in tunnelling technology

Meet suppliers of the products and services essential for safe and efficient tunnel construction and operation.

Learn more from the experts

Gain an insight into current industry topics and trends at drop-in technical seminars or by joining a conference presented by The Italian Tunnelling Society (SIG).

INTERtunnel 2012 features the very latest products and technologies in these key sectors:

- Construction and contracting services
- Tunnel construction equipment and plant
- Construction products and materials
- Microtunnelling and trenchless technologies
- Fire protection and safety systems
- Communications and security equipment and systems
- Pollution control and ventilation equipment
- Electrical and lighting systems
- Consultancy and design services

Register online now and save €15 on the door!
Visit www.intertunnel.com to pre-register for free!



INTERtunnel
 The 10th International Tunnelling **2012** Exhibition

MACKBROOKS
exhibitions

Tel: +44 (0)1727 814 400
 Email: intertunnel@mackbrooks.com
 For more information
 visit www.intertunnel.com

Show Partners

With the endorsement of the Italian Ministry of Infrastructure and Transport



Società Italiana Gallerie
 Italian Tunnelling Society



Media Partners



Nachlese STUVA-Tagung 2011

Erfolg – und wie man damit umgeht!

Am 20. Dezember 2011 war Weihnachtsfeier bei der STUVA angesagt. Eine verdiente Entspannung nach einer für das gesamte Team äußerst anstrengenden, aber wieder einmal sehr erfolgreichen STUVA-Tagung. Erfolgreich in vielfacher Hinsicht: ein anerkannt hochkarätiges Vortragsprogramm; eine optimal zugeordnete und inhaltlich vielschichtige sowie eindrucksvolle Ausstellung; mehr als 1.400 Teilnehmer mit Schwerpunkt aus den DACH-Staaten Deutschland, Österreich, Schweiz, aber insgesamt immerhin aus 20 Nationen; eine bekannt straffe Organisation in einem engen Zeitplan; ein „Beiprogramm“ mit einem langen gemütlichen Abend, einer „Tunnelnacht“ (Kabrio-Fahrt) und vielschichtigem Besichtigungsangebot. Für all dies war das engagierte und (trotz der 20-Stunden-Tage in Berlin) stets freundliche STUVA-Team zwar die Voraussetzung, aber vor allem auch das angenehme Beiwerk für alle Teilnehmer. Weihnachten konnte also zu recht gefeiert werden.

Aber in der STUVA steht vor dem Feiern stets die Arbeit. So war vor der Weihnachtsfeier eine Besprechung aller Mitarbeiter angesetzt, in der eine Bilanz der STUVA-Tagung '11 gezogen werden sollte. Als Einer, der alle bisherigen STUVA-Tagungen der letzten 50 Jahre mitgemacht hat, interessierte mich diese Analyse, denn erstmalig hatte das „neue, junge STUVA-Team“ diese Tagung weitestgehend allein organisiert und durchgeführt (d.h. ohne die Hilfestellung der „Alten“). So nahm ich an der Besprechung als Gast teil. Wenn ich angesichts des unbestreitbaren

Erfolges der zu diskutierenden Veranstaltung ein gemeinschaftliches „Auf-die-Schulterklopfen“ erwartet hatte, so sah ich mich sehr schnell eines Besseren belehrt: Es fand praktisch ausschließlich eine äußerst kritische Selbstanalyse statt. Was war gut? Was war schlecht? Was kann wie verbessert werden? Worauf müssen wir beim nächsten Mal besonders achten? Welches Echo/welche Kritik kam von den Teilnehmern/Ausstellern und wie müssen wir damit umgehen? Worauf müssen wir bei den externen Partnern, auf die wir nur mittelbar Einfluss haben (Subunternehmer, Caterer, Messebauer, Saaltechnik usw.), besonders achten und vorbereitend entsprechenden Druck ausüben? Jeder Mitarbeiter hatte sich für seinen Einsatzbereich auf der Tagung zu derartigen Punkten seine Notizen gemacht und trug sie in völliger Offenheit vor. Die wichtigen Erkenntnisse wurden schriftlich festgehalten und in eine Checkliste für die Vorbereitung der nächsten STUVA-Tagung (2013 in Stuttgart) eingearbeitet.

Schweigend, aber beeindruckt von der Sorgfalt und dem Grad der kritischen Selbstreflexion, habe ich diese Debatte verfolgt. Am Schluss der Diskussion wurde ich nach meinem eigenen Eindruck von der Tagung gefragt. Ich sagte, dass hochkarätiger Inhalt und möglichst perfekter Ablauf die Erfolgsrezepte aller STUVA-Tagungen gewesen seien und ich erfreut festgestellt hätte, dass hieran in Berlin 2011 nahtlos angeknüpft worden ist. Mehr jedoch hätte mich noch etwas anderes beeindruckt und erfreut: Bei

2011 STUVA Conference revisited

Success – and how to deal with it!

The STUVA Xmas Party was scheduled for December 20, 2011. Deserved relaxation following an extremely strenuous but once again highly successful STUVA Conference for the entire team. Successful in many ways: a recognisably high-grade lecture programme; an impressive exhibition staged optimally and full of content; more than 1,400 participants mainly from the D-A-CH countries – Germany, Austria and Switzerland but altogether embracing no less than 20 countries; the renowned exact organisation encompassing a narrow time frame; a “fringe programme” with an extended cosy gala evening, a “tunnel night” (trip in an open rail car) and a varied excursion programme. The committed and always friendly STUVA team (in spite of the 20-hour day in Berlin) was the prerequisite apart from being a pleasing frill for all those taking part. So quite rightly Xmas could be celebrated.

However work always comes first before celebrating as far as the STUVA is concerned. Thus prior to the Xmas Party all members of staff convened for a meeting to discuss the outcome of the 2011 STUVA Conference. As someone, who has attended all the STUVA conferences held during the past 50 years, I was interested in this analysis, as for the first time the “new, young STUVA team” had by itself more or less organised and staged this conference (i.e. without the aid of the “old guys”). Thus I took part in the discussion as a guest. If I had expected mutual “back-slapping” to emerge from this discussion as a result of the overwhelming success I quickly discovered just how wrong I was. What ensued

was almost entirely devoted to a critical self-analysis. What was good? What was bad? What can still be improved? What must be accorded particular emphasis the next time? What response/what criticism came from the participants/exhibitors and how should this be dealt with? What must we watch for in particular regarding our external partners, upon which we can only exert an indirect influence (sub-contractors, caterers, booth builders, hall technology etc.) and exercise corresponding pressure in advance? Every staff member had jotted down remarks regarding such points related to his sphere of activities at the Conference and aired them in front of his colleagues. The important recognitions were recorded in writing and included in a checklist in preparation for the next STUVA Conference (2013 in Stuttgart).

I followed this debate in silence but impressed by the painstakingness and the degree of critical self-reflection. At the end of the discussion I was asked for my impression about the Conference. I said that high-grade content and as perfect an agenda as possible had been the recipes for success of all STUVA conferences in the past and I was delighted to determine that Berlin 2011 had dovetailed smoothly without a hitch. However, something else impressed and delighted me all the more: during talks with several participants, who were taking part at a STUVA Conference for the first time in Berlin, they all independent of each other came to the same conclusion in emphasising the genuinely good mood prevailing at the event. In

Gesprächen mit mehreren Teilnehmern, die in Berlin erstmalig an einer STUVA-Tagung teilgenommen haben, sei von allen unabhängig voneinander, aber inhaltlich übereinstimmend die auffallend gute „Stimmung“ auf der Veranstaltung betont worden. Manche haben in diesem Zusammenhang sogar davon gesprochen, sie hätten das Gefühl, an einem „Familientreffen der Tunnelbauer“ teilzunehmen. Niemand konnte so recht sagen woran das liegt, aber alle waren der Ansicht dies sei ein herausragendes Unterscheidungsmerkmal der STUVA-Tagung von anderen Veranstaltungen.

Natürlich kennen auch wir die Gründe nicht so genau, aber das Gefühl der „Neuen“ stimmt durchaus mit dem Gefühl der „Al-

ten“ überein, und dies ist nicht zuletzt ein Grund dafür, warum alle so gerne zur STUVA-Tagung wieder kommen. Vielleicht hängt es ein wenig damit zusammen, dass bei der STUVA ausschließlich Fachleute für Fachleute (und keine Eventmanager) eine Tagung machen, und dass dies mit dem geschilderten Einsatz sowie der Begeisterung – aber auch der Selbstkritik - des Teams geschieht.

Ich jedenfalls habe die Vorweihnachtsbesprechung der STUVA verlassen in der festen Überzeugung, dass mit dieser Behandlung und Einstellung Erfolg zukunftsfähig gemacht wird. Dank an das junge Team – wir Alten sind stolz auf Euch!

Günter Girnau

this connection some of them said they had the feeling of taking part at a “family gathering of tunnellers”. Nobody was able to put their finger on the reason behind this but they all felt that this was an outstanding factor in setting the STUVA Conference apart from other events.

We are not actually aware of the reasons either but the “young ‘uns” felt just the same as the “old guys” and this is presumably just one of the reasons why everyone is looking forward to attending the STUVA Conference again. Perhaps it has something to do with the fact that at the STUVA only experts (and no event managers) are involved in creating a conference for experts and that this occurs with the described devotion as well as the enthusi-

asm – quite apart from the self-criticism – of the team.

At any rate I departed from the STUVA's pre-Xmas discussion with the firm conviction that success is assured for the future thanks to this method and approach. Thanks to the young team – we old guys are proud of you!

Günter Girnau

Prof. Günter Girnau was a member of the STUVA staff from 1960 till 1963; its CEO from 1964 till 1977; chairman of the board from 1977 till 1999 and since then an honorary member of the STUVA board

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





THANK YOU FOR 30 YEARS, 209 ISSUES, 53,760,000 PAGES PACKED WITH FASCINATING INFORMATION.

Herrenknecht is a technology and market leader in the area of mechanized tunnelling systems. As the only company worldwide, Herrenknecht delivers cutting-edge tunnel boring machines for all ground conditions and in all diameters – ranging from 0.10 to 19 meters. In addition, Herrenknecht develops solutions for the production of vertical and sloping shafts.

The tailor-made machines create underground supply tunnels for water and sewage, for gas, oil, electricity, internet and telephone lines (Utility Tunnelling) as well as efficient infrastructure for car, metro and railway traffic (Traffic Tunnelling) around the world. Our tunnel boring machines are forging ahead with the world's longest railway tunnel and the largest metro lines. They help to cross under water with supreme accuracy and to lay pipelines throughout continents.

The Herrenknecht Group employs more than 3,300 members of staff worldwide. With 68 subsidiaries and associated companies working in related fields in Germany and abroad, a team of innovative specialists has formed under the umbrella of the Group, which is able to provide integrated solutions with project-specific equipment and service packages – close to the project site and the customer.

Herrenknecht AG
 D-77963 Schwanau
 Phone + 49 7824 302-0
 Fax + 49 7824 3403
 marketing@herrenknecht.com
 www.herrenknecht.com





Dipl.-Ing. Rudi Podjadtke

Prokurist

Bochumer Eisenhütte Heintzmann GmbH & Co. KG

Bochum, Deutschland

www.be-heico.de

» Die Einführung des nachgiebigen Ausbaus durch das TH-Profil (Toussaint/Heintzmann) anno 1931 war der wichtigste Schritt der Bochumer Eisenhütte Heintzmann. Die Entscheidung für den Einsatz des TH-Profiles im Schweizer Vereina-Tunnel im Jahr 1994 ermöglichten das Engagement der Eisenhütte am Gotthard-Basistunnel. Mit circa 32.000 t geliefertem Ausbau-material konnten wir einen beachtlichen Beitrag zum längsten Eisenbahntunnel der Welt leisten.

Anfang der 1980er Jahre fanden Gitterträger Einzug in den modernen Tunnelbau. Mit dem Bauprinzip „Starke Welle“ hat die Bochumer Eisenhütte Heintzmann einen Träger entwickelt, der sich weltweit etabliert hat. Innovationen im Ausbau und bei der Sicherung unterschiedlichster Vortriebe bilden die Triebfeder der „Bochumer Tunnelbauparte“. So erhielt die Eisenhütte für das Stauchelement Typ Wabe den Innovationspreis 2008 auf dem Tunneltag in Salzburg. Auch unsere neueste Entwicklung, der verstellbare nachgiebige Tübbingausbau, erhält positives Feedback. Insgesamt sind wir mit unserem Produktportfolio in der Lage, jegliche Ausbauanforderungen zu meistern.

Der stete Ausbau der europäischen Verkehrswege wird zukünftig weitere Herausforderungen stellen. Die geplanten Neubauten an Tunneln in Deutschland werden sicherlich in naher Zukunft nicht den erhofften Umfang erreichen, aber durch die Ertüchtigungsmaßnahmen der Deutschen Bundesbahn entsteht ein neuer Markt, den wir mit bereits in der Planung befindlichen Produktentwicklungen bedienen werden.

Wir gratulieren zum 30-jährigen Jubiläum und freuen uns auf weitere interessante Fachbeiträge in Ihrer Zeitschrift.

Introducing the yielding support in the form of the TH section (Toussaint/Heintzmann) in 1931 represented the most important step for the Bochumer Eisenhütte Heintzmann. The decision to apply the TH profile in the Swiss Vereina Tunnel in 1994 enabled the Eisenhütte to participate in the Gotthard Base Tunnel project. We were able to afford a substantial contribution towards the world's largest rail tunnel supplying around 32,000 t of material.

In the early 1980s lattice girders were introduced to modern tunnelling. In accordance with the "Starke Welle" construction principle the Bochumer Eisenhütte Heintzmann developed a girder, which established itself worldwide. Innovations for supporting and for securing different types of excavations form the backbone of the "Bochum tunnelling division". For examples the Eisenhütte was awarded the 2008 Innovation Prize at the Salzburg Tunnel Conference for the "Wabe" (honeycomb) stress controller element.

Our latest development, the adjustable yielding segmental support, is receiving positive feedback as well. Indeed thanks to our product portfolio we are in a position to master all lining requirements.

The ongoing development of European transport arteries will bring about further challenges in future. The new tunnels planned to be built in Germany in the near future will certainly not reach the extent once aspired to but the Deutsche Bundesbahn's redevelopment measures will open up a new market, which we will be able to cater for with products already at the development stage.

We should like to congratulate you on the occasion of your 30th jubilee and look forward to further interesting contributions contained in your publication. «



Werner Ochse

Business Development Manager

Mining & Tunnelling

Dräger Safety AG & Co. KGaA

Lübeck, Deutschland

www.draeger.com

» Tunnel gehören unabdingbar zu einer funktionsfähigen und verlässlichen Infrastruktur. Deshalb war es für Dräger eine konsequente Entscheidung, den Bereich Tunnelbau als

Tunnels indubitably belong to a functioning and reliable infrastructure. As a result it was only logical for Dräger to establish the field of tunnelling as a strategic business sector. Complex solutions »

strategisches Geschäftsfeld zu etablieren. Hier sind nicht nur einzelne Produkte gefragt, sondern komplexe Lösungen und Beratungsleistungen. Entwicklungspotenziale in diesem Bereich sind weltweit vorhanden, auch im deutschsprachigen Raum. Projekte wie Stuttgart 21 oder der Fehmarn-Belt-Tunnel seien hier exemplarisch genannt.

tunnel hat seit 30 Jahren den redaktionellen Finger am Puls des Marktes. Für Dräger ist es die Nr.1 im Tunnelsegment. Hier werden die wichtigsten Themen behandelt und relevante Informationen kurz und prägnant auf den Punkt gebracht. Wir gratulieren zum Jubiläum und wünschen für die Zukunft alles Gute!

and consulting services are in demand here as well as individual products.

Potential developments in this sphere are available worldwide including the German-language speaking region. Projects such as Stuttgart 21 or the Fehmarn Belt Tunnel are cited here as examples.

For over 30 years tunnel has kept its editorial finger on the market's pulse. For Dräger it is No. 1 on the tunnel segment. The most important topics are dealt with here and relevant information provided succinctly and concisely. We should like to express our congratulations on the occasion of your jubilee and wish you all the best for the future! <<



Dr.-Ing. E.h. Martin Herrenknecht

Vorsitzender des Vorstandes

Chairman of the Board of Management

Herrenknecht AG

Schwanau, Deutschland

www.herrenknecht.de

» Herrenknecht ist im Kerngeschäft Tunnelling weltweit führender Anbieter von Full-Range-Lösungen. Wir liefern nicht nur innovative Tunnelvortriebstechnik für alle Durchmesser und Baugründe, sondern auch alle wesentlichen vor- und nachgelagerten Einrichtungen und Serviceleistungen. Wir haben moderne Tiefbohrtechnik zur Erschließung von Öl und Gas sowie von Geothermie entwickelt und zum Einsatz gebracht; desweiteren sind wir im Mining-Geschäft mit neuartigen Schachtbohrmaschinen aktiv.

Die Entwicklung der Mixschild-Technologie zusammen mit Wayss & Freytag für die Großdurchmesser sowie die Weiterentwicklung der Micromaschinen zusammen mit Hochtief waren für uns entscheidende Durchbrüche am Markt, ebenso wie die Kooperation mit Bilfinger Berger in Projekten mit EPB-Schilden in Asien. Ein besonderer Meilenstein ist für uns der erfolgreiche Einsatz von 4 Hartgesteins-Gripper-TBM beim Gotthard-Basistunnel.

Wir gehen im unterirdischen Infrastrukturmarkt weltweit weiterhin von stabilen Wachstumsraten aus, vor allem in Asien-Pazifik, Middle East sowie in Nord- und Südamerika.

Wir beglückwünschen tunnel zu 30 Jahren spannender Berichterstattung und Informationen.

In our core market tunnelling, Herrenknecht is the leading supplier of full range solutions worldwide. We not only deliver innovative tunnel boring technology for all diameters and ground conditions but all relevant upstream and downstream services and equipment as well. We have developed and put into operation cutting-edge deep drilling technology for the exploration of oil and gas as well as geothermal energy. Additionally, we are active in the mining business with innovative shaft boring machines.

The development of the Mixshield technology for the large diameters together with Wayss & Freytag as well as the further development of the micro tunnelling machines together with Hochtief were key breakthroughs for us just as the cooperation with Bilfinger Berger in projects with EPB Shields in Asia. The successful deployment of 4 Herrenknecht hard rock Gripper TBMs at the Gotthard Base Tunnel is a particular milestone.

We are expecting continued stable growth rates worldwide in the market of underground infrastructures, especially in Asia Pacific, the Middle East and North and South America.

We congratulate tunnel on 30 years of fascinating reports and information. <<

» Der Tunnelbau benötigt spezielle Lösungen. Deshalb schufen wir bereits 1997 ein Maschinenbau-Team um passende Druckluftlösungen anzubieten. Dieser wichtige Schritt ermöglicht es uns heute eine Vielzahl an maßgeschneiderten Produkten anbieten zu können. Konsequenterweise vertreten wir die Meinung, dass bei Projekten, die nicht mit einer TBM und unter Druckluft aufgeföhren werden, nur „ölfreie“ Kompressoren zum Einsatz kommen dürfen. Dies nicht nur aufgrund gesundheitlicher Bedenken, sondern vor allem wegen der besseren Energieeffizienz. Moderne Infrastruktur funktioniert nicht ohne Tunnelbau, doch verhindern Machbarkeit und Finanzierung oft sinnvolle Projekte. Der Zeitschrift tunnel gratulieren wir zu 30 Jahren informativer Arbeit.



Marc Frantz

Geschäftsführer
Pressluft Frantz Baumaschinen- und
Ersatzteilhandels GmbH
Frankfurt/Main, Deutschland
www.pressluft-frantz.de

Tunnel construction needs specialized solutions. Therefore in 1997, we created an engineering team to design solutions tailored to this need. This important step enables us to offer a large variety of specialized products today. For non TBM driven in compressed-air projects, we are consequently of the opinion that only "oil free" compressors are to be used. Not only because of health concerns, but mostly because of the much higher energy efficiency. Modern infrastructure cannot function without underground structures, but feasibility and funding often prohibit necessary projects. We congratulate tunnel for 30 years of informative work. «

» Wie viele im Industriezweig wissen, kaufte mein Unternehmen Boretec vor etwa 10 Jahren Robbins von Atlas Copco. Das war für mich persönlich ein großer Durchbruch. In den Geschäftsbereich EPB einzusteigen, war eine der wichtigsten geschäftlichen Entscheidungen, die wir getroffen haben. Das war viel leichter als erwartet, dank der technischen Stärke von Robbins, die auf mehr als 60 Jahren Erfahrungen im Industriezweig beruht. Innerhalb eines sehr kurzen Zeitraums stellten wir Maschinen her, die jene unserer Konkurrenten leistungsmäßig übertrafen. Trotz unserer Erfolge bleibt noch genügend Raum, zukünftige Konstruktionen von Tunnelbohrmaschinen zu verbessern. Dazu gehören funktionsfähige Maschinen mit zwei Betriebsarten, funktionsfähige Schneidrollen, die bei Umgebungsluftdruck gewechselt werden können sowie Tunnelbohrmaschinen, die erfolgreich bei quellfähigem Gebirge eingesetzt werden können. So wie wir weiter bessere Modelle entwickeln, werden sich neue Möglichkeiten von selbst ergeben. Wir sind stark auf den Weltmarkt fokussiert, wobei Entwicklungsländer und globale Beschaffung eine große Rolle spielen. Für die nächsten 5 bis 10 Jahre erwarten wir eine Wachstumsrate von 10% für unseren Industriezweig. Die Zeitschrift tunnel ist für uns eine große Quelle technischer Informationen bezüglich weltweiter Projekte im unterirdischen Bauen und Trends in der Industrie.

As much of the industry is aware, my company, Boretec, purchased Robbins from Atlas Copco about 10 years ago – it was a huge breakthrough for me personally. Entering the EPB business sector was one of the most important business decisions we have made. It was much easier than expected because of Robbins strong engineering capabilities, which stem from over 60 years of experience in the industry. In a very short period of time we were producing machines that outperformed those of our competitors. Despite our success, there is a lot of room for improvement for future TBM designs, such as functional dual mode machines, functional atmospheric change cutters and TBMs that successfully handle squeezing ground. As we continue to develop better models, new opportunities will present themselves. Ours is very much a world market, with developing countries and global procurement playing a large role. In fact, we expect a 10% growth rate over the next 5 to 10 years in our industry. For us tunnel magazine is a great source of technical information on worldwide underground construction projects and industry trends. «



Lok Home

President
The Robbins Company
Solon, OH, U.S.A.
www.TheRobbinsCompany.com



Wir gratulieren zum 30. tunnel-Jubiläum!
Congratulation on the 30. Anniversary of tunnel!



GROUTING SYSTEMS





Dr. Markus A. Zoller

CEO

Rowa Tunnelling Logistics AG

Wangen, Schweiz

www.rowa-ag.ch

» Um als Schweizer KMU in der Tunnelbauindustrie weltweit mitzuspielen, ist ein professionelles Projekt-, Risiko- und Technologiemanagement unerlässlich. Rowa hat diese Prozesse perfektioniert. Als führende Anbieterin von Nachlaufinstallationen, Spezialanlagen und Logistiksystemen für den Untertagebau hat Rowa durch ständige Innovation und Weiterentwicklung der Anlagen die Diversifikation zur Lieferantin von Gesamtsystemen für maschinelle und konventionelle Vortriebe geschafft. Unser integrierter Ansatz ist, sämtliche Aufgabenstellungen nicht nur mit Anlagenbaukompetenzen, sondern auch mit unseren ausgeprägten Tunnelbaukenntnissen aus einer Hand anzugehen.

Unser Unternehmen bietet der Tunnelbauindustrie mit der Investition in ihre hoch mechanisierten Anlagen einen maximalen Return on Invest durch optimierte Lösungen bezüglich Verfügbarkeit, Beherrschbarkeit, Sicherheit und Gesamtkosten. In praktisch allen Baulosen der Neuen Eisenbahn-Alpentransversale NEAT in der Schweiz haben Rowa-Systeme dies unter Beweis gestellt, und Rowa hat sich als der Partner für größte Tunnelbauvorhaben positioniert. Weiter stehen Rowa-Anlagen derzeit von Kalifornien über Spanien, Zentraleuropa, Moskau und Indien erfolgreich im Einsatz.

Die Zukunft ist vielversprechend. Im Zuge des Ausstiegs aus der Atomenergie planen Hydro-Kraftwerk-Betreiber den Ausbau ihrer Wasserkraftwerken. Rowa kann hier bereits auf Erfahrungen mit komplexen Installationen zur Erstellung von Schrägstollen zurückgreifen. Rowa-Studien für effizientere Verfahren im Minenbau werden zurzeit umgesetzt. Die fortschreitende Urbanisierung wird leistungsfähigere Verkehrssysteme wie Hochgeschwindigkeitsstrecken oder U-Bahnen erfordern und damit anspruchsvollste Untertagebauvorhaben größter Dimension und komplexester Form auslösen.

To be successful as a key player of the international tunnelling industry, it is essential for a Swiss SME to have a professional project, risk and technology management. Rowa has and perfected these procedures. As a leading supplier of back-up installations, specialized systems and logistics solutions for underground construction, Rowa has realized the diversification to supply complete systems for automatic and conventional headings through continuous innovation and development. Our integrated approach incorporates not only leading competences in plant engineering and construction, but also thorough knowledge in tunnelling.

With their highly mechanized installations, our company is in a position to offer the tunnelling industry a maximum return on investment through optimised solutions with regard to availability, manageability, safety and total cost. The Rowa systems have proven this with practically all contract sections of the New Rail Link through the Alps (NEAT) in Switzerland, and Rowa has been able to position itself as partner for the biggest tunnelling projects. Presently, Rowa installations are successfully used from California to Spain, Central Europe, Moscow and India.

The future is promising. The trend to withdraw from the nuclear energy program has caused hydro power station operators to undertake expansion of their hydroelectric power plants. In this context, Rowa can capitalize on experiences already made with complex installations for the construction of incline shafts. The progressive urbanization will require more efficient transport systems, such as high speed lines or metro networks, which will trigger off extremely challenging underground projects of increasing dimensions and complexity. Finally, Rowa-studies for more efficient procedures in mining construction are presently being implemented. «

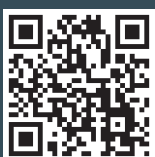
tunnel *now as* *eMagazine!*

Your advantages at a glance:

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



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



Go online wherever you are!

www.tunnel-online.info



Ronny Sachse

Leiter Tunnel- und Industrieklappen

Balamugilan Balakrishnan

Business Development Manager Tunnel Ventilation

TROX GmbH

Neukirchen-Vluyn, Deutschland

www.trox.de

» Seit mehr als vier Jahrzehnten entwickelt TROX Komponenten und Systeme für den Brand- und Rauchschutz in Gebäuden und unterirdischen Verkehrsanlagen. Die Kompetenz des Unternehmens ist damit einzigartig in der Branche. Das in 2009 eröffnete Internationale Center Brandschutztechnik ist das modernste Prüf-, Forschungs- und Entwicklungszentrum für mehr Sicherheit. Hier werden die von TROX entwickelten Produkte einem Brandschutztest unterzogen. Die Ergebnisse dienen der permanenten Weiterentwicklung unseres Produkt- und Leistungsportfolios. Im Ergebnis bietet TROX seinen Kunden weltweit dabei geprüfte Sicherheit und höchste Qualitätsstandards.

tunnel ist für TROX das Fachmedium im Tunnelwesen, hier informieren wir uns über Projekte, aktuelle Entwicklungen und zukunftsorientierte Lösungen. Der Name ist Programm: Die tunnel bleibt auch in ihrer Berichterstattung nicht an der Oberfläche, sondern geht fachlich in die Tiefe!

For more than four decades TROX have developed equipment's and systems for fire and smoke protection in buildings and underground transport systems. TROX has extensive knowledge and experience in this industry. In 2009, the International Center Fire Protection was opened and this is the most advanced testing, research and development center for fire safety. Products developed by TROX are subjected to fire tests according to international standards or norms. The results obtained from these tests are then used to support the continuous development of fire and smoke protection product and portfolio. This enables TROX to offer its customers worldwide, products which are tested and certified and of the highest quality standards.

For TROX tunnel represents the specialist medium in tunnelling. It provides us with information on projects, current developments and future-oriented solutions. The name speaks for itself. Reports contained in tunnel are by no means superficial but are well-founded technically. «



Frank Gregory

Business Development Manager Europe

Construction Polymers

Wacker Chemie AG

Burghausen, Deutschland

www.wacker.com

» Die Bauindustrie sieht spannenden Zeiten entgegen: Schwerpunkte bilden zum Beispiel die Renovierung bestehender Verkehrsbauwerke oder der steigende Bedarf an unterirdischer Infrastruktur. Bei WACKER sehen wir uns für diese Anforderungen gut gerüstet, speziell im Bereich Tunneling: Seit fünf Jahren bieten wir unsere ETONIS®-Produkte zur Modifizierung von Spritzbeton an – erste Projekte belegen Erfolg und Nutzen der neuen Technologie eindrucksvoll. Für 2012 wünschen wir uns weitere Tunnelprojekte und neue Herausforderungen im Bereich Infrastruktur und Bau. Dabei schätzen wir tunnel als Informationsmedium für neue Ideen, Technologien und Anwendungen sowie als Plattform zum Erfahrungsaustausch.

The construction industry is facing some exciting moments especially with regard to renovating existing transport structures or the growing need for underground infrastructure. We at WACKER feel particularly equipped to match these challenges especially on the tunnelling sector: for five years now we have been offering our ETONIS® products for modifying shotcrete – initial products impressively testify to the success and application of the new technology. For 2012 we hope to tackle further tunnel projects and new challenges in the fields of infrastructure and construction. Towards this end we appreciate tunnel as a source of information for new ideas, technologies and applications as well as providing a platform for exchanging experiences. «

WACKER

CREATING TOMORROW'S SOLUTIONS

DIE MISCHUNG MACHT'S – MODIFIZIERTER SPRITZBETON IM TUNNELBAU

ETONIS®

Gesteinswechsel, Wasserdruck und Neigung – beim Bau eines Tunnels ist kein Meter wie der andere. Mit unserem neuen Modifiziermittel ETONIS® passen Sie den Spritzbeton individuell der Situation an. Modifizierter Spritzbeton haftet hervorragend an jedem Gestein und reduziert den Rückprall signifikant, selbst auf feuchten Untergründen. Vorausgesetzt die Mischung stimmt. Nicht nur zwischen Beton und Modifiziermittel, sondern auch zwischen Ihren Wünschen und unserer Beratung. Für beides engagieren sich unsere Experten vor Ort.

Wacker Chemie AG, Tel. +49 8677 83-7979, info.polymers@wacker.com

InnoTrans 2012 in Berlin


InnoTrans ist ein ideales Forum

Wer glaubt, es geht auf der InnoTrans 2012 ausschließlich um Züge und Gleise, der täuscht sich. Zwar wird die internationale Leitmesse für Schienenverkehrstechnik vom 18. bis 21. September 2012 erneut zum größten Schaufenster der Bahnbranche, doch auch das Messesegment Tunnel Construction spielt eine herausragende Rolle auf der Fachschau. Nicht erst seit diesem Jahr, sondern bereits seit 2006 existiert ein eigenes Messesegment für Unternehmen aus dem Bereich Tunnelbau. Dort präsentieren die Firmen ihre innovativen Produkte und Dienstleistungen auf dem Berliner Messegelände unter dem Funkturm.

Auch in diesem Jahr ist das Unternehmen Dräger wieder im Segment Tunnel Construction dabei. Die international agierende Firma produziert Sicherheitstechnik, die auch im Tunnelbau Anwendung findet. Werner Ochse, Business Development Manager Mining & Utilities bei Dräger: „Der wachsende Bereich Tunnelbau auf der InnoTrans ist für uns ein ideales Forum, um persönliche Schutzausrüstung, aber auch Tunnel-Rettungsanzüge und Fluchtkammern vorzustellen.“ Unternehmen wie die Herrenknecht AG, Amberg Engineering AG, CFT compactfiltertechnik GmbH oder die Systemair GmbH – um nur einige zu nennen – präsentieren auf der Messe eine breite Produktpalette. Entsprechend bekommen Fachbesucher auf der InnoTrans einen umfassenden Marktüberblick über innovative Tunnelbautechnik.

Tunnel Forum wichtige Informationsplattform

Zusätzlich wird die Bedeutung des Tunnelbaus durch das von der Studiengesellschaft für unterirdische Verkehrsanlagen e.V. (STUVA) konzipierte Internationale Tunnel Forum unterstrichen. Aussteller, Fachbesucher und Brancheninsider können sich auf der Fachveranstaltung ergänzend zum eigentlichen Messebesuch einen Wissensvorsprung verschaffen. Für die Firma Dräger ist die enge Zusammenarbeit mit der STUVA ein großes Plus bei der Entscheidung für die Messeteilnahme. Werner Ochse: „Die internationale Ausrichtung und die hervorragende Vernetzung mit der STUVA sind für uns wichtige Faktoren. Deshalb erhoffen wir uns auch von der kommenden InnoTrans 2012 ein gewohnt hochqualifiziertes Publikum, wichtige Kontakte und kompetente Expertenforen.“

Schon zum jetzigen Zeitpunkt sind über 95 % der Hallenfläche aus dem Jahr 2010 vermietet. Der Veranstalter Messe Berlin geht davon aus, dass zeitnah die komplette Ausstellungsfläche in den Messehallen belegt sein wird. Informationen über den aktuellen Buchungsstand, eine Beschreibung der Messe und wichtige Neuigkeiten von der InnoTrans finden sich im Internet unter www.innotrans.de. 



InnoTrans 2012 in Berlin

InnoTrans is an ideal Forum

If you believe InnoTrans 2012 deals exclusively with trains and tracks you're making a big mistake. Admittedly the international top fair for rail transport technology from September 18 to 21, 2012 will once again be the biggest showcase for the rail branch but the Tunnel Construction fair segment will again have an outstanding role to play at the exhibition. A special fair segment for companies from the field of tunnelling has in fact existed since 2006 and not simply from this year. Companies present their innovative products and services on the Berlin fairgrounds beneath the Radio Tower.

The Dräger Company will again be there this year in the Tunnel Construction segment. This internationally active firm produces safety technology, which is also used in tunnelling. Werner Ochse, Business Development Manager Mining & Utilities at Dräger: "the growing sphere of tunnelling at the InnoTrans is an ideal forum for us for presenting personal protection equipment as well as tunnel rescue suits and evacuation rooms". Companies such as the Herrenknecht AG, Amberg Engineering AG, CFT compactfiltertechnik GmbH or the Systemair GmbH – to mention just a few – will present a wide range of products at the fair. As a result trade visitors to the InnoTrans will receive a comprehensive market insight of innovative tunnelling technology.

Tunnel Forum – an important Information Platform

The importance of tunnelling is further emphasised by the International Tunnel Forum staged by the Research Association for Underground Transportation Facilities (STUVA). Exhibitors, trade visitors and insiders from the branch can acquire additional knowledge at the event as an extra to attending the fair itself. As far as Dräger is concerned its close cooperation with the STUVA represents a major factor in deciding to take part in the fair. Werner Ochse: "The international alignment and the outstanding networking with the STUVA are important factors for us. As a result for the upcoming 2012 InnoTrans we are hoping for the usual highly-qualified public, important contacts and competent expert forums".

Currently more than 95 % of the hall space occupied in 2010 has been taken. The organiser Messe Berlin is convinced that when the time comes the whole exhibition area in the exhibition halls will be taken. Details of the current level of reserved space, an exact description of the exhibition and all important novelties at the InnoTrans can be obtained from www.innotrans.de. 

www.innotrans.de

Österreich/Italien

BrennerCongress 2012

Vom 16. bis 17. Februar 2012 findet in der Innsbrucker Messe parallel zur Fachmesse Viatic der 5. BrennerCongress statt. Bisher wurde das internationale Symposium in den Jahren 2007, 2008 und 2010 in Innsbruck und 2011 in Bozen abgehalten. An den beiden Kongresstagen referieren internationale Experten über eine Reihe von Themen rund um den Bau, den Betrieb und die Instandhaltung von Schiene und Straße.

Der erste Vortragsblock widmet sich dem Bau von Bahninfrastrukturen sowie dem Konfliktmanagement und der Streitschlichtung bei deren Errichtung. Zu Beginn wird


der Fortschritt beim Brenner Basistunnel erläutert, bevor der Projektverantwortliche des Gotthard-Basistunnels die Herausforderungen bei dessen technischem Ausbau erläutert.

Weiters werden Einblicke in die Streitschlichtung beim Projekt Unterinntal und Erfahrungen von Streitschlichtungsverfahren bei Großbaustellen der ÖBB gegeben. Im Anschluss befasst sich der BrennerCongress mit dem Konfliktmanagement und der Streitschlichtung bei kleinen und großen öffentlichen Bauvorhaben. Tiroler und internationale Fachvortragende werden Lösungen

aus der Schweiz, Deutschland und Österreich präsentiert. Der erste Kongresstag endet mit einer Podiumsdiskussion, an der namhafte Vertreter von Auftraggebern, Auftragnehmern und Ingenieurbüros teilnehmen.

Ein Schwerpunkt des zweiten Kongresstages sind TBM-Vortriebe. Die Referenten berichten über aktuelle Entwicklungen auf dem Gebiet der Maschinenteknik für wechselndes Gebirge, Berechnungs- und Prognosemodelle, Planungsgrundsätze, sowie Risikosphären und Vortriebssprognosemodelle. Parallel zu den TBM-Vorträgen finden

zeitgemäße Fachvorträge zum Thema Bauen im Alpenraum statt. Forscher werden auf die Naturgefahren Wasser und Muren, und auf diverse Wildbach- und Lawinenschutzbauten in Nord- und Südtirol, aber auch in Europa eingehen.

Der Kongress steht unter der wissenschaftlichen Leitung von Univ.-Prof. Konrad Bergmeister, Universität für Bodenkultur Wien, Univ.-Prof. Walter Purrer, Fakultät für Bauingenieurwissenschaften der Leopold Franzens Universität Innsbruck. 

www.brennercongress.com

Austria/Italy

BrennerCongress 2012

The 5th BrennerCongress takes place on February 16 + 17, 2012 at the Innsbruck Fair parallel to the Viatic trade fair. So far the international symposium has taken place at Innsbruck in 2007, 2008 and 2010 and at Bolzano in 2011. International experts will deliver papers on a number of topics devoted to constructing, operating and maintaining railways and highways.

The first series of lectures is devoted to the building of rail infrastructures as well as conflict management and settling disputes during their production. To start with progress on the Brenner Base Tunnel is to be examined before those responsible for the Gotthard Base Tunnel project explain the challenges faced at the technical furnishing stage.


In addition insights into settling disputes for the Lower Inn Val-

ley project and findings obtained from methods chosen to settle disputes for ÖBB major construction sites will be provided. Subsequently the BrennerCongress will deal with conflict management and settling disputes in conjunction with small and large public construction projects. Solutions from Switzerland, Germany and Austria will be presented by regional (Tyrolean) and international experts. The first day of the Congress winds up with a podium discussion, which foresees contributions from leading representatives of clients, contractors and engineering offices.

The second day of the Congress is devoted to TBM drives. The speakers will report on current developments in the field of engineering technology for changing rock, computational and prognosis models, planning

principles as well as risk phases and models for forecasting excavations. Parallel to the papers on TBMs topical reports on constructing in the Alpine region are to be presented. Researchers will touch on the natural hazards water and landslides and various structures providing protection against torrents and avalanches in north and

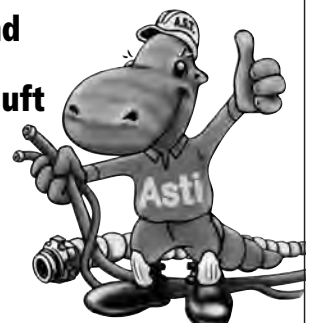
south Tyrol as well as throughout Europe.

The Congress stands under the technical direction of Prof. Konrad Bergmeister, University of Natural Resources and Life Sciences Vienna, and Prof. Walter Purrer, Faculty for Construction Engineering Sciences of the Leopold Franzens University Innsbruck. 

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



Brenner Basistunnel im Bau

Die Bauphase – Phase 3 – beim Brenner Basistunnel wurde am 18. April 2011 gestartet. Der folgende Beitrag gibt einen Überblick über den bisherigen Stand der Arbeiten.

1 Allgemeines zum Basistunnel

Der Brenner Basistunnel ist im neuen TEN-Strategieplan (2014 bis 2020) als Teil des Nord-Süd-Korridors Nr. 5 Helsinki – Valletta (Sizilien) vorgesehen. Derzeit ist der Brenner Basistunnel als prioritäres Teilstück des TEN-Bahnkorridors von Berlin nach Palermo ausgewiesen.

Beim Brenner Basistunnel wurde die Phase 3 am 18. April 2011 durch einen Beschluss der Gesellschafterversammlung (50 % ÖBB und 50 % TFB: davon 82 % RFI – italienische Eisenbahngesellschaft und 18 % Länder: Südtirol, Trentino, Verona) gestartet.

Beim Brenner Basistunnel handelt es sich um einen flach verlaufenden reinen Eisenbahntunnel. Die Tunnelverbindung zwischen Tulfes (Österreich) und Franzensfeste (Italien) weist eine Länge von 64 km auf, womit die weltlängste unterirdische Eisenbahnverbindung entsteht. Die maximale Längsneigung beträgt in den Hauptabschnitten 6,7 ‰. Mitig unterhalb der beiden Tunnelröhren befindet sich der Erkundungsstollen (Bild 1). Dieser wird zuerst abschnittsweise vor dem Bau der Haupttunnelröhren ausgebrochen, um hauptsächlich das Gebirge zu erkunden. Die Ergebnisse dieser geologischen und hydrogeologischen Erkun-

Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. Dr. Konrad Bergmeister, Brenner Basistunnel BBT SE, Innsbruck/A, konrad.bergmeister@bbt-se.com, www.bbt-se.com

dungen werden für den Bau der Haupttunnel genützt. Dadurch können das Baurisiko vermindert und sowohl Baukosten als auch Bauzeiten optimiert werden. Im endgültigen Ausbau wird dieser Erkundungsstollen durchgehend gebaut, sodass er dann als Entwässerungsstollen und bei Notwendigkeit als Dienststollen genützt werden kann.

Brenner Base Tunnel under Construction

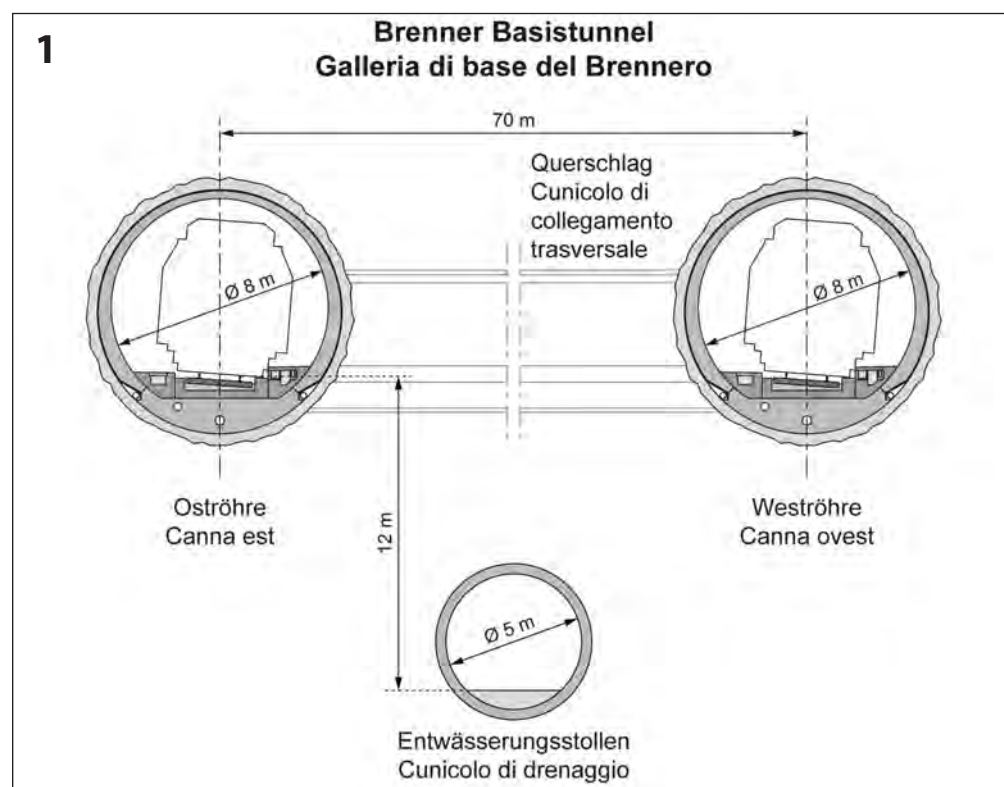
Phase 3 – the construction phase – of the Brenner Base Tunnel was started on 18th April 2011. The following article gives an overview of the state of the art of construction.

1 General information on the Brenner Base Tunnel

The Brenner Base Tunnel, according to the new Strategic planning of TEN-T policy (2014 to 2020), is a part of the future TEN No. 5 corridor Helsinki – Valletta (Sicily). Currently the Brenner Base Tunnel is identified as a priority section of the TEN-rail corridor from Berlin to Palermo.

Phase 3 of the Brenner Base Tunnel was started on 18th April 2011 by a decision of the shareholders' meeting (50 % ÖBB and 50 % TFB: from which 82 % RFI - Italian railway company and 18 % from the states of: South Tyrol, Trentino, Verona).

The Brenner Base Tunnel is a low-gradient railway tunnel. The tunnel stretch from Tulfes (Austria) to Fortezza (Italy). At 64 km in length it will be the longest underground railway line in the world. The maximum gradient in



Regelquerschnitt des Haupttunnels mit Erkundungsstollen
Typical cross-section of the main tunnel with exploratory tunnel

Die wichtigsten Kenndaten des Brenner Basistunnels sind:

- Länge: 55 + 9 = 64 km
- Längsneigung: 5,0 bis 6,7 ‰
- Scheitelhöhe des Basistunnels: 795 m ü.d.M.
- Nettoquerschnitt der Haupttunnel mit baulicher Toleranz – konventioneller Vortrieb: 40,4 m²
- Nettoquerschnitt der Haupttunnel mit baulicher Toleranz – maschineller Vortrieb: 42 m²
- Abstand der Querschläge: 300 m

2 Planungen

2.1 Projektübergreifende

Regelplanung – Guide Design

Damit die Planung der verschiedenen Baulose einheitlich erfolgt und die UVP-Vorschriften eingeplant werden können, wird beim Brenner Basistunnel vor der Ausschreibungs- bzw. Ausführungsplanung eine projektübergreifende Regelplanung (guide design) erstellt. Diese wird auf Basis des aktuellen Wissens und der neuesten technologischen Entwicklungen durchgeführt, um eine einheitliche technische Grundlage für die weiteren Ausschreibungs- und Planungsschritte zu schaffen. In einer internationalen Expertengruppe wurden die unterschiedlichen Erfahrungen mit Großprojekten und deren Abwicklungsmodalitäten ausgewertet und in der Folge ein Vorschlag für den Brenner Basistunnel ausgearbeitet. Dadurch soll eine homogene und solide Basis für die Folgeplanungen erarbeitet werden.

Durch die Unterschiedlichkeit der Planungsphilosophien und der länderspezifischen Vorgaben soll im Rahmen der Regelplanung eine einheitliche

Vorgangsweise zur geotechnischen Klassifizierung vorbereitet werden. Dabei fließen auch die Kennwerte aus den Ergebnissen des Erkundungstollens ein. Gezielt sollen die Auswahlparameter festgelegt und die Berechnungsparameter bzw. –methoden wie Squeezing, Gebirgskriechen, elastoplastische Stabilität, Deformationen etc. soweit als möglich festgelegt werden.

Die wesentlichen Elemente dieser gesamtheitlichen Regelplanung sind:

- Überarbeitung der Trassierung mit Einarbeitung sämtlicher Optimierungen und UVP-Vorschriften
- Normative Grundlagen und technische Vorgaben für die losbezogene Ausschreibungs- und Ausführungsplanung
- Einheitliche Bewertungsmatrix für die geotechnische Klassifizierung auf der Grundlage italienischer SIG(1997)- und österreichischer ÖGG-Richtlinien
- Grundsätze für die Bemessung, die konstruktive Durchbildung für eine Lebensdauer von 200 Jahren
- Erstellen von detaillierten Schnittstellen- und Typenplänen
- Toleranzvorgaben (vermessungs- und baumethodenabhängige Toleranzen) unter Berücksichtigung der Folgegewerke
- Vorkehrungen für den bahntechnischen Ausbau

Zusätzlich wird die gesamte Trassierung vom UTM in ein projektbezogenes Koordinatensystem BBT-TM gebracht, das durch eine transversale Mercatorprojektion erzeugt

The future of mobility



InnoTrans 2012

International Trade Fair for Transport Technology
Innovative Components · Vehicles · Systems

18 – 21 September · Berlin · Germany

www.innotrans.com



wird. Damit wird die mittlere Projekthöhe von 720 m orthometrischer Höhe festgelegt, was ca. 770 m ellipsoidischer Höhe entspricht. Das Projekt liegt somit in einem Gebiet ca. 10 km östlich und westlich vom Mittelmeridian. In diesem Fall beträgt die Streckenverzerrung weniger als 2 bis 3 mm/km. Im so geschaffenen Bezugssystem muss keine weitere Rotation durchgeführt werden, da die Meridiankonvergenz einfach zu berechnen ist und der sich daraus ergebende Reduktionseffekt auf die Richtungen unbedeutend ist (der Konvergenzwinkel beträgt ca. 4').

2.2 Ausschreibungs- bzw. Ausführungsplanungen

Im Jahre 2012 erfolgen die Ausschreibungen für die externen Dienstleistungen zu den Ausschreibungs- und Ausführungsplanungen. Im Bauzeitplan sind 2 Hauptausschreibungen für die Ausschreibungs- bzw. Ausführungsplanung vorgesehen und zwar eine für den österreichischen Abschnitt (Erkundungsstollen, Haupttunnel ausgehend von den Baustellen Ahrental und Wolf) sowie eine für den italienischen Abschnitt (Erkundungsstollen, Haupttunnel ausgehend von der Baustelle Mauls). Die Planungen der Randbaulose (Einbindung Bahnhof Innsbruck, Rettungsstollen Umfahrung Innsbruck, Eisackunterquerung und Bahnhof Franzensfeste) und später der bahntechnischen Ausrüstung erfolgen gesondert. Durch die Vergabe der Ausschreibungs- und Ausführungsplanungen an denselben Planer soll gewährleistet werden, dass die Erkenntnisse aus dem Erkundungsstollenprogramm möglichst voll-

ständig in die Planungen der Haupttunnellose einbezogen werden können.

In Österreich wird auf der Grundlage der ÖGG-Richtlinien und der ÖNORM B 2118 zur Ausschreibung der Tunnelbaulose eine Ausschreibungsplanung mit den wesentlichen Projekt-elementen und einer detaillierten Leistungsbeschreibung erstellt und dann baubegleitend die Ausführungsplanung erarbeitet.

In Italien wird auf der Grundlage des staatlichen Dekretes DM 163/2006 zur Ausschreibung der Baulose eine detaillierte Ausführungsplanung erstellt und baubegleitend Detailpläne erarbeitet.

3 Erkenntnisgewinn durch Modellsimulationen

3.1 Geo-hydrogeologische Modellierung

Nördlich des Brenners finden wir zwischen dem Innsbrucker Quarzphyllit und den Zentralgneisen des Brenners den sogenannten „Bündner Schiefer“. Es handelt sich dabei um ein durch die Entstehung der Alpen aus Meeressedimenten entstandenes feinkörniges Gestein. Ein charakteristisches Merkmal stellen die ausgeprägten Schieferungsflächen dar. Die Gesteine kommen hauptsächlich als dunkelgrauer „Schwarzphyllit“ vor, der sich mit kalkreichen Phylliten abwechselft.

Die geplante Tunneltrasse quert im Valser- und Pfitschtal den Aquifer des Hochstegenmarmors. Aufgrund der hohen Bedeutung dieses Aquifers wurde ein auf das im Hochstegenmarmor-Grundwasserfließsystem beschränktes 2-D-Simulationsmodell erstellt.

the main sections of the tunnel amounts to 6.7 %. The exploratory tunnel is centred beneath the 2 tunnels (Figure 1). It will be built in sections before beginning construction works on the main tubes, mainly to examine and prospect the rock. The results of these geological and hydrogeological tests will be used for the construction of the main tunnel. This reduces construction risk and optimizes construction costs and time. The final outfitting will be realized in the whole exploratory tunnel with the result that it can be converted into a drainage tunnel and, if need be, to a service gallery.

The most important basic features of the Brenner Base Tunnel are:

- Length: 55 + 9 = 64 km
- Gradient: 5.0 to 6.7 ‰
- Apex height of the base tunnel: 795 m a.s.l.
- Net cross-section of the main tunnel with structural tolerance – conventional tunnelling: 40.4 m²
- Net cross-section of the main tunnel with structural tolerance – mechanical tunnelling: 42 m²
- Distance between the connecting side tunnels: 300 m

2 Planning

2.1 Cross border planning design – guide design

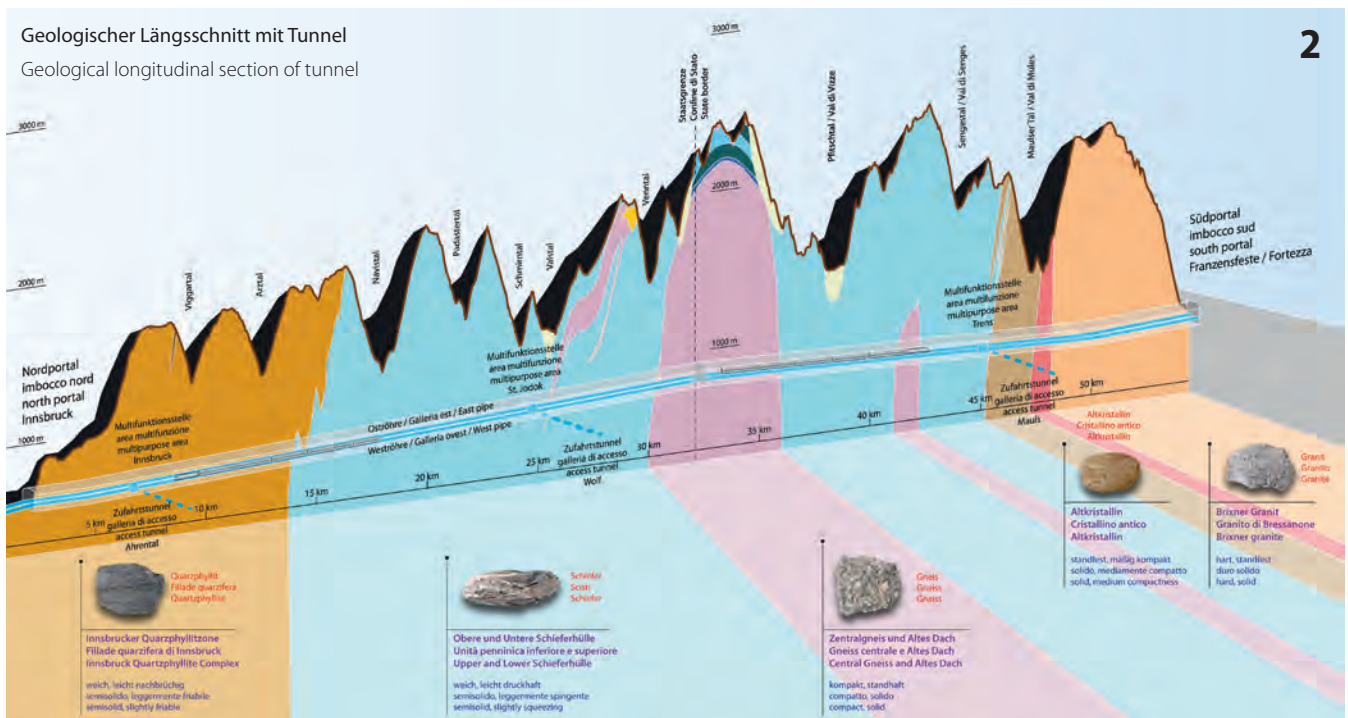
Prior to the planning for tender procedures and the implementation planning, a cross border guide design has to be drawn up, so that the planning of the different lots takes place uniformly and the EIA prescriptions can be included in the planning. It is based on the current level of knowledge and the newest technological developments and represents the point of departure for further

planning for tender procedures and other planning steps. The different experiences obtained in important projects and their methods of management and execution were assessed by a group of international experts and a proposal was subsequently created for the Brenner Base Tunnel. This approach aims to elaborate a homogenous and solid foundation for further planning activities.

Due to the differences in the design philosophies and the country-specific requirements a uniform procedure should be prepared within the planning design for geotechnical classification. Incorporating the characteristic values from the results of the exploratory tunnel. Target should be determining the selection parameters – and methods: as far as possible determining squeezing, rock creep, elasto-plastic stability, deformation, etc.

The key elements of such an “end to end” planning design are:

- Route planning review and adoption of all optimization measures and of the EIA prescriptions
- Normative foundations and technical prescriptions for tender procedures and implementation planning for every lot
- Uniform evaluation matrix for the geotechnical classification based on the Italian SIG (1997) and Austrian ÖGG guidelines
- Assessment principles, constructional design pattern for a working life of 200 years
- Preparation of detailed interface and type plans
- Definition of tolerances (tolerances depending on measurement and construction methods) considering subsequent constructions



Ziel dieser Modellierung ist es, einerseits Erkenntnisse über eventuelle Auswirkungen einer Grundwasserabsenkung durch die Drainagewirkung der Tunnelröhren zu gewinnen und andererseits die Wirkungsmechanismen von Abdichtungen in Bezug auf möglichst geringe Absenkungen des Grundwasserspiegels zu studieren (Bild 2).

Da die Durchlässigkeiten der benachbarten Gesteinseinheiten geringer sind als jene des Hochstegenmarmors und somit ein Zu- oder Abstrom in die benachbarten Gesteinseinheiten hydrogeologisch vernachlässigbar ist, wurde eine 2-D-Modellierung durchgeführt. Das Modellgebiet beschränkt sich auf die Grundwasserleiter des Hochstegenmarmors und der quartären Talfüllungen. Als Modellfläche wurde der gesamte Bereich des hydrogeologischen Modellschnittes mit der Grundwasserscheide im Norden und der hydraulisch dichten Brennerabschiebung am Südrand ausgewählt. Die Modellbasis

stellt einen hydraulisch dichten Rand dar. Die Modelltiefe wurde mit -500 m ü. A. angenommen. Unterhalb dieser Höhe ist von keiner hydraulischen Wegigkeit mehr auszugehen. Das Modellgebiet wird von den Tunnelröhren durchörtert, weshalb sie in der Modellierung als Querschnitte dargestellt werden.

Die Schichtlagerung des Hochstegenmarmors weist ein Einfallen von 30° bis 45° nach Nordosten auf. Für die Modellbildung wurde der Hochstegenmarmor in die Vertikale projiziert. Um die für die Berechnung der Grundwasserströmungsverhältnisse erforderlichen realen Höhen beizubehalten, wurde das durch die Drehung überhöhte Profil dem tatsächlichen Geländeprofil angepasst.

Für die Talaquifere wurde entsprechend ihrer lithologischen Zusammensetzung die in Tabelle 1 aufgeführte Kf-Zonierung (10 Zonen) vorgenommen. In dieser Tabelle findet sich auch eine Auflistung der restlichen Modellparameter.

- Preparatory measures for the railway equipment installation

Additionally, the whole route planning is recorded in a project co-ordination system: BBT-TM, represented as a transverse Mercator projection. The average project altitude of 720 m of orthometric height is defined, which corresponds to an approximate ellipsoidal height of 770 m. The project area is thus situated in the area about 10 km to the east and west of the central meridian. In the present case, the track distortion is less than 2 to 3 mm per km.

In the reference system thus created, no further rotations are necessary, as the meridian convergence is simple to calculate and the consequent reduction effect on directions is irrelevant (the convergence angle is approximately 4').

2.2 Tender procedures and implementation planning

The tenders for external services to the tender procedure and im-

plementation planning will take place in 2012. There are 2 major tenders provided in the construction schedule for the tender procedure and implementation planning, namely one for the Austrian section (exploratory tunnel, main tunnel starting from the construction sites Ahrental and Wolf) and one for the Italian section (exploratory tunnel, main tunnel starting from the Mauts construction site). The planning of the boundary lots (integrating Innsbruck by-pass, Eisack crossing and Franzensfeste Station) and later the railway technical equipment take place separately. By the allocation of the tender procedure and implementation planning to the same planner it should be ensured that the findings from the exploratory tunnel program can be integrated as fully as possible in the planning of the main tunnel lot.

In Austria, a tender procedure planning with the major project elements and a detailed service description will be created on

Bezeichnung	Zone	Parameter	Wert nach Variationen	Variationsbreite
Hochstegenmarmor	1	kf	$2,5 \times 10^{-7}$ m/s	$1 \times 10^{-7} - 1 \times 10^{-6}$ m/s
Wildlähntal Hang-, Verwitterungsschutt	2	kf	5×10^{-5} m/s	$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-5}$ m/s
Valsertal Alluvion	3	kf	1×10^{-4} m/s	$1 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-5}$ m/s
Valsertal Bänderton	4	kf	1×10^{-8} m/s	$1 \times 10^{-8} - 1 \times 10^{-6}$ m/s
Fluviogalziale Sedimente	5	kf	1×10^{-6} m/s	$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-5}$ m/s
Valsertal Tillite	6	kf	1×10^{-8} m/s	$1 \times 10^{-8} - 1 \times 10^{-7}$ m/s
Vennental Tillablagerungen	7	kf	1×10^{-4} m/s	$1 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-7}$ m/s
Silltal Alluvion	8	kf	1×10^{-7} m/s	$1 \times 10^{-7} - 1 \times 10^{-4}$ m/s
Silltal Bändertone	9	kf	1×10^{-7} m/s	$1 \times 10^{-8} - 1 \times 10^{-7}$ m/s
Wipptal Bänderton	10	kf	1×10^{-5} m/s	$1 \times 10^{-8} - 1 \times 10^{-5}$ m/s
Durchlässigkeit der Bachbetten (Leakage factor)		c	1×10^{-4} 1/s	$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-3}$ 1/s
Grundwasserneubildung		r	357 mm/a	262 - 514 mm/a
Tunnelabdichtung		kf	$2,5 \times 10^{-9}$ m/s	

Tabelle 1: Hydrogeologische Berechnungsparameter

Description	Zone	Parameter	Value according to variations	Range of variation
Hochstegen Marble	1	kf	$2,5 \times 10^{-7}$ m/s	$1 \times 10^{-7} - 1 \times 10^{-6}$ m/s
Wildlähner valley hillside and weathered debris	2	kf	5×10^{-5} m/s	$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-5}$ m/s
Valsler valley alluvion	3	kf	1×10^{-4} m/s	$1 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-5}$ m/s
Valsler valley varved clay	4	kf	1×10^{-8} m/s	$1 \times 10^{-8} - 1 \times 10^{-6}$ m/s
Fluvioglacial sediments	5	kf	1×10^{-6} m/s	$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-5}$ m/s
Valsler valley tillite	6	kf	1×10^{-8} m/s	$1 \times 10^{-8} - 1 \times 10^{-7}$ m/s
Venn valley till deposits	7	kf	1×10^{-4} m/s	$1 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-7}$ m/s
Sill valley alluvion	8	kf	1×10^{-7} m/s	$1 \times 10^{-7} - 1 \times 10^{-4}$ m/s
Sill valley varved clay	9	kf	1×10^{-7} m/s	$1 \times 10^{-8} - 1 \times 10^{-7}$ m/s
Wipp valley varved clay	10	kf	1×10^{-5} m/s	$1 \times 10^{-8} - 1 \times 10^{-5}$ m/s
Permeability of the stream beds (Leakage factor)		c	1×10^{-4} 1/s	$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-3}$ 1/s
Groundwater recharge		r	357 mm/a	262 - 514 mm/a
Tunnel sealing		kf	$2,5 \times 10^{-9}$ m/s	

Table 1: Hydrogeological calculation parameters

Zur numerischen Modellierung der Grundwasserströmungsverhältnisse wurde die Methode der Finiten Differenzen verwendet (MODFLOW 2005 der U.S. Geological Survey). Bei der Berechnung wurden 3 Arten von Randbedingungen verwendet.

- **Randbedingung 1. Art (Festpotenzial):** Bei der Modellierung der Tunnelröhren wurde eine mittlere Höhe der Tunnelröhren angesetzt.
- **Randbedingung 2. Art (Strömungsrandsbedingung):** Am oberen Rand des Projektgebietes wurde eine Grundwasserneubildungsrate von 357 mm/a angesetzt. Eine weitere Randbedingung 2. Art stel-

len die übrigen Ränder des Modellschnittes dar; diese wurden als undurchlässige Ränder ohne Durchfluss (sogenannte no flow boundaries) modelliert.

- **Randbedingung 3. Art (Durchlässigkeitsbedingung):** Hier wurde ein bestimmtes Potenzial und eine bestimmte Durchlässigkeit für die 5 Bäche definiert und die Absoluthöhen der Bäche und die Durchlässigkeit der Bachbetten (sogenannter leakage factor) festgelegt.

Bei der Modellierung des Gebirges ohne Tunnel wurden die Durchlässigkeiten variiert,

the basis of the ÖGG guidelines and the ÖNORM B 2118 for the tender for tunnel construction lots and then construction phase of the implementation planning drawn-up.

In Italy a detailed implementation planning will be created and detailed construction plans drawn-up on the basis of State Decree DM 163/2006 for the tender for construction lots.

3 Knowledge gained through model simulations

3.1 Geo-hydrological modelling
The so-called Graubunden Slate can be found north of the Brenner between the Innsbruck

Quarzphyllit and the central gneiss of the Brenner. This is a fine-grained rock arising from the formation of the Alps from marine sediments. A typical feature of this rock is its pronounced schistosity. The rocks mainly appear as dark-grey "black phyllite" alternating with layers of limestone-rich phyllite.

The planned tunnel route crosses the aquifer of the Hochstegen Marble in the Valsler and Pfitsch valley. Due to the great importance of this aquifer, a 2D simulations model confined to the groundwater flow system in the Hochstegen Marble has been produced. The aim of this modelling is, on the one hand to gain knowledge about possible effects of the lowering of groundwater through the drainage effect of the tunnel tubes and to study the effective mechanisms of seals in relation to the lowest possible drawdown of the groundwater table (Figure 2).

2-D modelling was carried out as the permeability of the adjacent rock units is lower than those of the Hochstegen Marble and thus an increase or effluent into the adjacent rock units is hydrologically negligible. The model area is therefore exclusively limited to the groundwater line of the Hochstegen Marble and the quaternary valley sediment. The whole area of the hydrogeological model section with the groundwater divide in the north and the hydraulically sealed Brenner Fault at the southern edge were selected as the model area. The model depicts a hydraulically sealed edge. The model depth was assumed at -500 m a.s.l.; below this level no further hydraulic motion is likely. The model area is crossed from the tunnels, which is why they are represented in the modelling as cross-sections.

um einerseits einen realistischen Bergwasserspiegel zu erhalten und andererseits die Durchflussraten der Bäche wirklichkeitsgetreu nachzubilden. Bei der Variation des leakage factors zeigte sich eine vergleichsweise geringe Sensitivität. Die Festlegung der Durchlässigkeiten hat jedoch eine wesentliche Auswirkung auf die Simulationsergebnisse. So ergaben sich beispielsweise beim Ansatz einer zu hohen Durchlässigkeit des Hochstegenmarmors ($k_f = 1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$) unrealistisch niedrige Grund-

wasserstände. Auch wurden die Durchlässigkeiten der Talfüllungen variiert, um die Bergwasserlinie örtlich in den maßgebenden Punkten an die durch Messungen bestimmten Höhen anzupassen. Das Ergebnis der Variationsrechnung ist als Grundwassergleichenplan in Bild 3 dargestellt.

Eine mögliche Absenkung des Bergwasserspiegels durch die Tunnelröhren wird in Bild 4 dargestellt. Durch eine entsprechende Tunnelabdichtung (Injektionsring: Simulation mittels einer 10 m mächtigen Schicht

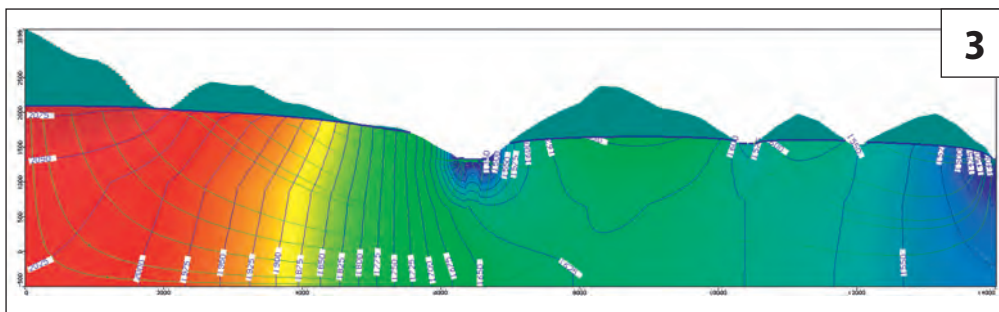
The layering of the Hochstegen Marble has an incline of 30° to 45° to the north-east. For the modelling the Hochstegen Marble was projected in the vertical. In order to maintain the real elevations required for the calculation of the groundwater flow conditions, the profile exaggerated by the rotation was adjusted to the actual terrain profile.

Valley aquifers were made according to their lithological composition listed in Table 1 kf-zoning (10 zones). A listing of the remaining model parameters can also be found in this Table.

For the numerical modelling of groundwater flow conditions, the method of finite differences was used (Modflow 2005 the U.S. Geological Survey). Three types of boundary condition were used in the calculation.

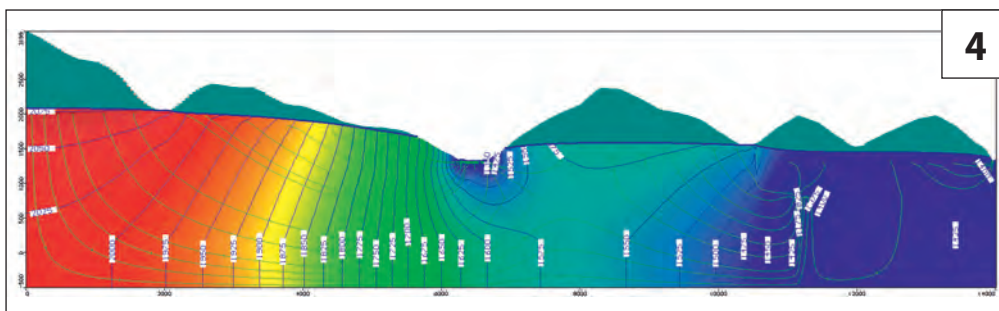
- **Boundary condition 1. Type (fixed potential):** An average height was set when modelling the tunnels.
- **Boundary condition 2. Type (flow boundary condition):** At the upper edge of the project area, a groundwater recharge rate of 357 mm/a was applied. Another second type of boundary condition is represented by the remaining boundaries of the model section; these were modelled as impermeable boundaries without percolation, so-called no flow boundaries.
- **Boundary condition 3. Type (permeability condition):** A specific potential and a specific permeability for the 5 streams are defined here and the absolute levels of the streams as well as the permeability of the stream beds (so-called leakage factor) are determined.

When modelling the rock without a tunnel the permeability is varied, on the one hand to obtain a realistic mountain water table and on the other hand to faithfully reproduce the flow rates of the streams. Comparatively low sensitivity was shown when varying the leakage factor. The determination of permeability, however, has a significant impact on the simulation results. For example, the use of too high a permeability of the Hochstegen Marble ($k_f = 1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$) resulted in unrealistically low groundwater levels. The permeability of the valley sediment was also varied in order to



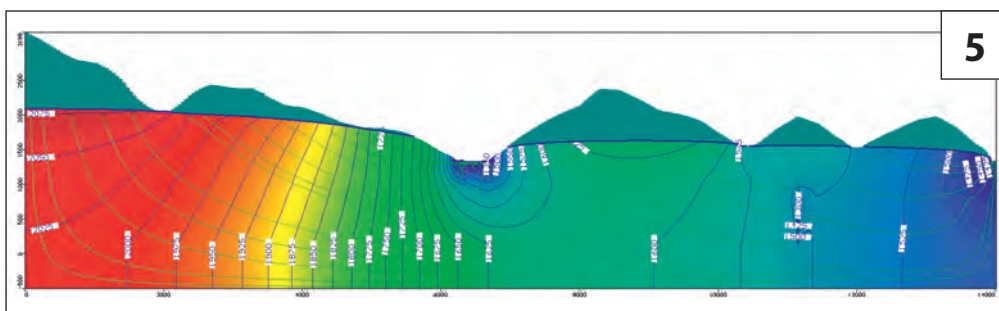
Simulationsergebnisse des Gebirges ohne Tunnel

Simulation results of the rock without tunnel



Simulationsergebnisse des Gebirges mit Tunnel und möglicher Absenkung des Bergwasserspiegels

Simulation results of the rock with tunnels and possible lowering of mountain water table



Simulationsergebnisse des Gebirges mit abgedichtetem Tunnel

Simulation results of the rock with sealed tunnel

	Tiefere Werte	Höhere Werte	Einheit
E-Modul	5000	15000	[MPa]
Reibungswinkel φ	25	35	[°]
Kohäsion c	0,6	1,2	[MPa]

Tabelle 2: Experimentell ermittelte geotechnische Kenndaten

	Lower values	Higher values	Measuring unit
E-Module	5000	15000	[MPa]
Friction angle φ	25	35	[°]
Cohesion c	0,6	1,2	[MPa]

Table 2: Experimentally determined geotechnical characteristics

Radius	2,9	[m]
Poissonzahl	0,2	[-]
Überlagerung	300	[m]
Wichte	26,0	[kN/m ³]

Tabelle 3: Basisdaten für die Gebirgskennlinie

Radius	2.9	[m]
Poisson's ratio	0.2	[-]
Overlying formation	300	[m]
Specific weight	26.0	[kN/m ³]

Table 3: Basic data for the characteristic rock line

um die Tunnelröhren mit einer geringeren Durchlässigkeit als jene des Hochstegenmarmors) kann die Absenkung des Bergwasserspiegels auf ein geringes, vertretbares Maß reduziert werden (Bild 5).

3.2 Geotechnische Modellierung

Im Abschnitt zwischen Innsbruck und dem Ahrental treffen wir den sogenannten Innsbrucker Quarzphyllit an. Er ist ein metamorphes, geschiefertes Gestein, das sich hauptsächlich aus den Mineralen Quarz, Glimmer und

Feldspat zusammensetzt. Dort wurden für das Einreichprojekt die geotechnischen Kenndaten experimentell als Bandbreiten, also obere und untere Werte, ermittelt. Beispielhaft wurden für die Gebirgsart IQP-1QP-1a-E folgende Parameter festgelegt (Tabelle 2).

Für die Berechnung der Gebirgskennlinie wurde das Modell von Sulem/Panet (1987) herangezogen. Sulem /Panet verwenden für ihren Betrachtungen ein MC-Materialmodell. Die Gebirgskennlinie stellt den Zusammenhang zwischen

be able to adjust the mountain water lines locally at the decisive points and the known heights. The result of this variational calculus is depicted in Figure 3 as a groundwater contour plan.

A possible lowering of water levels through the rock tunnels is depicted in Figure 4. Through an appropriate tunnel seal (injection ring: simulation using a 10 m thick layer around the tunnels with a lower permeability than that of the Hochstegen Marble) the lowering of the underground water level is reduced to low, acceptable levels (Figure 5).

3.2 Geotechnical modelling

At the section between Innsbruck and the Ahrental we meet the so-called Innsbruck Quartzphyllite. It is a metamorphic rock in layers consisting mainly of minerals such as quartz, mica and feldspar. Here, the submission project of the geotechnical characteristics were experimentally determined as ranges, i.e. upper and lower values. As an example for the rock type IQP-1QP-1a-e the following parameters were determined (Table 2).

For the calculation of the characteristic rock line the model by Sulem/Panet (1987) was used. For their calculation Sulem/Panet used an MC-material model. The characteristic rock line illustrates the link between the radial displacements of the

tunnel wall and the supporting effect of the inner lining. By installing supporting structures like shotcrete linings or segments, the rock pressure and the lining resistance are balanced out. The rock mass initially has an elastic and then a plastic behaviour right up to the critical area influenced by the supporting pressure of the lining. There is equilibrium at the intersection of both characteristic rock lines (Table 3).

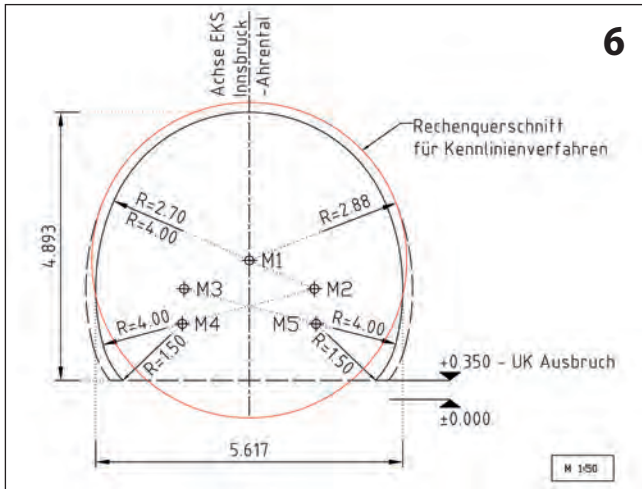
When taking into consideration the ranges of geotechnical characteristics, several characteristic rock lines result from the calculations, as it is shown for the section of the exploratory tunnel Innsbruck-Ahrental (Figure 6, 7). With a rock pressure (supporting pressure) of 1 MPa, radial displacements of the tunnel wall of 2 mm (higher values) to 8 mm (lower values) occur.

The measured deformations in the exploratory tunnel are compared with the characteristic method or by numerical simulations (Flac 2D or 3D) computed quantities. This makes it possible to some extent to describe the rock and more specifically calculate the main tunnel by model simulations.

4 Construction

Of the 200 km (approximate figure with lengths rounded up) in total of tunnels, cross sections, and lateral access, exploratory and main tunnels that are to be built, some 20 km of that figure had been constructed by the end of December 2011. In the process, 11 km were bored using a double-shielded TBM (Aichamules) and the remaining tunnels were excavated conventionally by blasting. So far, there have been no large water inflows recorded and the rock that has

$r_p = r_0 * \left(\frac{2}{k+1} * \frac{(k-1) * p_0 + \sigma_{UCS}}{(k-1) * p_i + \sigma_{UCS}} \right)^{\frac{1}{(k-1)}}$	Plastischer Radius nach Sulem/Panet Plastic radius according to Sulem/Panet
$u_r = \lambda * r_0 * \frac{p_0}{2 * G} * \left(\frac{r_p}{r_0} \right)^2$	Radiale Hohlraumverschiebung nach Sulem/Panet Radial cavity shift according to Sulem/Panet
$\lambda = \frac{1}{(k+1)} * \left(k-1 + \frac{\sigma_{UCS}}{p_0} \right)$	Stützmittelkoeffizient „ λ “ beschreibt das Fortschreiten der Ortsbrust Proppant coefficient „ λ “ describes the progress of the working face



Standardquerschnitt Erkundungsstollen Innsbruck Ahrental für das Kennlinienverfahren

Standard cross-sectional exploratory tunnel Innsbruck Ahrental for the characteristic method

der radialen Hohlraumrandverschiebung und der inneren Stützwirkung des Ausbaues dar. Durch das Einbringen einer stützenden Sicherungsschale in Form von Spritzbeton oder

been encountered is better than the one the geological studies had envisaged.

All those at aboveground construction sites, except the 2 train stations of Innsbruck and Franzensfeste, have already been constructed. From these points, a total of 4 lateral access tunnels run down to the level of the exploratory tunnel and the rescue tunnel at the Innsbruck bypass (Figure 8).

4.1 Construction program in 2011

The construction program for the Brenner Base Tunnel was drawn up in 2010 on the basis of the EIA authorizations and is based on the excavation duration assessed within other compa-

nable projects with due regard to local conditions in terms of construction logistics. After having carried out a detailed analysis, the construction program was drawn up in the form of a time-distance-diagram and discussed with technical experts. Thereby, it was necessary to take account of different excavation methods as well as the terms and deadlines for planning, tendering and awarding activities. The time-distance-diagram comprises all construction activities, starting from structural works up to the beginning of operations and all necessary planning and tendering periods. The Brenner Base Tunnel 2010 construction program was optimized based on new construction logistic expe-

ERSATZTEILE GEGEN MINERALISCHEN VERSCHLEISS

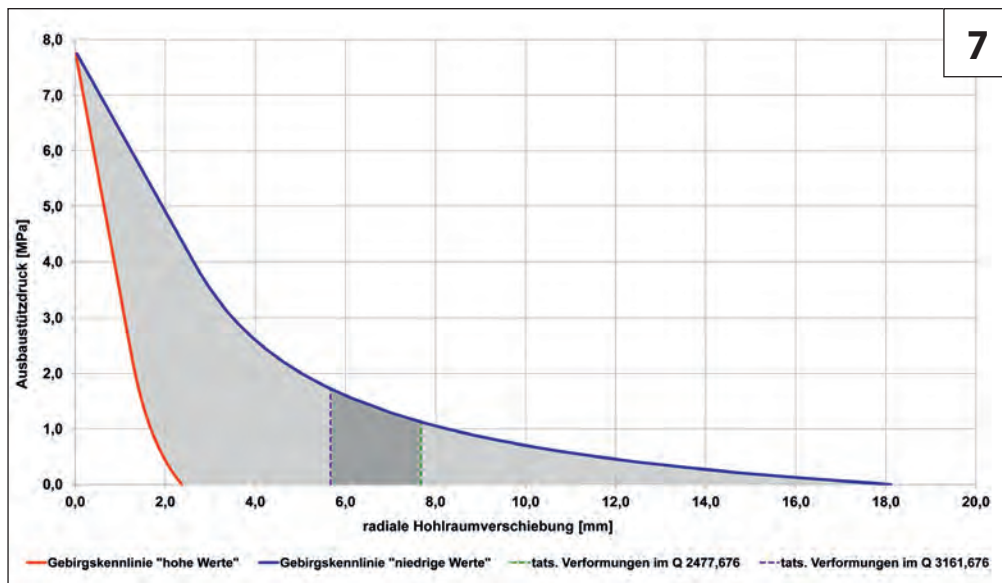
Tunnel
U-Bahnen
Hochhäuser
Brückenbau
Talsperren



Betonpumpen
Nass- und Trockenspritzen
Fahrmischer (auch kpl. Aufbauten)
Zwangsmischer
Becherwerk

über 25 Jahre
IHR LEISTUNGSFÄHIGER ERSATZTEILLIEFERANT

www.ett-s.de **ETT Ersatzteil-Technik GmbH** info@ett-s.de
 Benzstraße 5 · 71409 Schwaikheim · Tel. (071 95) 50 31 · Fax 5 70 24



Bandbreite der Gebirgskennlinien beim Innsbrucker Quarzphyllit
Range of the characteristic rock line in the Innsbruck "Quarzphyllite"

Tübbing stellt sich ein Gleichgewicht zwischen dem einwirkenden Gebirgsdruck und dem Widerstand des Ausbaues ein. Das Gebirge verhält sich bis zum kritischen Ausbaustützdruck elastisch und danach plastisch. Im Schnittpunkt der beiden Kennlinien herrscht Gleichgewicht (Tabelle 3).

Unter Berücksichtigung der Bandbreiten der geotechnischen Kenndaten ergeben sich ganz unterschiedliche Gebirgskennlinien, wie dies beim Erkundungsstollen Innsbruck-Ahrental aufgezeigt wird (Bild 6, 7). So entstehen bei einem Gebirgsdruck (Ausbaustützdruck) von 1 Mpa ra-

diale Hohlraumverformungen zwischen 2 mm (höhere Werte) und 8 mm (tiefere Werte).

Die gemessenen Verformungen im Erkundungsstollen werden den durch das Kennlinienverfahren bzw. durch numerische Simulationen (Flac 2D bzw. 3D) berechneten Größen gegenübergestellt. Damit gelingt es ansatzweise durch Modellsimulationen das Gebirge zu beschreiben und für den Haupttunnel gezielter zu berechnen.

4 Bau

Von den insgesamt etwa 200 km (Längen aufsummiert) zu errichtenden Stollen, Quer-

rienze und improved geological and hydrogeological know-how. The end of construction of the railway technical equipment is scheduled for 2025 and commissioning planned for December 2026. The construction program is updated annually; the updated construction program 2011 is depicted in Fig. 9.

According to the latest knowledge, it is assumed that about 70 % of the tunnel will be excavated using machinery and about 30 % with conventional methods.

4.2 Mules intermediate access tunnel

The 1.8 km long access tunnel, with a gradient of 8.5 %, was bo-

red south of Mules. The access tunnel was excavated by blasting and work ended in 2009. The excavated cross section is around 105 m². Consolidation took place with fibre-reinforced shotcrete and in partial areas with anchor elements (Superswellex). Excavation by blasting took place full surface: Compact resistant rock was found along approximately 95 % of the tunnel. Rock with structurally related fractures was determined in the remaining 5 %.

4.3 Wolf intermediate access tunnel

In summer 2010, the tunnel portal of the Wolf intermediate access tunnel was created with the passage under the existing Brenner railway. From there a utility and access tunnel, about 700 m in length, branches off in a northerly direction from the Padaster tunnel. The roughly 3.5 km long intermediate access tunnel branches out in a southerly direction with a gradient of 10 %, which will be constructed by blasting through the Graubunden Slate.

4.4 Ahrental intermediate access tunnel

The Ahrental intermediate access tunnel, which is 2.4 km long and slopes downwards by 10.5 %, has been bored conventionally through the Innsbruck Quarzphyllite since the summer



Aktuelle Baustellen
Current construction site

schlägen, Fenster-, Erkundungs- und Hauptstollen wurden bis Ende Dezember 2011 etwa 20 km gebaut. Dabei wurden 11 km mittels einer Doppelschildmaschine (Aicha – Mauls) aufgeföhren und die übrigen Stollen konventionell mit Sprengvortrieb vorgetrieben. Bisher sind keine größeren Wasserzutritte zu verzeichnen und das angetroffene Gebirge ist besser als die geologischen Untersuchungen ergaben.

An allen oberirdischen Baustellen, außer den beiden Bahnhöfen Innsbruck und Franzensfeste, wird schon gebaut. Von diesen Stellen führen insgesamt 4 Fensterstollen in die Tiefe auf das Niveau des Erkundungsstollens bzw. Rettungstollen bei der Umföhren von Innsbruck (Bild 8).

4.1 Bauprogramm 2011

Das Bauprogramm 2010 des Brenner Basistunnels wurde auf Basis der UVP-Genehmigungen, aufbauend auf ermittelten Ausbruchzeiten von vergleichbaren Projekten unter Berücksichtigung der lokalen baugologischen Möglichkeiten erstellt. Nach einer eingehenden Analyse wurde das Bauprogramm in Form eines Weg-Zeit-Diagramms erstellt und mit externen Fachexperten diskutiert. Notwendig war es dabei neben den verschiedenen Vortriebsmethoden auch die Planungs- und Ausschreibungs- bzw. Vergabezeiten zu berücksichtigen. Das Weg-Zeit-Diagramm umfasst die gesamten Bautätigkeiten vom Rohbau bis zur Inbetriebnahme mit den dazu notwendigen Planungs- und Ausschreibungszeiten. Das Bauprogramm 2010 des Brenner Basistunnels wurde auf Basis neuer baugologischer Erfahrungen und verbesserter geolo-

gischer und hydrogeologischer Erkenntnisse bauwirtschaftlich optimiert. Das Bauende mit der bahntechnischen Ausrüstung ist für 2025 und die Inbetriebnahme mit Dezember 2026 geplant. Jährlich wird das Bauprogramm aktualisiert, weshalb in Bild 9 das aktualisierte Bauprogramm 2011 dargestellt wird.

Auf der Grundlage des derzeitigen Kenntnisstandes kann man davon ausgehen, dass etwa 30 % konventionell und 70 % maschinell vorgetrieben werden.

4.2 Fensterstollen Mauls

Südlich von Mauls wurde der 1,8 km lange Zugangstunnel mit einem Gefälle von 8,5 % im Brixner Granit aufgeföhren. Der Zugangstunnel wurde mittels Sprengvortrieb ausgebrochen und im Jahr 2009 fertig gestellt. Der Ausbruchquerschnitt betrug etwa 105 m². Die Sicherung erfolgte mit faserverstärktem Spritzbeton und in Teilbereichen mit Ankern (Superswellex). Der Tunnel wurde vollflächig im Sprengvortrieb ausgebrochen: Auf einer Länge von ca. 95 % des Tunnels wurde standfestes Gebirge angetroffen. Auf den restlichen 5 % wurde ein Gebirge mit gefügebewingten Nachbrüchen festgestellt.

4.3 Fensterstollen Wolf

Im Sommer 2010 wurde mit der Unterquerung der bestehenden Brennerbahn das Eingangsportal zum Fensterstollen Wolf geschaffen. Von dort zweigt nördlich ein etwa 700 m langer Zufahrts- und Versorgungstollen, der Padastertunnel ab. Südlich zweigt der etwa 3,5 km lange Fensterstollen mit einem Gefälle von

vom 16. bis 21. April 2012

Paris-Nord Villepinte - Frankreich

INTERMAT

Internationale Ausstellung von Maschinen und Technik für die Bau- und Baustoffindustrie

Together let's build the future

1,500
Aussteller

200,000
Besucher

375,000 m²
Ausstellungsfläche



Follow us with



your smartphone

To read the QR code, download the application compatible with your mobile phone.

Ihr kostenloser Eintrittsausweis auf
www.intermat.fr

CODE:
PROMOALL



HOTLINE: + 33 (0)1 55 23 71 71

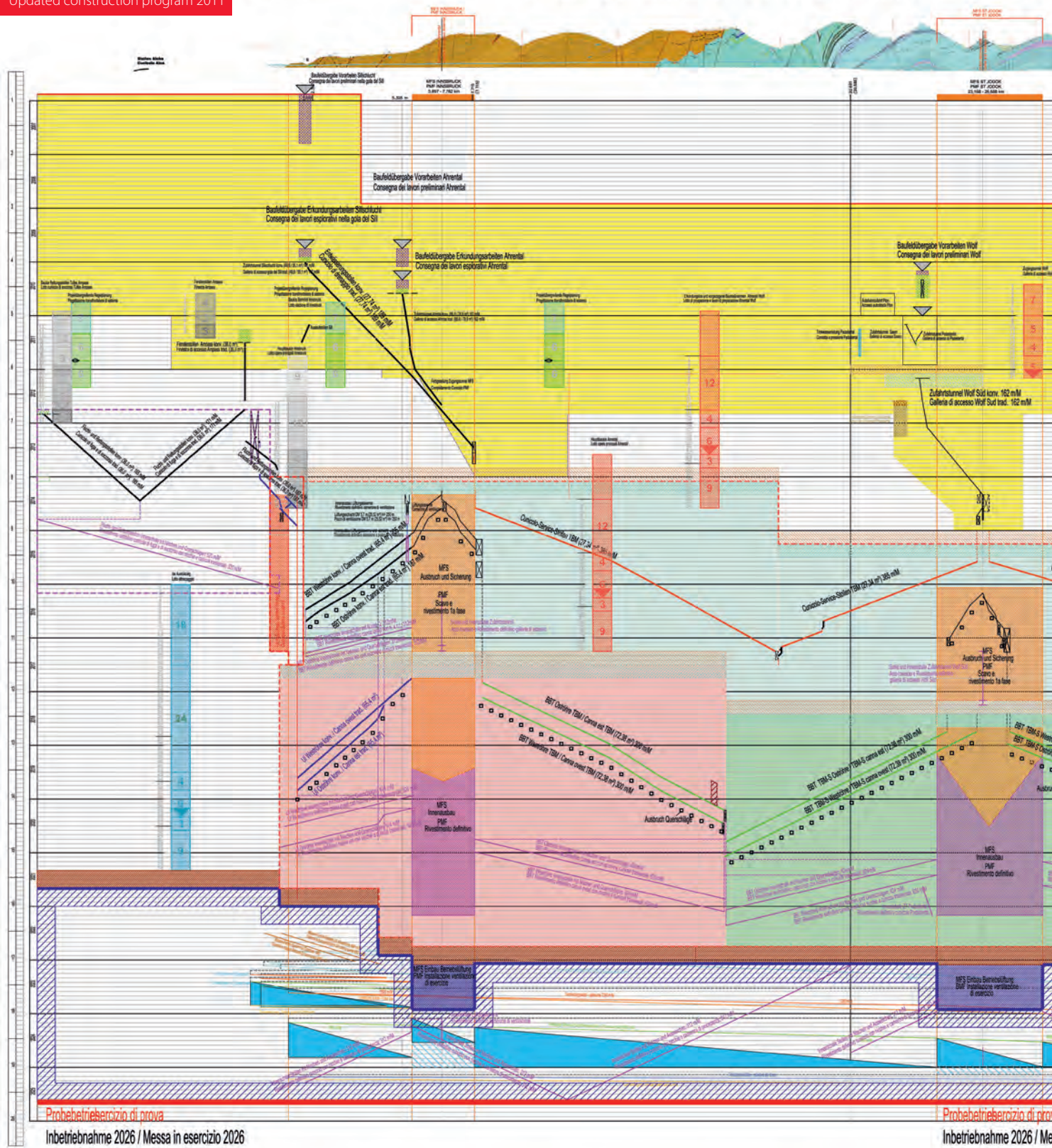
an event by
comexposium
The place to be

IMF GmbH - Ilona Wohra
Worringer Straße 30 - 50668 Köln
Tel: 0221/13 05 09 02
Fax: 0221/13 05 09 01
i.wohra@imf-promosalons.de

Aktualisiertes Bauprogramm 2011
Updated construction program 2011

Comunicazione Linguistica: Marzo 2011, 2010
Profilo topografico geologico in data 2011, 2010

Bauprogramm Brenner-Basistunnel 2010 / F

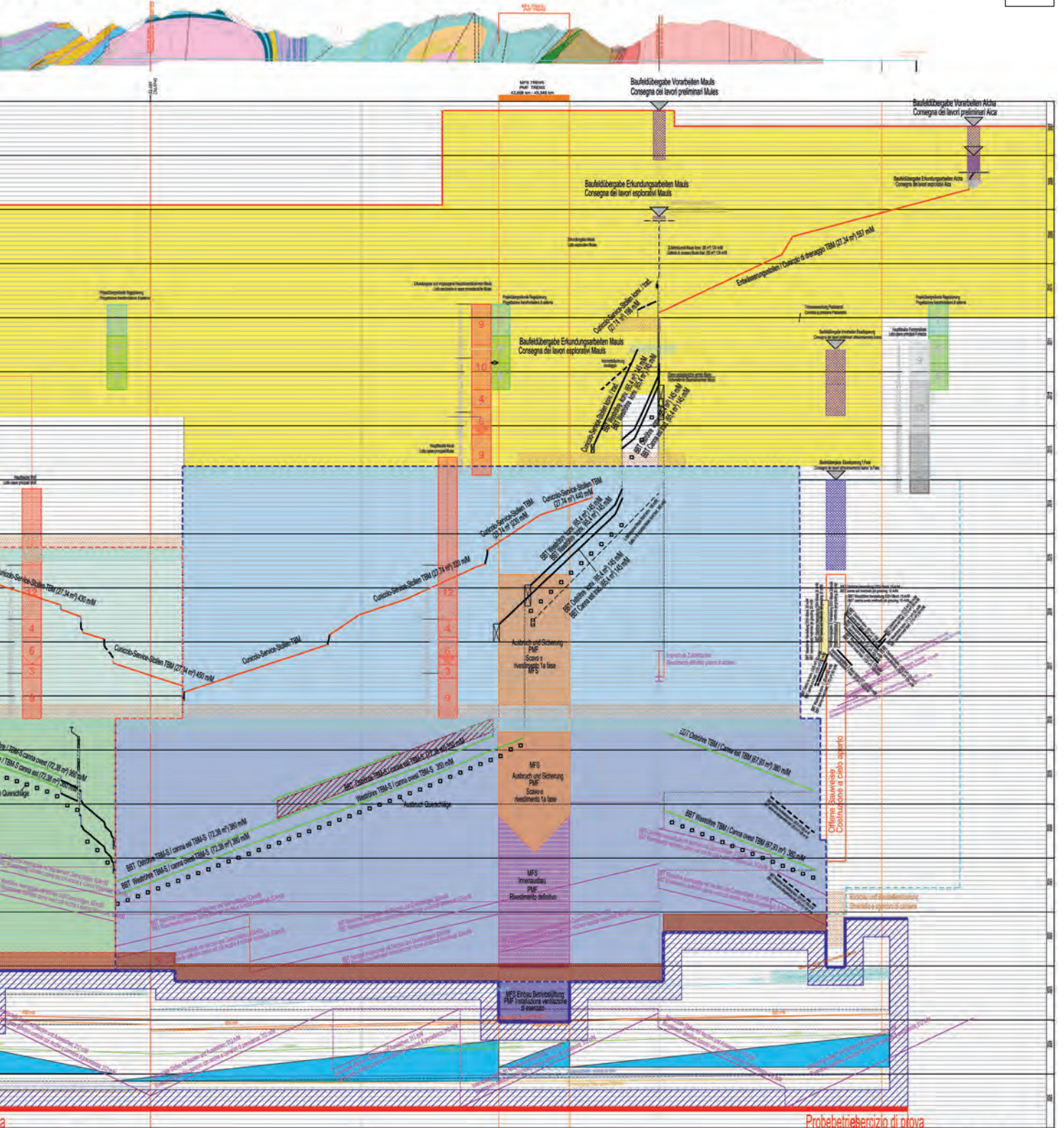


Legende / Legenda:

- Phase 2
Fase 2
- Projektübergreifende Regelplanung
Progettazione di sistema transfrontaliera
- Erkundungsbaulos Ahrental-Brenner
Lotto esplorativo Ahrental-Brennero
- Erkundungsbaulos Mals-Brenner
Lotto esplorativo Mals-Brennero

Programma lavori Galleria di Base del Brennero 2010

9



Probetriebseröffnung di prova
Inbetriebnahme 2026 / Messa in esercizio 2026

- Hauptlos Ahrental
Lotto principale Ahrental
- Hauptlos Wolf
Lotto principale Wolf
- Hauptlos Mules
Lotto principale Mules
- Eisenbahntechnische Ausrüstung
Attrezzaggio ferroviario

10 % ab, der mittels Sprengvortrieb im Bündner Schiefer errichtet werden wird.

4.4 Fensterstollen Ahrental

Der 2,4 km lange und 10,5 % fallende Fensterstollen Ahrental wird seit Sommer 2010 im Innsbrucker Quarzphyllit konventionell aufgeföhren. Der Ausbruchquerschnitt weist etwa 105 m² auf. Nach dem Portal unterquert der Zugangstunnel die Brennerautobahn A13. In diesem Bereich wurde der Tunnel mit einem Rohrschirm gebaut, um dadurch eine Gewölbeträgung zu erreichen. Ende 2011 waren etwa 1,5 km mittels Sprengvortrieb vorgetrieben, wobei bei den flachliegenden Quarzphyllitplatten nur geringe Abschluslängen möglich sind.

4.5 Fensterstollen Ampass

Der Fensterstollen Ampass hat eine Länge von ca. 1.400 m. Der Ausbruchquerschnitt beträgt etwa 35 m². Im Fensterstollen Ampass werden aufgrund des geringen Querschnittes 2 Auswechnischen und 2 Wendennischen aufgeföhren. Im September 2011 wurde mit den Bauarbeiten begonnen. Der Portalbereich wurde auf einer Länge von ca. 14 m in Deckelbauweise errichtet. Die Landesstraße L283 verläuft dann auf dieser Deckelplatte. Im März 2012 wird mit dem Sprengvortrieb begonnen. Laut geologischer Prognose stehen auf den ersten ca. 300 m Lockergesteine der Moränenfazies an. Die weiteren ca. 1.000 m sind im Innsbrucker Quarzphyllit aufzuföhren.

4.6 Erkundungsstollen Innsbruck - Ahrental


Vom konventionell aufgeföhrenen Erkundungsstollens Innsbruck – Ahrental wurden

bis Ende Januar 2012 insgesamt etwa 6 km aufgeföhren. In einigen Abschnitten war ein erhöhtes Nachbrüchigkeitsverhalten durch flach liegende Schieferung und Verschnitte mit steil stehenden Klüften zu verzeichnen.

4.7 Erkundungsstollen Aicha – Mauis

Vom maschinell vorgetriebenem Erkundungsstollen Aicha – Mauis wurden etwa 11,5 km ausgebrochen. Derzeit wird in Richtung Norden im Bereich der periadriatischen Naht gearbeitet. Mittels Sondierbohrungen werden die einzelnen Teilabschnitte vorerkundet und der Sprengvortrieb bzw. die Erstsicherung entsprechend angepasst.

5 Ausblick

Die Bauphase (Phase III) wurde beim Brenner Basistunnel am 18. April 2011 eingeleitet. Unter Einbindung der Erfahrung von vergleichbaren Tunnelprojekten, mit Unterstützung von numerischen Simulationen zur Erweiterung des Verständnisses und mit fachkundigen, teamfähigen Mitarbeitern sowie mit hervorragenden externen Ingenieurdienstleistern und Bauunternehmen werden wir den Brenner Basistunnel bauen. 

of 2010. The excavated cross section is around 105 m². After the portal, the access tunnel passes under the Brenner highway A13. In this area, the tunnel was constructed with a pipe roof, in order to achieve a load-bearing vault effect. By the end of 2011, some 1.5 km had been excavated by blasting, whereby only short advancements were possible through the flat-lying quartzphyllite slabs.

4.5 Ampass intermediate access tunnel

The Ampass intermediate access tunnel is about 1,400 m long. The excavated cross-section is approximately 35 m². Due to the reduced cross section 2 overtaking niches and 2 niches for turning manoeuvres will be excavated in the Ampass intermediate access tunnel. Work on the construction began in September 2011. The portal area has been constructed with a length of about 14 m as an artificial tunnel. The region road L283 will be relocated over the covering. Blasting will begin in March 2012. According to the geologic forecast, loose rocks of the moraine faces will occur along the first 300 m. The following 1,000 m must be excavated in the Innsbruck Quartzphyllite complex.


4.6 Innsbruck – Ahrental exploratory tunnel

A total of about 6 km were bored from the conventional bored exploratory tunnel Innsbruck – Ahrental up to end January 2012. In some sections an increased fraction behaviour with steep dipping clefs was recorded due to flat-lying foliation and waste.

4.7 Aicha – Mauis exploratory tunnel

From the mechanically excavated exploratory tunnel Aicha – Mauis approximately 11.5 km was broken out. Work is currently underway to the north in the area of the periadriatic seam. Using exploratory drilling the individual sections are analyzed and the blasting method and/or the first restraining elements and adapted accordingly.

5 Future prospects

The construction phase (Phase III) of the Brenner Base Tunnel was initiated on 18 April 2011. By drawing on experience from similar tunnel projects, the support of numerical simulations for expanding understanding, expert, team-oriented colleagues, and outstanding external engineering service providers and construction companies, we will build the Brenner Base Tunnel. 

Literatur/References

- [1] Bergmeister, K.: Brenner Basistunnel – Der Tunnel kommt. Tappeiner Verlag – Lana. 2011, 263 Seiten
- [2] ÖGG – Richtlinie: Kostenermittlung für Projekte der Verkehrsinfrastruktur unter Berücksichtigung relevanter Projektrisiken. Salzburg 2005
- [3] Quick, H.; Bergmeister, K.; Facchin, E.; Michael, J.: Aicha-Mauis on the Brenner Base Tunnel – status of the works and results. In: Geomechanics and Tunneling. Ernst & Sohn Company, 2010, p. 520 – 533
- [4] Flora, M.; Purrer, W.; Bergmeister, K.: Characteristics and potential of the NATM, ADECO-RS and mechanized methods of tunneling. In: Geomechanics and Tunneling. Ernst & Sohn Company, 2011, no. 5, p. 489 – 498
- [5] Anderson, M. P. and Woessner, W. W. (1992). Applied Groundwater Modeling. Academic Press, San Diego.
- [6] Harbaugh, A.W. (2005): Modflow-2005, the U.S. geological survey groundwater model – the groundwater process.
- [7] Kinzelbach, W., R. and Rausch, R. (1989): ASM, An Aquifer Simulation Model. IGWMC, Indianapolis-Delft, 1989.
- [8] McDonald, M. G. and Harbaugh, A.W. (1988): Modflow, A modular three-dimensional finite difference groundwater flow model, U.S. Geological Survey, Open file report 83-875.
- [9] Wen-Hsing Chiang, Wolfgang Kinzelbach and Randolph Rausch (1998): Aquifer simulation model for Windows. Groundwater flow and transport modeling, an integrated program
- [10] Sulem/Panet



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

Zwei Erddruck-Schilde für die Erweiterung der Linie A der Metro Prag

Seit Mitte 2011 sind 2 Erddruck-Schilde in Prag für die Erweiterung der Metrolinie A im Einsatz. Die erzielten Vortriebsgeschwindigkeiten belegen die Leistungsfähigkeit der eingesetzten Technologie unter den anspruchsvollen Bedingungen eines setzungskontrollierten Vortriebs im innerstädtischen Bereich.

1 Einleitung

Prag ist die Hauptstadt und gleichzeitig die größte Stadt der Tschechischen Republik. Ein wesentlicher Bestandteil des öffentlichen Nahverkehrsystems ist die Metro Prag, die derzeit aus 3 Linien besteht mit einem Schienennetz von 60 km, die vorwiegend unterirdisch verlaufen, und insgesamt 57 Stationen. Die bestehenden Linien sind die Linie A, von Ost nach West von Depo Hostivař bis Dejvická verlaufend; Linie B, von Ost nach West von Černý most bis Zličín verlaufend; und Linie C, von Nord nach Süd von Letňany bis Háje verlaufend. Die U-Bahn ist das schnellste Transportmittel der Stadt und befördert bis zu 1,5 Mio. Passagiere pro Tag, womit die Metro in Prag eines der meistgenutzten U-Bahn-Systeme Europas ist.

Das Prager Metrosystem ist als Dreieck ausgelegt, das in der Stadtmitte die 3 bestehenden Metrolinien über 3 Umsteigebahnhöfe miteinander verbindet. Zu Beginn des U-Bahnbaus in Prag in den 1960er Jahren

Dr. Karin Bäßler, Herrenknecht AG, Schwanau/D, www.herrenknecht.com
Ermin Stehlik, MSc, Metrostav a.s., Prag/CZ, www.metrostav.cz

wurden Offene Vortriebsschilde aus russischer Produktion und Gusseisen-Segmentausbau eingesetzt. Im späteren Verlauf ersetzte der Ausbau mit Stahlbetontübbingden Gusseisen-Segmentausbau vollständig. In den 70er Jahren des vergangenen Jahrhunderts bohrten 2 TBM mit Extrudierbeton-Ausbau einen Teil der U-Bahn-Linie A unter dem Fluss Vltava.

Der vorliegende Artikel befasst sich mit dem derzeitigen Ausbau der Linie A von der Station Dejvická über Červený vrch, Veleslavín und Petřiny bis nach Motol. Die Stadtverwaltung hatte definiert, dass der Ausbau der Linie A mit hoher Priorität im Rahmen des Ausbaus des Gesamtnetzes durchzuführen ist und dass dieses Projekt exklusiven Zugang zu europäischen Fördermitteln erhält. Der Ausbau der Linie A wird einen Beitrag zur Entlastung der Situation am Vítěznej-Platz leisten, indem sich hier die

Two Earth Pressure Balance Shields for Metro Line A Extension of Prague Metro

Since mid of 2011 two Earth Pressure Balance Shields are employed for the extension of Metro Line A in Prague. The tunnelling progress documents the efficiency of the employed technology facing challenging conditions of settlement controlled inner-city tunnel construction.

1 Introduction

Prague is the capital and also largest city of the Czech Republic. An important part of the public transportation system is the Prague Metro. The public transportation network comprises currently 3 lines of about 60 km of tracks running mostly underground and 57 stations. The current lines are Line A, running east to west from Depo Hostivař to Dejvická, Line B, running east to west from Černý most to Zličín and Line C running from north to south from Letňany to Háje. The metro is the fastest transportation system around the city. It serves about 1.5 million passengers a day and is thus one of the busiest metro systems in Europe.

The Prague Metro system is designed as a triangle, with all 3 lines meeting in the center of the city at 3 interchange stations. At the start of metro construction in Prague in the 1960s with Russian made open tunnelling shields, the cast iron

lining was used. Later the concrete segments replaced the cast iron completely. In the seventies of the last century 2 TBMs with extruded concrete lining bored part of the Metro Line A under the Vltava River.

The project to focus on in this paper is the metro extension of Line A, which is being constructed between station Dejvická via Červený vrch, Veleslavín, Petřiny and all the way out to Motol. The extension of Metro Line A was set as a priority by the municipal government in the development of the metro network, with exclusive rights to finances obtainable from European funds. A contribution of Line A extension will be to ease the situation on Vítěznej square by cutting the number of buses by up to 50 % with a positive environmental impact and furthermore to improve the traffic situation in the north western part of Prague. Also, the southwest part of the city will get new traffic connections. The next step will then be the planned north-western extension of Line A towards Ruzyně Airport.

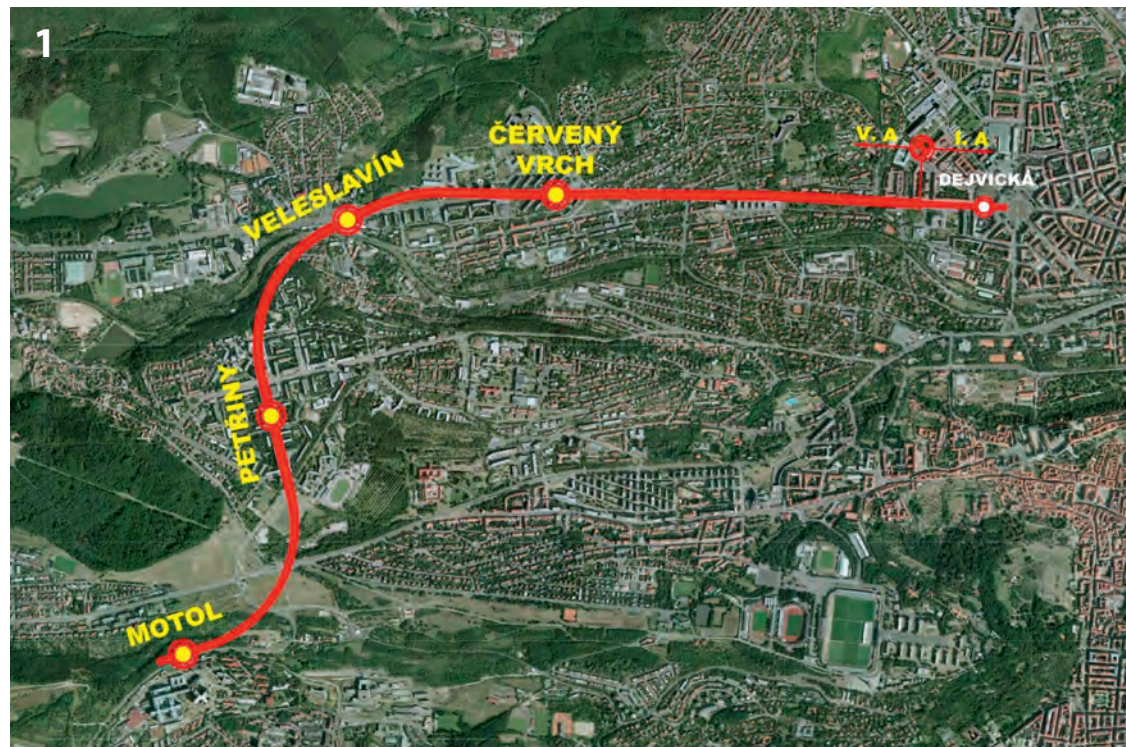
Anzahl der Busse um die Hälfte reduzieren und somit auch die Umweltbelastung sinken wird. Sowohl die Verkehrssituation im Nordwesten Prags als auch im Südwesten wird sich insgesamt verbessern. Im nächsten Schritt ist geplant, die Linie A im Nordwesten weiter in Richtung des Flughafens Ruzyně zu verlängern.

2 Erweiterung der U-Bahn-Linie A von Dejvická nach Motol

Die Baufirmen Metrostav und Hochtief CZ wurden beauftragt, die Linie A um 5,7 km von Dejvická nach Motol Station zu verlängern sowie die 3 neuen Stationen Cerveny Vrch, Veleslavin und Petriny zu erstellen. Die neue Linie wird das große Wohngebiet Prag 6 anbinden und ein neues, hochwertiges Transportmittel für die größte Klinik-Anlage Prags bieten (Bild 1).

Die Morphologie des Geländes und der hohe Grad der Urbanisierung bestimmten die Wahl der Vortriebsmethode für den geplanten Trassenverlauf. Für fast den gesamten Projektverlauf wird maschineller Tunnelvortrieb zum Einsatz kommen. 5,7 km Tunnel werden mit 2 EPB-Schilden gebohrt und gesichert. Die Tunnelvortriebsmaschinen (S-609 und S-610) von Herrenknecht haben einen Durchmesser von 6,1 m und stellen die 2 eingleisigen Metrotunnel zwischen Vítězné Square und Motol her. Drei Stationen (Cerveny Vrch, Veleslavin und Petriny) werden bergmännisch ausgebrochen, während die Station Motol in offener Bauweise entsteht.

Die EPB-Schilde wurden entsprechend den prognostizierten geologischen Bedin-



Übersicht über den Tunnelverlauf der Erweiterung der U-Bahn-Linie A
Overview of the tunnel route of Metro Line A extension

gungen entlang der geplanten Tunnelstrecke ausgelegt. Die Baugrundverhältnisse sind charakterisiert durch Schiefer-ton-Gestein und dessen Verwitterungsprodukten. Neben dem Schiefer-ton wurden auch größere Anteile an Sandsteinen, Schluffsteinen sowie Tonsteinen prognostiziert, die auch im Vortriebsverlauf bis Ende 2011 angetroffen wurden. Entlang der geplanten Tunneltrasse wurden sowohl stabile, instabile als auch gemischte Ortsbrustverhältnisse vorhergesagt.

3 Hauptdaten der Maschinen

Die EPB-Schilde für den Erweiterungsabschnitt der Metro Prag sind mit einem hydraulischen Hauptantrieb und einer Leistung von 1.200 kW ausgestattet. Im Vortrieb üben 32 Vortriebszylinder eine Vorschubkraft von 39.000 kN aus.

2 Extension of Metro Line A from Dejvická to Motol

The companies Metrostav and Hochtief CZ have been commissioned to build the about 5.7 km long extension of Metro Line A starting at Dejvická to Motol Station. Three new intermediate stations will be built at Cerveny Vrch, Veleslavin and Petriny. The new metro line will serve the large residential area of Prague 6 to provide a quality transport service for the biggest hospital complex in Prague (Fig. 1).

The morphology of the terrain and the high degree of urbanization affected the choice of tunnelling method for the planned alignment. For almost the entire extent of the project mechanized tunnelling technology is applied. The 5.7 km are excavated and lined by using two 6.1 m diameter EBP Shields from Herrenknecht (S-609 and S-610) for the 2 single-track

tunnels from Vítězné Square to Motol. Three of the new Metro Stations (Cerveny Vrch, Veleslavin and Petriny) are mined, while Motol station is built by cut-and-cover method.

The EPB Shields have been designed to suit the prevailing geological conditions, which have been predicted along the designed tunnel alignment. The geology is mainly characterized by clay shale rock types and their weathering products. Besides the clay shale, a greater amount of sandstone, siltstone and claystone as of different soil types (mostly of clayey character) were expected and encountered during drives completed to the end of 2011. Along the tunnel alignment both, stable and unstable tunnel face conditions, as well as mixed face conditions are predicted.

3 TBM main data

The EPB Shields for Metro Prague are equipped with a hydraulic



Montierter EPB-Schild (6,1 m Durchmesser) für die Erweiterung der U-Bahn-Linie A im Herrenknecht-Werk in Deutschland
Assembled 6.1 m diameter EPB Shield for Prague Metro Line A extension at the Herrenknecht AG workshop in Germany

Das Schneidrad ist für beide Drehrichtungen ausgerüstet und weist ein Öffnungsverhältnis von 30 % auf. Der Werkzeugbesatz besteht aus insgesamt 38 17-Zoll-Schneidrollen mit einem Spacing von 100 mm, 64 Schälmessern sowie 8 Räumern. Für das Anfahren war das Schneidrad mit Stacheln bestückt. Zwei Werkzeuge, ein Schälmesser und ein Räumern, wurden mit einem hydraulischen Verschleißerkennungssystem ausgestattet (Bild 2).

Die beiden Maschinen, die an Metrostav a.s. für den Ausbau der U-Bahn-Linie A in Prag geliefert wurden, haben eine Länge von insgesamt 96 m. Der 87 m lange Nachläufer besteht aus 7 Segmenten und einer Brücke. Er nimmt sämtliche lo-

gistischen Komponenten auf, die für den Betrieb der Maschine benötigt werden.

Während des Schildvortriebs in instabilem Baugrund wird ein Stützdruck erzeugt, um einer Instabilität der Ortsbrust entgegenzuwirken. Bei einem EPB-Schild wird die Ortsbrust durch das vom Schneidrad abgebaute Material gestützt. Während des Vortriebs ist die Abbaukammer vollständig mit Material gefüllt, um Setzungen an der Oberfläche zu verhindern. Der Stützdruck wird über die Vortriebszylinder durch das gelöste, konditionierte Erdreich in die Druckwand eingeleitet, um die notwendige Balance herzustellen. Die inneren Statoren und Rotoren schneiden durch den Erdbrei, wobei durch

main drive powered with a total of 1,200 kW. When tunnelling, 32 thrust cylinders apply a nominal thrust force of about 39,000 kN. The cutting wheel is equipped for both directions of rotation. It is designed with an opening ratio of 30 % and fitted with 38 pieces of 17-inch disc cutters of 100 mm spacing, 64 cutting knives and 8 buckets. The cutter heads were fitted with ripper tools for the start of boring. Two hydraulic wear detection units are installed for the soft ground tools and buckets (Fig. 2).

The 2 machines, which were supplied to Metrostav a.s. for the extension of Metro Line A in Prague have a total length of 96 m. The 87 m long back-up comprises 7 gantries and a bridge

construction. It houses all the logistics equipment needed to operate the entire system.

During shield drives in unstable ground, face support pressure is generated to counteract any loss of stability at the tunnel face. On an Earth Pressure Balance Shield, the soil excavated by the cutting wheel is used to support the tunnel face. During advance in full mode, the excavation chamber is permanently completely filled, preventing settlement on the surface. To achieve a state of balance, the face support pressure is transmitted from the hydraulic thrust cylinders to the conditioned, loose soil through the bulkhead. The internal stators and rotors cut through the soil mixture, while foam can be injected via nozzle

Düsen zusätzlich Schaum zugeführt werden kann, um die benötigte Konsistenz des Erdbreis zu erreichen. Insgesamt sind 4 Düsen im Schneidrad installiert, 4 Statoren in der Abbaukammer sowie 2 x 3 Schauminjektionspunkte an der Förderschnecke. Der so konditionierte Erdbrei wird durch die Förderschnecke aus der Sohle der Abbaukammer abgefördert und an das Förderband übergeben. Die Menge des abgeförderten Materials wird durch die Drehgeschwindigkeit der Förderschnecke reguliert und an die Vortriebsgeschwindigkeit angepasst. Das Ziel ist ein ausgeglichenes Verhältnis zwischen einerseits dem Volumen des abgebauten Materials, das durch die Schnecke abgefördert wird, und andererseits dem Volumen des Materials, das durch das Schneidrad abgebaut wird. Hierdurch wird eine optimale Stützung der Ortsbrust gewährleistet.

Die Schlüsselinformationen mit allen vortriebsrelevanten Parametern werden an den Steuerstand übermittelt, wo sie auf den Bildschirmen des Maschinenfahrers dargestellt werden. Der Maschinenfahrer überwacht den weitgehend automatisierten Prozess und greift bei Bedarf korrigierend ein. Dies ist vor allem beim Vortrieb unter der städtischen Bebauung Prags von Bedeutung, die einen setzungskontrollierten Vortrieb erforderlich macht.

Um die Herausforderungen beim Vortrieb unter mit Auflagen versehenen Gebieten zu bewältigen, wurden die EPB-Schilde wie folgt ausgerüstet:

- hydraulisches Verschleißerkennungssystem für einen effizienten Abbauprozess

und um Schäden an den Werkzeugen und dem Stahlbau des Schneidrades zu vermeiden

- umfassendes Datenerfassungssystem, das fortlaufend Informationen über den Zustand der Ortsbrust sowie weiterer wichtiger Parameter liefert und einen kontrollierten Abbauprozess ermöglicht.

Um baugrundstabilisierende Maßnahmen in der Firste und im Bereich der Ortsbrust bei auftretenden instabilen Ortsbrustverhältnissen realisieren zu können, sind die Maschinen mit Injektionsbohrgeräten ausgestattet. Über 8 geneigte Injektionsleitungen mit einem nominellen Durchmesser von 100 mm können Firstinjektionen in einem Winkel von 14° durchgeführt werden. Zwei horizontal geführte Bohrgeräte ermöglichen Injektionen im Ortsbrustbereich. Die installierten Bohrgeräte können ebenfalls für Erkundungsbohrungen im Bereich um Červený vrch genutzt werden, in dem der Tunnel unter einem ehemaligen Minengebiet verläuft (Eisenerz, der Abbau hatte 1860 begonnen).

4 Control Boring Process System (CBP)

Der geforderte setzungskontrollierte Vortrieb stand bei der Konzeption der Maschinen im Vordergrund, weshalb ein Kontrollsystem installiert wurde, das setzungsrelevante Daten wie beispielsweise den Stützdruck und die Ringspaltverfüllung aufzeichnet und analysiert. Die vom System aufgezeichneten Werte werden mit Referenz- und Toleranzwerten verglichen, die von den

les to ensure that the required consistency is maintained. There are in total 4 foam units installed in the cutting wheel, 4 staters for foam in the excavation chamber and 2 x 3 foam injection points at the screw conveyor. The screw conveyor removes the treated soil from the invert area of the excavation chamber and hands it over to a conveyor belt. The speed of rotation of the screw conveyor regulates the volume of soil removed from the excavation chamber and adjusts it to the advance speed. The aim is to keep a balance between the volume of soil removed by the screw conveyor and the volume of soil being produced by the advance of the EPB Shield. This makes it possible to ensure optimal support of the tunnel face.

The key information consisting of all relevant tunnelling parameters is fed into the central control cabin where it is visualized on screens for the TBM operator. The operator monitors the largely automated processes and takes corrective action when needed. This is important especially in the urban area of Prague where tunnelling demands for a settlement controlled tunnelling process.

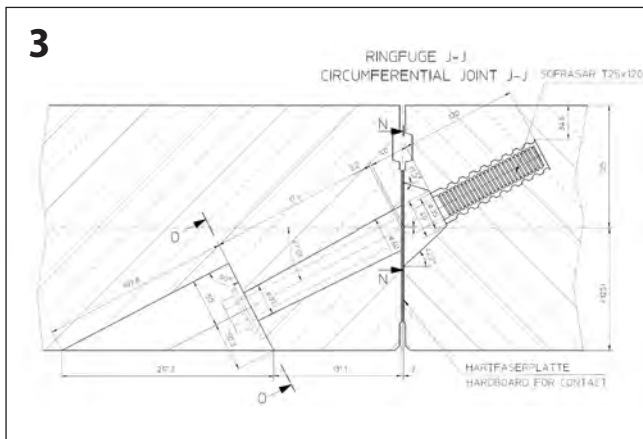
To meet the challenges of tunnelling in constraint areas, the EPB Shields are equipped with

- a hydraulic wear detection system for an efficient excavation process and to avoid damage to the tools and the steel structure of the cutting wheel and
- an extensive data acquisition system that gives continuously information about the support of the tunnel face and many further machine parameters essential for a controlled excavation process.

The EPB Shields are equipped with injection drill rigs for ground stabilization measures in the tunnel crown and tunnel face area in the case of instable tunnel face conditions. Via 8 inclined injection lines of a nominal diameter of 100 mm it is possible to perform crown injections with an angle of 14° and 2 horizontal drills enable injections into the tunnel face. The installed drilling rigs will be also used for probing ahead of the face in some cases, one of them might be the area around Červený vrch, where the tunnel alignment crosses the former mining fields (iron ore, mining started in 1860).

4 Control Boring Process System (CBP)

The demand of a settlement controlled operation played an important role during the design phase of the TBMs, therefore, a control system was installed that records and analyzes settlement relevant data such as for example the support pressure and annular gap backfilling. The recorded values will be compared with reference and tolerance data defined by the operating authority. With this safety system, the so called Controlled Boring Process (CBP), frequently changing geological and hydrological conditions with low overburden can be technically mastered. The CBP aims to combine information on possible settlement or heave measured above the tunnel route with all relevant operational data of the TBM in order to facilitate the development of even more sensitive tunnelling strategies and, in terms of risk avoidance, to continuously optimize the tunnel excavation. First, in a kind of tunnel excavation record, data of the tunnel route, for example with regard to settle-



3
Querschnitt der Verbindungsdetails mit Bolzen und Dichtung
Cross section of joint details with bolt and gasket

Behörden definiert wurden. Mit diesem Sicherheitssystem, dem sogenannten Controlled Boring Process (CBP), können sich häufig ändernde geologische und hydrologische Bedingungen mit niedrigen Überdeckungen beherrscht werden. Das Überwachungssystem CBP wird eingesetzt, um Informationen über mögliche Setzungen oder Hebungen, die an der Oberfläche gemessen werden, mit Betriebsdaten der TBM zu kombinieren. Bei Bedarf können so rechtzeitig entsprechende Maßnahmen zur Risikominimierung eingeleitet und der Vortrieb optimiert werden. Beim CBP werden für die setzungsrelevanten Betriebsparameter Sollwerte und Toleranzen festgelegt, die dem Schildfahrer zusammen mit den tatsächlichen Werten im Steuerstand angezeigt werden. Falls während der Schildfahrt eine Über- oder Unterschreitung der Grenzwerte auftritt, so wird dies angezeigt und gespeichert.

Darüber hinaus werden alle spezifischen Daten während des gesamten Vortriebs aufgezeichnet, um eine eingehende Analyse der Vortriebsleistungen in Bezug auf Setzungen zu ermöglichen.

Zum Ende des Jahres 2011 hatten beide Maschinen, die zuerst gestartete S-609 (getauft auf den Namen Tonda von den Kindern aus dem Motol-Krankenhaus) und die S-610 (getauft auf den Namen Adela) erfolgreich den Vortrieb unter einem Wohnkomplex gemeistert. Die hier strikten Setzungsvorgaben von maximal 6 mm konnten durch die durchgängige Überwachung der Gebäude sowie durch den Einsatz des CBP störungsfrei eingehalten werden.

ment measurements conducted above ground and geology, are related to essential operational data of the TBM. Based on this, target values and tolerances for operational parameters of the TBM relevant to the settlement can be established. These values and tolerances are defined by the shift engineer for the machine operator and are visualized on the individual machine data displays in the control cabin. They can be adjusted to respond to current measuring results at all times if necessary. Furthermore, all specific parameters are recorded during the entire excavation to enable a comprehensive analysis of the tunnelling performance with regard to the control of settlement.

At the end of year 2011, the second machine, S-610 (named Adela), followed the first machine's (S-609, named Tonda by children from Motol hospital) successful excavation under the residential complex, where a maximum settlement of only 6 mm was allowed. Continuous monitoring of the complex

structures and using of CPB system contributed to the trouble-free passage of both machines, complying with strict request of minimum settlement.

5 Two-component grouting

In order to keep settlements controlled an effective annular gap backfilling system is required. The EPB Shields for the Metro Prague are designed with a two-component annular gap backfilling system comprising 4 injection lines. Component A can be described as a stabilized main component consisting of water, bentonite, cement and a stabilizer and component B as the activating component of the system consisting of a sodium silicate. Characteristic for the two-component backfill material is an early strength development which is advantageous in order to stabilize the bond between the excavated surface and the tunnel lining. By this, displacements of the rings when they are stressed, for example, by back-up loads can be prevented.



4
Test-Ring für Abmessungstests
Trial ring for dimensional checks

5 Zwei-Komponenten-Verpressung

Eine effektive Ringspaltverpressung ist eine der Voraussetzung um Setzungen kontrollieren zu können. Die EPB-Schilde für die Metro Prag sind mit einem Zwei-Komponenten-System für die Ringspaltverfüllung mit 4 Verpressleitungen ausgestattet. Der Zwei-Komponenten-Ringspaltmörtel besteht aus der Komponente A (Wasser, Bentonit, Zement, Stabilisator) und der Komponente B (Natriumsilikat). Für das Zwei-Komponenten-Ringspaltverpressmaterial ist eine frühe Festigkeitsentwicklung charakteristisch, die eine schnelle Stabilisierung zwischen um-

gebendem Erdreich und der Tunnelauskleidung ermöglicht. So können Versätze zwischen den Ringen verhindert werden, wenn dieser beispielsweise durch das Gewicht des Nachläufers belastet wird. Bei der Verwendung eines Zwei-Komponenten-Mörtels ergibt sich eine größere Flexibilität beim Mischungsverhältnis der Komponenten A und B. Wenn die Komponenten gemischt werden, reagieren sie innerhalb kurzer Zeit (innerhalb von Minuten) zu einem Gel, das sich anschließend verfestigt. Die Abbindezeit und damit das Ausmaß, wie die Mischung in das Erdreich eindringt, kann nach Bedarf variiert werden.

The two-component grouts are generally composed of water, bentonite, cement, a stabilizer and an accelerator. The use of two-component grout provides greater flexibility in varying the ratio of the 2 components A and B. When mixed, the 2 components react within a short time (within minutes) to a gel which begins to solidify afterwards. The setting time of the suspension can be varied and hence the extent to which the mix will penetrate the ground. The main advantage of the two-component system are the quick stabilization of the ring due to a short time to reach sufficient strength and the working properties of the grout which are independent

of idle times or advance speed and the pumpability over longer distances.

6 Segmental lining

The tunnel is lined by reinforced concrete segments. One tunnel ring is composed of 5+1 segments and has a length of 1.5 m. The geometrical design of the segments, produced in high-precision moulds delivered by Herrenknecht Formwork, considers all loads as water pressure, soil conditions and all situations of producing, transporting and erecting in the tunnel. According to the designers experience for such diameters and ground conditions a Universal-Ring (both side tapered) was chosen. The



Implenia® Gratulation zum längsten Tunnel!



Implenia denkt und baut fürs Leben. Gern.

www.implenia.com



Hochpräzise Schalungen von Herrenknecht Formwork
High-precision mould supplied by Herrenknecht Formwork

6 Segmentausbau

Der Tunnel wird mit Stahlbetonsegmenten ausgekleidet. Ein Ring besteht aus 5+1 Segmenten und hat eine Länge von 1,5 m. Das geometrische Design der Segmente, die in hochpräzisen Schalungen von Herrenknecht Formwork produziert werden, berücksichtigt alle Belastungen wie Wasserdruck, Bodeneigenschaften sowie alle Prozesse bei Herstellung, Transport und Installation im Tunnel. Entsprechend den Erfahrungen der Konstrukteure mit diesem Durchmesserbereich und diesen Bodeneigenschaften wurde ein Universalring (beidseitig angeschragt) gewählt. Die Segmente sind mit EPDM-Dichtungen (M385 69 Portland, PDT) ausgestattet und werden beim Einbau sowohl im Umfang als auch in Längsrichtung miteinander verschraubt (Bild 3).

Die radialen Verbindungen sind mit Hartfaserplatten versehen. Um die korrekten Abmessungen der einzelnen Segmente und damit des gesamten Rings zu belegen, wur-

de im Werk des Herstellers ein Versuchsring gegossen, aufgebaut und vermessen (Bild 4).

Die Segmente für die Metro Prag werden in Senec durch die Firma Doprastav hergestellt. Ausgehend von den Vorgaben des Produzenten wurde eine stationäre Produktion bevorzugt. Die 6 Schalungssätze (54 Schalungen) wurden im Jahr 2011 einmal pro Tag gegossen. Um gute Verarbeitungseigenschaften und eine hohe Beständigkeit des Betons für die Segmente zu erreichen, wurden beim Hersteller Labortests sowie Versuchsbefüllungen durchgeführt (Bild 5).

Diese Stahlbeton-Fertigteile werden auf Wägen in den Tunnel transportiert. Am vorderen Ende eines Wagens werden die Segmente von einem speziellen Übergabekran aufgenommen und auf den Tübbingzuführer gesetzt, der die Tübbinge zum vorderen Ende des Tunnels transportiert. Hier werden die Tübbinge von den Vakuum-saugplatten des Erektors – ein

segments are equipped with EPDM-gaskets (M385 69 Portland, PDT) and are bolted during installation both in the circumferential and longitudinal joints (Fig. 3).

The radial joints are equipped with hardboards (ply wood). To proof the right dimensions of the segments and hence the complete ring, a trial ring was casted, erected and measured in the manufacturers workshop (Fig. 4).

The segments for the Metro Prague are manufactured in Senec by the company Doprastav. Considering the manufacturer's requirements a stationary production was the preferable solution. The 9 sets of moulds (54 moulds) were casted in year 2011 once a day. To gain a high workability and durability of the segment concrete the manufacturer ran tests in the lab and did several trial casts (Fig. 5).

These prefabricated reinforced concrete elements are taken into the tunnel on carriages. At the front end of the carriage, the segments are individually raised by a special transfer crane and placed on

the segment feeder, which brings the segments to the front area of the tunnel. Here, the segments are lifted by vacuum plates on the erector – a hydraulically controlled crane arm – and moved into place.

7 Progress on site

The machines were assembled in the Herrenknecht workshop in Germany where the main components were tested and then transported to Prague. Tunnelling started mid April 2011 (S-609) and mid July 2011 (S-610). The jobsites' tunnelling crews have advanced the 2 machines 1,500 m (S-609) and 1,150 m (S-610) until December 2011 with weekly best rates of up to 162 m (S-609) (Fig. 6). After accomplishing the excavation of the 2 parallel single-track running tunnels by the end of 2012, the TBMs will be recovered backwards through the tunnel.

8 Conclusion

The progress of both machines until the end of 2011 shows great potential of application of


hydraulischer Kranarm – aufgenommen und an die vorgesehene Position gesetzt.

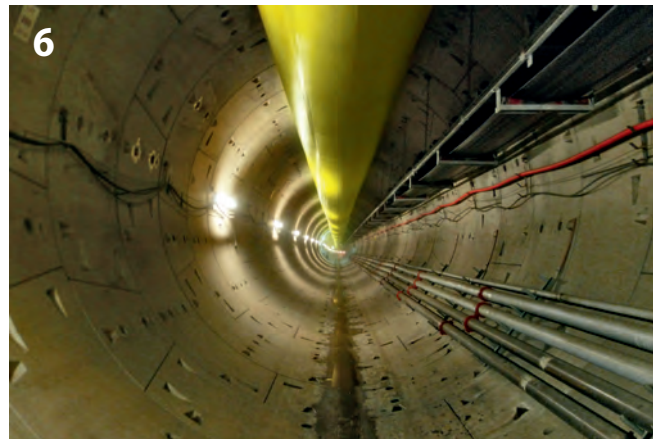
7 Baufortschritt

Die Maschinen wurden im Herrenknecht-Werk in Deutschland montiert, wo die Hauptkomponenten getestet und anschließend nach Prag transportiert wurden. Der Vortrieb wurde Mitte April 2011 (S-609) und Mitte Juli 2011 (S-610) gestartet. Die Baustellenmannschaften haben mit den beiden Maschinen Vortriebswerte von insgesamt 1.500 m (S-609) und 1.150 m (S-610) erreicht mit Wochenbestleistungen von bis zu 162 m (S-609) (Bild 6). Nach


dem Abschluss des Vortriebs der beiden eingleisigen Tunnel zum Ende des Jahres 2012 werden die beiden Maschinen rückwärts aus dem Tunnel geborgen.

8 Schlussfolgerungen

Der Fortschritt der beiden Maschinen bis Ende 2011 belegt das große Potenzial der Maschinenteknik für den weiteren Ausbau der Metro Prag. Für die neue Linie D, die in Planung ist, werden die Erfahrungen beim Ausbau der U-Bahn-Linie A von großer Bedeutung sein und werden Einsparungen im Finanz- und Zeitplan ermöglichen. 






Ausgebauter Tunnel für die Erweiterung der U-Bahn-Linie A in Prag
Lined tunnel of Prague's Metro Line A Extension

TBM technology for the future development of Prague Metro. For the new Line D, which is in planning stages, the experience gained during construction of Metro A Line Extension is important and could bring savings in terms of cost and time. 

PENELL GmbH
Bahnhofstrasse 32
D-64372 Ober-Ramstadt
 +49.(0)6154.6251-0
 +49.(0)6154.51269
 info@penell-gmbh.de



SYNCHRO PLUS Ges.m.b.H.
Oberallach 2
A-9852 Trebesing (K)
 +43.(0)664.2008440
 +43.(0)4732.37044
 info@synchro-plus.eu

Wir sind IHR PARTNER in Fragen der Elektroversorgung.

Lösungsvorschläge - nach Ihrer Aufgabenstellung - Planung, Beratung sowie der Verkauf von

- Kabelsystemen & Konfektionierung
- Schaltanlagen
- Erdungsanlagen
- Beleuchtungsanlagen
- Klima- und Haustechnik
- z. B.: - Telefon- und Rufanlagen
- Antennenanlagen
- Elektronikbauteilen

gehören zu unserem Liefer- und Leistungsprogramm.

Wir haben umfangreiche Erfahrungen auf dem Gebiet der Elektroprojektierung, z.B. in den folgenden Bereichen:

- Tunnel-, Hoch- und Tiefbau
- NS- und MS-Schaltanlagen bis 42 kV
- Aggregate und Notbeleuchtung
- Industrieanlagen, Überwachungsanlagen
- Schulen, Freizeit- und Sportstätten
- Krankenhäuser

Gerne unterbreiten wir Ihnen ein unverbindliches Angebot und stellen unsere Leistungsfähigkeit unter Beweis.

Nutzen Sie unseren 24h-Lieferservice. Ein Notdienst ist auch an Sonn- und Feiertagen für Sie bereit.

SYNCHRO PLUS GmbH
Montageplatz
D-03130 Haidemühl
 (035751) 15345
 (035751) 15346
 synchro.plus@t-online.de
 www.synchroplus.de

Unsere Monteure sind sofort vor Ort einsetzbar mittels eigener Meß-, Vulkanisations- und Spulwagen.
Unsere Monteure sind spezialisiert und qualifiziert in den Bereichen Niederspannung, Mittel- und Hochspannung und LWL.
Genauere Informationen über uns und unser Leistungsspektrum finden Sie auf unserer Internetseite.
Unser Bereitschaftsdienst steht Ihnen auch an Sonn- und Feiertagen zu Ihrer Verfügung.



Energietechnik & Montagen

- von 1 kV bis 330 kV
- Kabel · Leitungen · Fernmelde · LWL
- Muffen · Endverschlüsse · Verlegung
- Vulkanisation · Mantelreparaturen
- Steckermontagen · Cadweld-Muffen
- Prüfungen · Fehlerortungen



Activation of FFFS in the commissioning test of M30 tunnels in Madrid, Spain [8]

Fixed Fire Fighting Systems for Road and Rail Tunnels

Today, fixed fire fighting systems (FFFS) are an established technology to improve safety in tunnels. The following article – a lecture at the STUVA Conference 2011 in Berlin - gives an overview of FFFS technology in general and also highlights requirements posed on operation, testing, design and installation. Additionally 2 case studies – the Eurotunnel and the Tyne Tunnels, – are described in this article.

1 Fixed Fire Fighting Systems (FFFS) in Tunnels

1.1 Introduction

Fixed fire fighting systems (FFFS) are an active way of combating fires in tunnels (Fig. 1). They are a new method of improving fire safety compared to conventional technologies such as passive protection and ventilation. The approach using active fire

Dipl.-Ing. Max Lakkonen; Dipl.-Ing. Till Bremke,
Fogtec Fire Protection, Cologne/D

fighting as a fixed installation has been employed for decades in Australia and Japan. The technology was selected in accordance with building protection rules; low-pressure deluge systems have been applied. The European approach has been to apply

water mist fire fighting technology, which has been in commercial use for only 20 years, initially in marine applications and now in most applications. Water mist technology was first found to be extremely effective against tunnel fires within the UPTUN

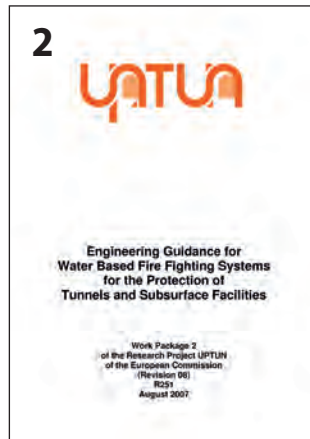
research project [1]. Later, it was shown in full-scale fire tests within the SOLIT and SOLIT2 research projects that high-pressure water mist technology is very effective against heavy goods vehicle fires in tunnels [2]. HGV fires are normally used as the design criterion since the aftermath of catastrophic fires has shown how severe they can be. High-pressure water mist systems have become a well-established technology based on European research programmes and a number of privately funded tests by different governmental institutes in Spain, the UK, France and Germany. High-pressure water mist systems have been used for tunnel fire protection in several European countries, including France, Spain, the UK, the Netherlands, Italy, Austria and Russia.

1.2 General Requirements for FFFS

FFFS are normally installed to improve both life safety and asset protection. The general requirements for FFFS are listed in Table 1 [2, 3, and 4]. Depending on the technology applied, the above mentioned requirements can be met at different levels. Of all such systems, high-pressure water mist systems have been tested most frequently throughout the world and the described effects have been realised in hundreds of full-scale fire tests. Other technologies still require large quantities of test data to enable their overall effects to be resolved.

1.3 Standardisation

Standardisation of FFFS has developed very slowly. Let us not forget that PIARC was against active systems in tunnels just one decade ago [10]. False assumptions were later corrected by PIARC, and a separate report about FFFS entitled “An assessment of fixed fire suppression systems” was published in 2008 [4]. However, the technical and commercial specifications given in this report are already somewhat outdated compared to the state-of-art systems being currently installed. NFPA502 is the first standard that included a chapter about FFFS in the latest edition, published in 2011 [3]. NFPA502 provides basic information and engineering requirements for the systems to be installed in tunnels. So far, the best engineering-based approach has been generated in the UPTUN research programme (Fig. 2). “Engineering guidance for water-based fire fighting systems for the protection of tunnels and subsurface facilities” sets basic engineering practices for systems to be installed in tunnels [1]. The



UPTUN R251 Engineering Guidance [1]

French CETU also published a new report entitled “Water mist in road tunnels” as recently as 2010 [11]. The CETU report provides a comprehensive description of state-of-art technologies. Within the framework of the ongoing SOLIT2 research project, very extensive reports and engineering guidance is due to be published in the not too distant future.

1.4 Testing and Design Basis of FFFS

It is a common misunderstanding, sometimes even falsely maintained by authorities, that



HGV (truck) fire prior to activation of water mist system [2]

modern FFFS have not undergone testing. In actual fact, FFFS technology is one of most extensively tested safety systems following the occurrence of several catastrophic fires in Europe 10 years ago. Technology has been tested both in research projects and privately funded full-scale fire tests. For example, Fogtec water mist technology has been tested in over 100 full-scale fire tests in test tunnels. Testing included UPTUN, SOLIT and SOLIT2 research programmes. The technology has also been tested for such governmental organisa-

tions as the UK Highways Agency and private tunnel operators, such as the Eurotunnel (Fig. 3). The main reason why very extensive testing is carried out is that FFFS, in particular water mist systems, are a new technology with a design based on type testing, demonstrating the function of the system with commonly understood realistic major fires. This is different to many other safety systems, which are defined by descriptive standards but without testing requirements or are limited to scale or thermal tests or merely simulated.

REQUIREMENT	METHOD	EFFECT
Improvement of self-rescue conditions	<ul style="list-style-type: none"> • Immediate cooling of fire and surrounding volume • Reduction of smoke production, better visibility • Binding smoke and sooth • Less toxic gases 	Tunnel users have safer conditions for evacuating themselves or having better survivability conditions in case of being trapped
Improvement of access of fire services	<ul style="list-style-type: none"> • Limiting heat release rate (HRR) • Immediate cooling of fire and surrounding volume • Reduction of smoke production, better visibility • Blocking radiant heat 	Fire and rescue services have easier access to the fire to fight the fire. Access can be done from both sides of fire with normal protective equipment. Systems increase fire fighters safety significantly
Prevention of fire spread	<ul style="list-style-type: none"> • Limiting heat release rate • Immediate cooling of fire and surrounding volume • Blocking radiant heat 	Fire will be limited to the initial vehicle, which is very essential in case of HGVs (trucks)
Limiting damages to tunnel structure	<ul style="list-style-type: none"> • Immediate cooling of fire and surrounding volume • Blocking radiant heat 	Tunnel structure and other equipment will not be under same time/temperature exposure as used without system. Enables shorter recovery time after fires

Table 1: Requirements for a FFFS System



Tarpaulin – covered HGV (truck) fire mock-up [13]

The testing of FFFS must follow the risk analysis and expected design fire. There has been a lot of discussion about the appropriate design fire. The current understanding is that a heat release rate (HRR) of over 100 MW is required for a major fire scenario with HGVs [6, 12]. This HRR value was determined as an outcome of full-scale experimental tests and subsequent studies of real fires. This value has already been adopted by standards. For example, NFPA502-2011 defines a value of 70 to 200 MW HRR for trucks [3]. Modern FFFS systems have been tested full-scale with such scenarios in test tunnels. The tests are normally performed with a Class A truck mock-up reflecting the real case (Fig. 4). There are many details related to fire testing and mock-up design that only professional test organisations can cater for. Most of the tests were carried out at the Spanish tunnel test centre TST. A good example of a small detail affecting the

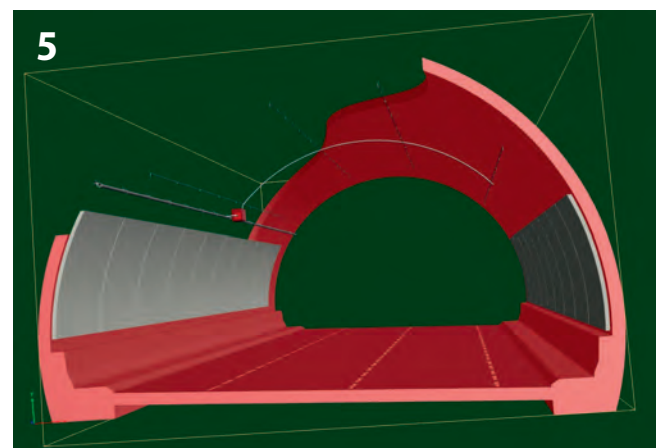
behaviour of fire is tarpaulin. It has been noticed that covering the mock-up, as with real trucks, leads to a completely different fire development. Tarpaulin limits the access of water to the seat of the fire from the very beginning and fires first grow before being controlled by the water mist system [2].

1.5 Design and Installation

The proper design of FFFS is a crucial element of real projects. FFFS have a large pipe network in tunnels and, as a consequence, installation is time-consuming. For this reason, piping for modern FFFS is designed using CAD in 3D and prefabricated to a large extent off-site (Fig. 5). This minimises the installation time required on-site. In addition, quality control is easier to perform when piping is executed at the factory by welding robots. Today, tunnels are often measured and modelled in 3D, especially in refurbishment projects. This ensures the accuracy

level of requirements for all water-based FFFS for tunnels [1]. However, many national codes, such as the German RABT, set even higher definitions for material requirements [14].

FFFS were previously designed and installed as add-on systems to improve fire safety in tunnels, together with other conventional technologies. Nowadays, FFFS have emerged to be among the critical elements of the tunnel safety system. This means that tunnel safety is fully dependent on FFFS in the event of a fire incident. This has made reliability engineering an important part of designing FFFS for tunnels. Often full RAMS (Reliability, Availability, Maintenance and Safety) studies have been carried out as part of the design process of FFFS. The design availability requirements for FFFS can be very high. For example, Fogtec has built systems for 99.98 % design availability for mechanical parts. Related control systems can even be SIL (Safety Integrity Level) certified. Although use of reliability engineering tools is common in the aviation, rail and automotive industries, it is completely new to tunnel or fire safety engineering, having been introduced only a few years ago.



3D model of tunnel and section pipe design [8]

Installation of FFFS in tunnels is also an important element from the system liability point of view. It could be that FFFS components (nozzle type, layout, etc.) have been type tested full-scale, but the installation of the system fails to meet sound engineering practice. This leaves considerable room for interpretation with regard to liability aspects. The commonly established practice is that the FFFS manufacturer also becomes involved in the installation. Sometimes the installation is carried out directly by the manufacturer or the manufacturer is responsible only for controlling the works.

1.6 FFFS Investment Decision

Investment decisions concerning FFFS always depend on the individual tunnel. Governing standards also recommend carrying out a full analysis prior to taking the investment decision. There is no standard process covering all countries, meaning that the risk analysis and related cost-benefit analysis will vary slightly depending on the country and organisation undertaking them. However,

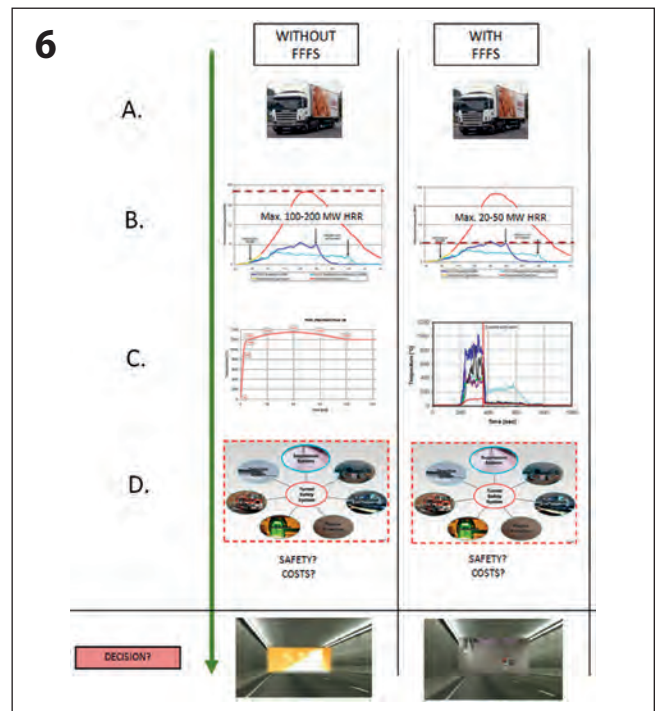
all of the studies can be simplified with the help of a few general process steps, shown in Fig. 6 (particularly with regard to the aspect of protecting the structure):

Step A: The first step is to evaluate the hazards/risks. This is strongly related to the traffic allowed in the tunnel. A major criterion is the type of vehicle travelling through the tunnel. The main decisive factors are often dangerous goods and HGVs.

Step B: The potential fire hazard is changed into the design fire in the next step. For example, HRR is typically compared with and without FFFS.

Step C: The design fire is changed yet again to design parameters such as temperature/time curve. Variation is high with and without FFFS for such values and give 2 completely different approaches.

Step D: In the final step, these absolute values are assessed with regard to the design of the tunnel safety concept. The



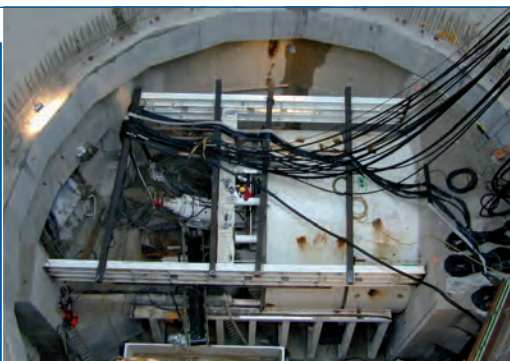
Major evaluation steps involved in taking an investment decision (generic)

assessment covers the concept with/without FFFS and describes the safety level achievable with both. The assessment also lists all of the pros and cons of both approaches. Once the concepts have been drawn up, the costs incurred are evaluated. This assessment normally takes into account the likelihood of different

incidents as a function of tunnel type and usage. This furthermore leads to a complete cost-benefit analysis, which helps investors to decide whether or not the investment makes sense. Life cycle costs (LCC) are also included in the cost-benefit analysis.

The above-mentioned evaluation is usually carried out for

Anfahrkonstruktion,
Abwassertunnel
Wientalsammler,
Österreich



LKW-Drehscheibe mit
Kreuzungsplattform,
Tunnelkette Perschling,
Österreich



Ihr Spezialist für
**Schachtinstallationen und
Sonderkonstruktionen.**

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



Eurotunnel portal

a number of different safety aspects. Life safety, fire fighter safety and tunnel damage risks are typically evaluated separately. These evaluations often give quite different outputs, because FFFS provide much greater life safety and fire fighter safety because they are active fire fighting systems that are activated immediately. However, the commercial impact of these views is often irrelevant to decision making. There is also interaction between different safety aspects. Failing in one part may also lead to problems in others. For example, the fire tests have shown that heat radiation in fires over 50 to 100 MW without FFFS may be too high to approach and extinguish [12]. If fire services are unable to tackle a major fire, this could lead to a catastrophic fire spreading to several vehicles, causing severe damage to the tunnel structure.

When FFFS costs are analysed, LCC are also evaluated. LCC are often considered to be higher than in reality. This is mainly due to the experiences with the technology for which there is no specific design for tunnel applications. Technology has advanced in recent years and many innovations have been achieved.

According to the standards, for example, the operation of the section/zone valve normally located at 20 to 30 m intervals in the tunnel needs to be checked on a monthly basis, or at least on a quarterly basis. This is very problematic in some tunnels, because it taxes service personnel and causes traffic interruptions. Today, however, valves exist that can perform this maintenance test fully automatically and remotely, significantly lowering maintenance costs. What is more, the materials used for modern FFFS are now of a very high quality and are highly resistant to corrosion, ensuring a very long life span. These aspects have also lowered LCC significantly. Typical investment costs for state-of-the-art FFFS technology in Europe vary between 0.5 and 2 million euros/km for a turnkey mechanical installation, depending on the tunnel length and cross-section. Correspondingly, annual maintenance costs vary between 0.3 and 1.25 % of the investment.

2 Case Studies

Two very different case studies are presented in this section. The Eurotunnel is a very special rail tunnel, whereas the Tyne Tun-



Full-scale fire tests (over 200 MW HRR before triggering FFFS) [8]

nels are typical high traffic density road tunnels. The investment decision in both cases was made on the basis of a cost-benefit analysis, which showed that the investment made sense, even from a commercial perspective. The impact of FFFS on tunnel fire safety is considerable in both cases.

2.1 Rail Tunnels: the Eurotunnel (Channel Tunnel)

The Eurotunnel is the rail link under the Channel between Calais in France and Folkestone in England (Fig. 7). Up to 450 trains run through the tunnel's 2 tubes daily. These trains include the high-speed passenger train – the Eurostar – and car shuttles as well as freight trains and truck shuttles. Approximately 16 million passengers pass through the tunnel each year.

Following the severe truck fires on shuttles in 1996 and 2008, where luckily no one was injured due to existing high safety standards, the operating company decided to reinforce its safety strategy with a new SAFE (project name) fixed fire fighting system. The system is based on innovative high-pressure water mist technology that has already been tested in several research

projects and installations in Europe. The investment decision favouring the "SAFE" project was based on the recommendation of an expert group that had carried out a quantitative risk assessment and cost-benefit analysis specifically for this project. According to this study, the potential savings generated by the fire fighting system are set to exceed the investment costs significantly [9].

The SAFE concept includes establishing FFFS in 4 sections of the Eurotunnel. Due to the significantly larger potential fire load in the truck shuttles, SAFE stations serve primarily to protect these truck shuttles. SAFE stations are located at the ends of interval 4 of both tunnel tubes, around 18 km from the portals. Each SAFE station is 870 m long and divided into 29 sections of 30 m length each. In the event of a fire, 3 sections are activated [9].

The Eurotunnel SAFE project is highly unique by many means. FFFS have been integrated as a crucial element of the overall safety concept. This means that several redundancies have been built into the system and extremely detailed RAMS studies conducted to maximise



FFFS activation in the first SAFE station of the Eurotunnel



New Tyne Tunnels in Newcastle, UK

the design availability. Another challenge for the SAFE project was the full-scale fire test campaign, organised in April 2010. The design fire loads were created to present potential worst-case fire scenarios in the tunnel. Based on data of previous fires and simulations, these scenarios were executed by a group of experts. The tested fires were extremely large, with heat release rates in excess of 200 MW prior to activation of FFFS (Fig. 8). During vast test programmes in conjunction with experienced

fire brigades, FFFS proved able to ease the rescue of persons by the fire brigade and enabled the fire to be controlled and rapidly extinguished even in the case of fully developed HGV fire loads with heat release rates from 100 to 200 MW. All general aims set for FFFS, as required by standards and reference guidance documents, were met. Additionally, detailed requirements placed on the Eurotunnel in terms of performance, e.g. temperature, fire spread, cooling, easing the pressure on fire services, were

achieved and the Eurotunnel and its stakeholders were highly satisfied with the test results. For example, temperatures around the fire with 200 MW HRR were reduced from 1.100 °C to below 50 °C within 2 minutes after triggering the system, and fire was brought under control.

The first Eurotunnel SAFE system was installed in late 2010, and is operable. The total pumping capacity, including redundancy, is 4.000 l/min at 115 bar in one SAFE station. Installation in the Eurotunnel is very deman-

ding due to the limited hours tunnels are accessible. A number of different test types have been carried out with the first SAFE system. For example, the water mist system was extensively tested together with powered 25 kV catenary, even if the power is cut off in a real incident. No negative or dangerous effects were determined in these tests. Additionally, tests with water mist distribution and ventilation as well as visibility and evacuation were carried out, and achieved very positive results (Fig. 9).

Kapyfract



Beschichtung

Brandschutz



Tunnelarbeiten



Instandsetzung

Reinigung





Commissioning the test of FFFS in the new Tyne Tunnel in February 2011 [8]

2.2 Road Tunnel: Tyne Tunnels

The Tyne Tunnels provide a crossing point under the River Tyne in Newcastle/UK. The existing road tunnel was opened in 1967; the new tunnel was completed in 2011. The tunnels are a vital part of the Tyne and Wear road network, carrying 38,000 vehicles per day; volumes are forecast to rise to 43,000 per day by 2021 (Fig. 10).

The decision to incorporate an FFFS, in particular a high-pressure water mist system, to protect the road tunnels of the New Tyne crossing makes this a pioneering project in applying the highest fire safety standards in the UK. The investment decision was taken based on a cost-benefit analysis. According to the independent study by experts, installation of the FFFS will provide benefit-to-cost over the assessment period of tunnel operation. Additionally, FFFS will increase the life safety of the tunnels and provide safety for fire services in the event of a fire.

The New Tyne crossing project includes protection of both, the existing and the new road tunnels with state-of-art water mist technology. The tunnels

comprise 130 sections of 7 different cross-section types. The tunnels were also constructed using different methods, including cast iron lining, cut-and-cover, sprayed concrete lining and immersed parts. Three adjacent sections, each 25 m in length, will be triggered simultaneously in case of fire. Only deluge nozzles are used to provide full flow rates for every activated section, maximising the effect of water mist from activation. The total pump capacity of the water mist system is 3,300 l/min at 140 bar.

After detailed analysis, the tunnel operator decided to activate the system immediately after detection. Human behaviour in the tunnel was tested on the basis of an accident test (Fig. 11).

The new Tyne Tunnels, which opened to traffic in February 2011, is the UK's newest tunnel. Thanks to FFFS and other state-of-the-art safety measures, the new Tyne Tunnel is considered to be the safest tunnel in the UK. The existing Tyne Tunnel is currently undergoing refurbishment and will reopen to traffic sometime between late 2011 and the beginning of 2012.


3 Conclusion

Fixed fire fighting systems (FFFS) have become an established technology to improve fire safety in tunnels. Earlier incorrect assumptions regarding the technology have changed over the past decade, due to the large number of full-scale fire tests performed. In fact, FFFS are probably the most extensively tested systems of all technologies installed in tunnels.

The aftermath of real fires and fire tests has increased our

knowledge of normal major fires with HGVs. The heat release rate in such scenarios is considered to be over 100 MW. Although these HRR are very difficult to cope with, modern FFFS have even proven their effectiveness in such scenarios.

The protection targets for FFFS are to improve self-rescue conditions and access by fire services, and to prevent fire spread and limit damage to the tunnel. Before the investment decision is taken, a full risk analysis is carried out. Depending on each case, investments in FFFS can provide cost benefits. In some cases, investments are carried out purely on the basis of increasing life safety or the safety of fire services.

Two case studies were described in which FFFS are installed in 2 different tunnels. In both cases, the investment decision was primarily taken on the basis of cost-benefit analyses. Both tunnels exhibit the highest level of safety. The Eurotunnel SAFE project included full-scale testing in which even HRR developing in excess of 200 MW were brought under control using FFFS. 

References

- [1] UPTUN consortium, Engineering Guidance for Water Based Fire Fighting Systems for the Protection of Tunnels and Sub Surface Facilities – Report 251, UPTUN WP2.5, 2006
- [2] SOLIT Research Programme, Final Report, Cologne, Germany, 2007
- [3] NFPA, NFPA502-Standard for Road Tunnels, Bridges, and Other Limited Access Highways, National Fire Fighting Association (edit. 2011), USA, 2011
- [4] PIARC tech. committee C3.3, Road Tunnels: An Assessment of Fixed Fire Fighting Systems, Report 2008R07, World Road Association (PIARC), France, 2008
- [5] Kratzmeir, S. and Lakkonen, M., FFFS in Tunnels - Compensation and Integration, Proceedings of the 4th International Symposium on Tunnel Safety & Security, Frankfurt, Germany, 17-19 March 2010
- [6] Opstad, K., Fire Scenarios to be recommended by UPTUN WP2 Task leader meeting of WP2, minutes from a meeting in London 05-09-08, 2005
- [7] SOLIT² Research Programme 2011, www.solit.info
- [8] FOGTEC Fire Protection Archives, Cologne, Germany, 2011
- [9] Joyez, P. (Eurotunnel) and Lakkonen, M. (Fogtec), Eurotunnel SAFE Project, IWMA (International Water Mist Association) conference, Prague, Czech Republic, 3-4 November 2010
- [10] PIARC Committee for Road Tunnels (C5), Fire and Smoke Control in Road Tunnels, Technical Document, World Road Association, 1999
- [11] CETU, Water Mist in Road Tunnels, Information Document, France, June 2010
- [12] Tarada, F., Fires in Tunnels – can the Risks be designed out?, Eurotransport, pp. 4649 Volume 9, Issue 4, 2011
- [13] SOLIT² Research Programme, Fire Test Pictures, Germany 2011
- [14] Richtlinien für die Ausstattung und Betrieb von Straßentunneln (RABT), Germany 2006

Forschung und Entwicklung

STUVA Nachrichten

Tunnelbauer trafen sich auf der STUVA-Tagung 2011

Seit vielen Jahren als „Familientreffen der Tunnelbauer“ etabliert und in Fachkreisen geschätzt, war auch die STUVA-Tagung vom 6. bis 8. Dezember 2011 auf dem Messegelände Berlin mit mehr als 1.400 Teilnehmern ein großer Erfolg.

Nach 1981 und 1997 fand die STUVA-Tagung zum dritten Mal in Berlin statt, eine Stadt im Flachland mit einer dennoch langen Tunnelbautradition. Bereits Ende des vorletzten Jahrhunderts wurde hier weit vorausschauend mit dem Bau einer U-Bahn begonnen, damals noch vorwiegend in offener Bauweise. Einen Höhepunkt im Bereich des Tunnelbaus erlebte die Stadt, als zahlreiche Vorhaben im Zuge der Verkehrsprojekte Deutsche Einheit und des Ausbaus des Straßen- und Schienennetzes der neuen Hauptstadt in Angriff genommen wurden. Viele dieser Projekte weisen zumindest bereichsweise eine unterirdische Streckenführung auf, ohne die eine stadtverträgliche Realisierung erst gar nicht möglich gewesen wäre. Man erkannte in Berlin bereits zu einem frühen Zeitpunkt, dass sich Probleme durch das zunehmende Verkehrsaufkommen nur durch Verlagerung des Verkehrs unter die Erde umweltverträglich lösen lassen. Dr. Kunst von der Senatsverwaltung Berlin referierte in dem Eröffnungsvortrag zur Verkehrsentwicklung in Berlin unter Berücksichtigung der Aufhebung der Kopfbahnhöfe.

Der Vorsitzende des STUVA-Vorstandes, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Ziegler, erläuterte

in seiner Eröffnungsrede die Notwendigkeit des Ausbaus der Infrastruktur, um auch in Zukunft eine prosperierende Gesellschaft zu ermöglichen. Um sich nicht selbst die Lebensgrundlage zu entziehen muss dieser Ausbau nachhaltig und umweltgerecht erfolgen. So lautete das Motto der Tagung „Unterirdisches Bauen für zukunftsfähigen Umwelt- und Klimaschutz.“



Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Ziegler, Vorsitzender der STUVA e.V.

Prof. Martin Ziegler, chairman of the STUVA Inc.

Ziegler machte darauf aufmerksam, dass sich heutzutage vermehrt Großprojekte auf Grund heftiger Widerstände in der Bevölkerung nur schwer umsetzen lassen. Er plädierte dafür, dass die Notwendigkeit der unterirdischen Trassenführung der Bevölkerung näher gebracht werden müsste. Ein Schritt in diese Richtung wurde mit dem Grundsatzvortrag vorgestellt, der sich der Frage „Zuschauer, Gegner oder Beteiligte?“ widmete und sich mit der Verbesserung der Akzeptanz von Großprojekten in der Bevölkerung beschäftigte (Bild 1).

Research and Development

STUVA news

Tunnellers caught up with each other at the 2011 STUVA Conference.

Established for many years as the “tunnellers’ get-together” and held in high esteem in expert circles the STUVA Conference held at the Berlin Fairgrounds from December 6 till 8, 2011, which attracted more than 1,400 participants, was a great success.

city to be developed in the first place. It was recognised at an early stage that problems resulting from the ever growing volume of traffic could only be tackled by running transport arteries below the surface thus complying with environmental requirements. Dr. Kunst from Berlin’s Senate Administration touched on the development of transportation in Berlin in the opening paper taking the elimination of dead-end stations into account.

In his opening address the STUVA board chairman, Prof. Martin Ziegler, dealt with the need to develop the infrastructure in order to also ensure a prosperous society in future. This must be accomplished in a sustainable and environmentally-friendly fashion in order to maintain a balance. The Conference’s motto was thus “Underground Construction for Sustainable Environmental and Climate Protection”.

Ziegler pointed out that increasingly major projects are difficult to accomplish nowadays given strong resistance from sections of the public. He advocated that the need for underground links must be brought home to the population. A step in this direction was provided in the keynote speech, dealing with the issue whether people were onlookers, opponents or participants when it came to improving the acceptance of major projects by the general public (Fig. 1).

The resultant series of lectures dealt with the wide spectrum of underground construction:

- International Major Projects



Tagungsbegleitende Ausstellung
Exhibition accompanying the Conference

Die sich anschließende Vortragsreihe beschäftigte sich mit dem breiten Spektrum des Unterirdischen Bauens:

- Internationale Großprojekte
- Sicherheit im Tunnelbau
- Rechtsfragen
- Brandschutz
- Tunnellüftung, Tunnelbetrieb
- Maschinelles Tunnelbau
- Tunnelanierung, Tunnelertüchtigung

Abgeschlossen wurde die Vortragsreihe von einem Themenblock zum Unterirdischen Bauen im Berliner Raum.

Die Besichtigungen am dritten Veranstaltungstag rundeten die Veranstaltung ab und boten thematisch sehr unterschiedlich Einblicke in einzelne Stationen der Berliner Infrastruktur. „Berlin von unten“ lernten die Teilnehmer auf der wohl ungewöhnlichsten Stadtrundfahrt Berlins kennen: mit einem offenen U-Bahn-Cabrio

ling es auf Entdeckungsfahrt durch die Berliner U-Bahn-Tunnel. In einem Diskussionsforum stellten sich die Beteiligten der geplanten Baumaßnahme „U5“ den Expertenfragen. Der Umbau des Ostkreuzes als wichtigster Verkehrsknoten im Berliner Nahverkehr wurde vorgestellt und die Feuerwehrübungsanlage der BVG lud zu einer Vorführung unter realitätsnahen Bedingungen ein. Abgestimmt auf die Teilnehmer der STUVA-Tagung zeigte eine fachkundig geführte Stadtrundfahrt Verkehrsbauten, die in Zusammenhang mit der Neugestaltung der Berliner Innenstadt vor und nach 1990 entstanden. Vor allem die unterirdische Anbindung an das Schienennetz war Thema der Exkursion zum Flughafen Berlin Brandenburg International und der Bau moderner Schienenfahrzeuge wurde in Bombardiers größtem Engineering- und Produktionsstandort in Deutschland vorgestellt.

- Safety in Tunnelling
- Legal Issues
- Tunnel Ventilation, Tunnel Operation
- Mechanised Tunnelling
- Tunnel Redevelopment, Tunnel Renovation

This series was rounded off by a section devoted to underground construction in the Berlin area.

The excursions on Day 3 completed the event and afforded extremely varied impressions of individual elements of Berlin's infrastructure. Participants were able to get to know "Berlin from below" during what is the most unusual city tour of Berlin: a voyage of discovery in an open metro car through the urban metro tunnels. During a discussion forum experts responded to participants' questions relating to the scheduled "U5" construction scheme. The redevelopment of the "Ostkreuz" as the most important transport hub in Berlin commuter transportation was presented and the fire service

drill facility belonging to the BVG enabled a demonstration approximating real conditions to take place. Geared to those taking part at the STUVA Conference a city tour together with a well-qualified expert displayed transport structures, which were built before and after 1990 in conjunction with the redevelopment of downtown Berlin. The underground link to the rail network was the main topic tackled during the excursion to Berlin Brandenburg International Airport and the production of modern rail vehicles presented at Bombardier's biggest engineering and manufacturing plant in Germany.

A new record was established at the 2-day exhibition accompanying the Conference: this time around more than 2,000 net m² was taken by 130 firms from home and abroad to present products and services from the fields of contracting, sub-contracting, planning and consultation. The entire exhibition area was sold out weeks in advance (Fig. 2).

2011 STUVA Prize

On the occasion of the STUVA Conference the Research Association for Underground Transportation Facilities Inc. – STUVA – awards the STUVA Prize on a 2-yearly basis for outstanding achievements and innovations in the field of underground construction in order to promote the concept of the use of underground space among experts and the general public.

In 2011 the STUVA Prize went to the "Citybanan" project in Stockholm. The Citybanan represents a 6 km long twin-track S-Bahn tunnel in the centre of Stockholm establishing a link between Tomtebodan on

Einen neuen Rekord gab es bei der zweitägigen tagungs- begleitenden Fachausstellung zu verzeichnen: in diesem Jahr wurden mehr als 2.000 Netto- quadratmeter von 130 in- und ausländischen Unternehmen aus den Bereichen Ausführung, Zulieferindustrie, Planung und Beratung genutzt, um ihre Produkte und Leistungen zu präsentieren. Bereits Wochen im Voraus war die gesamte Ausstel- lungsfläche vergeben (Bild 2).

STUVA-Preis 2011

Anlässlich der STUVA-Tagung verleiht die Studiengesellschaft für unterirdische Verkehrs- anlagen e.V. – STUVA – alle zwei Jahre den STUVA-Preis für her- ausragende Leistungen und Innovationen auf dem Gebiet des unterirdischen Bauens, um die Idee der Nutzung des unterirdischen Raumes in der Fachwelt und in der Öffent- lichkeit zu fördern.

2011 wurde der STUVA-Preis an das Projekt „Citybanan“ in Stockholm verliehen. Die Citybanan ist ein 6 km langer zweigleisiger S-Bahn-Tunnel im Zentrum von Stockholm und stellt die Verbindung zwischen Tomtebodan an der nördlichen Stadtgrenze Stockholms und dem im Süden liegenden Stadt- teil Södermalm dar.

Die STUVA würdigt mit dieser Preisverleihung Stockholms zukunftsweisende Nutzung von unterirdischem Raum für den innerstädtischen Verkehr und die Ausrichtung der Stadt- infrastruktur auf unterirdische Maßnahmen. Durch diese Maß- nahmen können oberirdisch verlaufende Strecken für den ÖPNV und den Individualver- kehr und dadurch das Stadtbild beeinträchtigende Verkehrs- wege vermieden werden.

Dieses Bestreben deckt sich mit den Zielen der STUVA und mit denen der diesjährigen STUVA-Tagung. Das Motto – Unterirdisches Bauen für zukunftsfähigen Umwelt- und Klimaschutz – findet hier seine Entsprechung. Der zielstrebig vorangetriebene Ausbau des unterirdischen Verkehrsnetzes bedeutet eine nachhaltige Schonung der vorhandenen Ressourcen, sowohl den vor- handene Raum betreffend als auch die energieschonende Bewältigung des in diesem Ballungszentrum vorhande- nen Mobilitätsbedarfs. So bleibt oberirdisch Platz zum Leben.

Darüber hinaus kommen bei diesem Projekt innovative Herstellverfahren zum Einsatz, die herausragende Ingenieur- leistungen erforderlich machen. Stellvertretend sei der Tunnel zwischen Södermalm und Riddarholmen genannt, der wegen des weichen Unter- grundes nicht unmittelbar auf den Meeresgrund abgesetzt

Stockholm's northern fringe and the suburb of Södermalm located in the south.

With this award the STUVA acknowledges Stockholm's future-oriented use of under- ground space for inner-urban transportation and the orienta- tion of the urban infrastructure towards underground measures. As a result surface routes for commuter transportation and private motoring can be kept to a minimum and the city panorama improved as a con- sequence.

These efforts harmonise with STUVA'S aims and with those of the 2011 Conference. The motto – Underground Construction for Sustainable Environmental and Climate Protection – finds fulfilment here. The purposefully executed devel- opment of the underground transport network signifies that the available resources are sus- tained in the long term both with respect to the available space as well as to mastering the need for mobility in this

built-up area in a way devised to save energy. Thus living space is provided on the surface.

Furthermore innovative pro- duction methods are applied during this project, which call for outstanding engineering achie- vements. The tunnel between Södermann and Riddarholmen is representative. It cannot be set directly on the ocean bed on account of the soft subsurface. Instead the 3-section immersed tunnel was conceived as an under- water bridge and supported on 4 pillars.

Consequently the devel- opment of Stockholm's trans- portation infrastructure can be regarded as a model for other European and international cities (Fig. 3).

2011 STUVA Young Engineers' Prize

Dipl.-Ing. Anna-Lena Wiese, Chair for Tunnelling, Pipeline Construction and Construction Management, Ruhr University Bochum won the prize in the "Young Forum" competition for



Verleihung des STUVA-Preises 2011 (v.l.n.r.): Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Ziegler, Vorstandsvorsitzender STUVA e.V., Kjell-Åke Averstad, Trafikverket, Projektleiter Citybanan Stockholm, Dr.-Ing. Roland Leucker, Geschäftsführer STUVA e.V.

Awarding the 2011 STUVA Prize (from l. to r.): Prof. Martin Ziegler, STUVA Inc. board chairman, Kjell-Ake Averstad, Trafikverket, project manager Citybanan Stockholm, Dr.-Ing. Roland Leucker, CEO STUVA Inc.

werden kann. Der dreiteilige Absenktunnel wurde stattdessen als Unterwasserbrücke konzipiert und auf 4 Stützen aufgelagert.

Der Ausbau der Verkehrsinfrastruktur Stockholms kann damit als Vorbild für andere europäische und internationale Großstädte dienen (Bild 3).

STUVA-Nachwuchspreis 2011

Als Siegerin des Vortragswettbewerbs im „Jungen Forum“ gewann Dipl.-Ing. Anna-Lena Wiese, Lehrstuhl für Tunnelbau, Leitungsbau und Baubetrieb, Ruhr-Universität Bochum den Preis für ihren Beitrag „Vergleichende Untersuchungen von Stauelementen für den Einsatz in druckhaftem Gebirge“. Die Endauswahl erfolgte aufgrund einer Bewertung durch das Publikum der Vortragsveranstaltung, wobei der Vortragsinhalt, die Art der bildlichen Darstellung und die Vortragsweise in die Beurteilung eingingen. Anna-Lena Wiese überzeugte dabei auf allen Gebieten.

Der Preis besteht aus einer Reise nach China zu außergewöhnlichen Tunnel-Baustellen sowie zu einem Herstellwerk für Tunnelvortriebsmaschinen. Wir gratulieren Anna-Lena Wiese zu diesem Vortragserfolg und wünschen ihr eine ebenso wissenserweiternde wie erlebnisreiche Reise (Bild 4).

Tagungsband

Der Tagungsband – Band 44 in der STUVA-Buchreihe „Forschung + Praxis, U-Verkehr und unterirdisches Bauen“ – mit den Langfassungen aller Vorträge (jeweils in ihrer Originalvortragsprache deutsch oder englisch und Kurzfassungen in



Preisverleihung während der Abendveranstaltung
Awarding the prize during the gala evening

der jeweils anderen Sprache) erschien bereits zur Tagung und wurde an alle Tagungsteilnehmer ausgegeben. Weitere Exemplare sind über den Buchhandel oder direkt beim Verlag zu beziehen (Bauverlag BV GmbH, Profil – die Versandbuchhandlung, Avenwedder Str. 55, 33311 Gütersloh; 316 Seiten, 365 meist farbige Abbildungen und Tabellen, Format DIN A4, Broschur, ISBN 978-3-7625-3646-8, Preis 50,- Euro, Bild 5).

STUVA-Mitgliederversammlung 2011

Anlässlich der STUVA-Tagung 11 fand am 5. Dezember 2011 die reguläre Mitgliederversammlung der STUVA e.V. statt.

STUVA-Vorstand

Die Amtsdauer der folgenden, jeweils auf vier Jahre gewählten Vorstandsmitglieder lief mit der diesjährigen Mitgliederversammlung turnusmäßig aus:

- Dr.-Ing. Karl Morgen (1. stellvertretender Vorsitzender)
- Dipl.-Ing. Wolfgang Feldwisch
- Dipl.-Ing. Otto Schließler (2. stellvertretender Vorsitzender)

her contribution "Comparative Investigations of Stress Controllers for Application in Squeezing Rock". The final choice took place as a result of an evaluation by the audience attending the series of lectures with the content, nature of pictorial presentation and the manner of delivery all being assessed. Anna-Lena Wiese was able to impress on all these sectors.

The prize consists of a trip to China to visit outstanding tunnelling sites as well as to a plant producing tunnelling machines. We should like to congratulate Anna-Lena Wiese on her success and trust the trip will be a knowledge-enriching as well as an exciting experience (Fig. 4).

5



Forschung + Praxis 44 der STUVA-Tagung 2011

Research + Practice 44 for the STUVA Conference 2011

Proceedings

The Proceedings – Volume 44 in the STUVA book series "Research + Practice, Underground Transportation and Underground Construction" – with the long versions of all lectures (each in their original language as presented - German or English with summaries in the other language) were published to mark the Conference and were issued to all participants. Further copies are available via the book trade or directly from the publisher (Bauverlag BV GmbH, Profil – die Versandbuchhandlung, Avenwedder Str. 55, 33311 Gütersloh; 316 pp., 365 Ills. and Tables mostly in colour, Format DIN A4, limp-bound, ISBN 978-3-7625-3646-8, Price 50.- euros – Fig. 5).

STUVA General Assembly 2011

On the occasion of the 2011 STUVA Conference the scheduled STUVA Inc. General Assembly took place on December 5, 2011.

STUVA Board

The period of office of the following board members, elected for a scheduled 4-year term, expired accordingly at the 2011 General Assembly:

- Dr.-Ing. Karl Morgen (1st deputy chairman)
- Dipl.-Ing. Wolfgang Feldwisch
- Dipl.-Ing. Otto Schließler (2nd deputy chairman)

The above mentioned gentlemen were re-elected to their posts for a further period in office.

As a result the STUVA Board is composed as follows:

- Prof. Martin Ziegler (chairman)
- Dr.-Ing. Karl Morgen (1st deputy chairman)

Die genannten Herren wurden für eine weitere Amtszeit in ihrer Funktion bestätigt.

Damit setzt sich der STUVA-Vorstand weiterhin wie folgt zusammen:

- Prof. Dr.-Ing. Martin Ziegler (Vorsitzender)
- Dr.-Ing. Karl Morgen (1. stellvertretender Vorsitzender)
- Dipl.-Ing. Otto Schließler (2. stellvertretender Vorsitzender)
- Dipl.-Ing. Wolfgang Feldwisch
- Dipl.-Ing. Edgar Schömig
- Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Günter Girnau (Ehrenmitglied des Vorstandes)

STUVA-Beirat

Aus dem Beirat der STUVA sind mit der Mitgliederversammlung 2011 folgende Herren ausgeschieden:

- Walter Reinartz, Kölner Verkehrs-Betriebe AG (geändertes Tätigkeitsfeld)
- Karl-Heinz Harnacke, Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr (pensioniert)

Neu in den Beirat gewählt wurden:

- Dipl.-Ing. Jörn Schwarze, Kölner Verkehrs-Betriebe AG
- MR Karl-Heinz Collmeier, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung

Vormerktermin

STUVA-Tagung '13
Die nächste STUVA-Tagung wird vom 26. bis 28. November im ICS Stuttgart stattfinden (Bild 6).

Erste Ergebnisse der Brandversuche des Forschungsvorhabens SOLIT2 auf der STUVA-Tagung '11 veröffentlicht

Auf der STUVA-Tagung 2011 in Berlin wurden die ersten Ergebnisse der Brandversuche des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie geförderten Projekts SOLIT2 dem breiten Fachpublikum vorgestellt.

Im Rahmen der Vortragsveranstaltung referierte als Vertreter des SOLIT2-Konsortiums Dr. Roland Leucker (STUVA) über die „Ergebnisse von Brandversuchen zur Beurteilung der

- Dipl.-Ing. Otto Schließler (2nd deputy chairman)
- Dipl.-Ing. Wolfgang Feldwisch
- Dipl.-Ing. Edgar Schömig
- Prof. Günter Girnau (honorary board member)

STUVA Advisory Board

The 2011 General Assembly saw the following gentlemen step down from the STUVA Advisory Board:

- Walter Reinartz, Kölner Verkehrs-Betriebe AG (new field of activity)
- Karl-Heinz Harnacke, Lower Saxony Regional Authority for Highway Construction and Transport (retired)

The following joined the Advisory Board:

- Dipl.-Ing. Jörn Schwarze, Kölner Verkehrs-Betriebe AG
- MR Karl-Heinz Collmeier, Federal Ministry of Transport, Building and Urban Development

Please Note

2013 STUVA Conference
The next STUVA Conference will

take place from November 26 to 28, 2013 in Stuttgart (Fig. 6).

Initial Results of the Fire Tests of the SOLIT2 Research Programme published at the 2011 STUVA Conference

At the 2011 STUVA Conference in Berlin the first results of the fire tests for the SOLIT2 project sponsored by the Federal Ministry of Economics and Technology were made available to a wide circle of experts.

Within the scope of the series of lectures Dr. Roland Leucker (STUVA) representing the SOLIT2 consortium delivered a paper on "Results of Fire Tests to assess the Efficiency of Water Mist Fire Suppression Systems in Road Tunnels". The paper has also been published in the Conference Proceedings as well as in tunnel 8/2011 (December issue). Further research results based on SOLIT2 were also contained in the paper presented by Max Lakkonen (Fogtec) captioned "State of the Art Fixed Fire Fighting Systems for Road and Rail Tunnels: From Fire Tests to Implementation".

www.pressluft-frantz.de

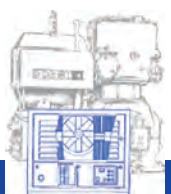
**PRESSLUFT
FRANTZ**
Baumaschinen- und
Ersatzteilhandels GmbH

Wir bieten Druckluftlösungen für den Tunnel- und Spezialtiefbau:

- Druckluftversorgung für maschinellen und konventionellen Vortrieb
- Druckluftversorgung für Arbeiten in Druckluft
- OEM-Kompressoren für andere Gerätehersteller

We offer compressed-air solutions for tunnelling and civil engineering:

- Compressed-air supply for mechanized and conventional tunnelling
- Compressed-air supply for working in compressed-air
- OEM compressors for other machine manufacturers



Qualität ist kein Zufall


Quality is no coincidence

Effizienz von Wassernebel-Brandbekämpfungsanlagen in Straßentunneln". Die Schriftfassung des Vortrags ist im Vortragsband zur Tagung sowie in tunnel 8/2011 (Dezember-Ausgabe) veröffentlicht. Auch im Vortrag von Max Lakkonen (Fogtec) mit dem Titel „State of the Art Fixed Fire Fighting Systems for Road and Rail Tunnels: From Fire Tests to Implementation“ wurden weitere, auf den Forschungsergebnissen von SOLIT2 basierende Informationen präsentiert.

Nach 2 Jahren intensiver Forschungsarbeit läuft die Förderung des Vorhabens Ende März 2012 aus. Ziel der Forschung war die Untersuchung der vielfältigen Wechselwirkungen zwischen Wassernebel-Brandbekämpfungsanlagen und herkömmlichen Sicherheitseinrichtungen in Tunneln. Ein Meilenstein der Forschungsarbeit war die Durchführung von über 30 Lkw-Bränden im Maßstab 1:1 im Sommer 2011, um die

wissenschaftlichen Entwicklungen mit realen Messdaten zu untermauern. Das erarbeitete Wissen ermöglicht es, Einsparpotenziale im Gesamtsicherheitssystem zu identifizieren und praxisgerechte Lösungen zu entwickeln.

Zur Präsentation der Forschungsergebnisse war das Projekt SOLIT2 in der Ausstellung mit einem eigenen Stand vertreten. Dort machten zahlreiche interessierte Besucher von dem Angebot Gebrauch, sich im direkten Gespräch aus erster Hand zu informieren (Bild 7).

Als Abschlussveranstaltung mit weiteren exklusiven Berichten über die Ergebnisse des Forschungsprojektes SOLIT2 wird am 27. und 28. Juni 2012 eine internationale Konferenz mit Simultanübersetzung Deutsch/Englisch in Berlin veranstaltet. Nähere Informationen zu dieser Veranstaltung erhalten Sie unter: www.solit.info oder direkt bei der STUVA. 




STUVA-Tagung 2013 in Stuttgart

STUVA Conference 2013 in Stuttgart

Following 2 years of intensive research work sponsorship of the project will cease at the end of March 2012. The project's objective was to investigate the manifold inter-actions between water mist fire suppression systems and conventional safety facilities in tunnels. The execution of more than 30 lorry fires on a 1:1 scale in summer 2011, enabling the scientific developments

to be substantiated through real measurements data, represented a milestone in the research activities. The knowledge obtained enabled potential savings in the overall safety system to be identified and to develop solutions suitable for practice.

The SOLIT2 project was represented at the exhibition with its own stand to present the research results. A large number of interested visitors took advantage of the opportunity to obtain first-hand information about the project (Fig. 7).

An international conference will be held in Berlin on June 27 and 28, 2012 with simultaneous translation German/English as a closing event with further exclusive reports on the results obtained from the SOLIT2 research project. Further details on this event are available from www.solit.info or directly from the STUVA. 

www.stuva.de



V.l.n.r.: Mitglieder des STUVA-Vorstandes (Schließler, Ziegler, Morgen rechts außen) informierten sich über die Ergebnisse von Solit2 auf der STUVA-Tagung 2011 bei den Konsortialpartnern (Leucker, Kratzmeir, Rothe)

From left to right: members of the STUVA board (Schließler, Ziegler, Morgen on the far right) obtain details of the SOLIT2 project at the 2011 STUVA Conference from partners in the consortium (Leucker, Kratzmeier, Rothe)

IUT-Seminar

Tunnelsanierung und -erneuerung – ein Thema für die Zukunft

Die 6. Tunnelmesse über „Innovationen unter Tage“ (IUT '11) [1] (14./15. September 2011) im VersuchsStollen Hagerbach (VSH) nahe Sargans (rd. 3.000 Besucher) bot mit seinem Seminar „Tunnelsanierung, -instandsetzung und -erneuerung“ mit unterschiedlichen Projekten und Anwendungen aus Deutschland, Österreich und der Schweiz mit Schwerpunkt im Bereich Schiene und Straße einen weiteren Höhepunkt.

Tunnelbauseminar

Während sich die Seminare davor überwiegend mit Tunnelvortriebsverfahren (IUT '02), dem Tunnelausbau (IUT '05) [2] und der betriebs- und verkehrstechnischen Tunnelausrüstung (IUT '08) [3] befassten, ging das Seminar IUT '11 einen Schritt weiter und behandelte die immer aktueller werdenden Themen zur Erhaltung, Sanierung und Erneuerung von älteren Tunneln; dabei ging es sowohl um Bahn- als auch um Straßentunnel.

Dr.-Ing. Roland Leucker, Geschäftsführer der Studiengesellschaft für unterirdische Verkehrsanlagen (STUVA) und des Deutschen Ausschusses für unterirdisches Bauen (DAUB) aus Köln leitet dieses Seminar. Er gab einen Überblick über den Bestand der Tunnel für die verschiedenen Verkehrsarten in Deutschland, Österreich und der Schweiz (Tab. 1) und wies in seiner Einführung darauf hin, dass in Europa die Bahntunnel teilweise bereits über 150 Jahre alt sind und deshalb in den kommenden Jahren aufwändige Instandhaltungen

und Instandsetzungen ausgeführt werden müssen. Darauf gingen die Beiträge des ersten Tages ein, aber auch auf die Möglichkeiten, die alten Tunnel den heutigen Anforderungen an das Lichtraumprofil entsprechend aufzuweiten und ihre sicherheitstechnische Ausrüstung auf den neuesten Stand zu bringen.

Ähnliches gilt für die Straßentunnel in den Beiträgen am zweiten Tag hinsichtlich der Tunnelausrüstung und -instandsetzung sowie der Verbesserung der betriebstechnischen Ausrüstung und der Verkehrssicherheit.

Bahntunnel

Nach den Ausführungen von Dipl.-Ing. Roland Jordi und Dipl.-Ing. Jan Dirk Chabot von den Schweizerischen Bundesbahnen (SBB) in Bern über Tunnelerhaltung und -erneuerung bei der SBB beträgt die Tunnellänge im Netz der SBB rd. 250 km – je zur Hälfte ein- und zweigleisig; sie wird sich

Nutzungsart	Deutschland	Österreich	Schweiz
U-/S-Bahn	660 (1902)	45 (1888)	9 (1991)
Fernbahn	490 (1841)	144 (1841)	550 (1847)
Straßen	250 (1834)	519 (1765)	330 (1708)
Zusammen	1400	724 *)	889

*) einschließlich 15 km Bergbahnen

Tabelle 1: In Betrieb befindliche Tunnel (km)
Mit Angabe der Ältesten Inbetriebnahme () – STUVA

Nature of use	Germany	Austria	Switzerland
Metro/S-Bahn	660 (1902)	45 (1888)	9 (1991)
Main-line rail	490 (1841)	144 (1841)	550 (1847)
Road	250 (1834)	519 (1765)	330 (1708)
Total	1400	724 *)	889

*) including 15 m of mountain railways

Table 1: Operational Tunnels [km]
citing when originally commissioned () – STUVA

IUT-Seminar

Tunnel Rehabilitation, Maintenance and Renovation – a Topic for the Future

The 6th Tunnel Fair on „Innovation Underground“ (IUT '11) [1] (September 14/15, 2011) held in the vicinity of Sargans (some 3,000 visitors) provided a further highlight with its seminar „Tunnel Rehabilitation, Maintenance and Renovation“ featuring various projects from Germany, Austria and Switzerland concentrating on rail and road.

Tunnelling Seminar

Whereas previous seminars had dealt mainly with tunnel driving methods (IUT '02), supporting tunnels (IUT '05) [2] and operating and transport technical equipment (IUT '08) [3], the IUT '11 seminar went one step further and dealt with the ever more important topics of rehabilitation, maintenance and renovation of older tunnels: both rail and road tunnels were examined.

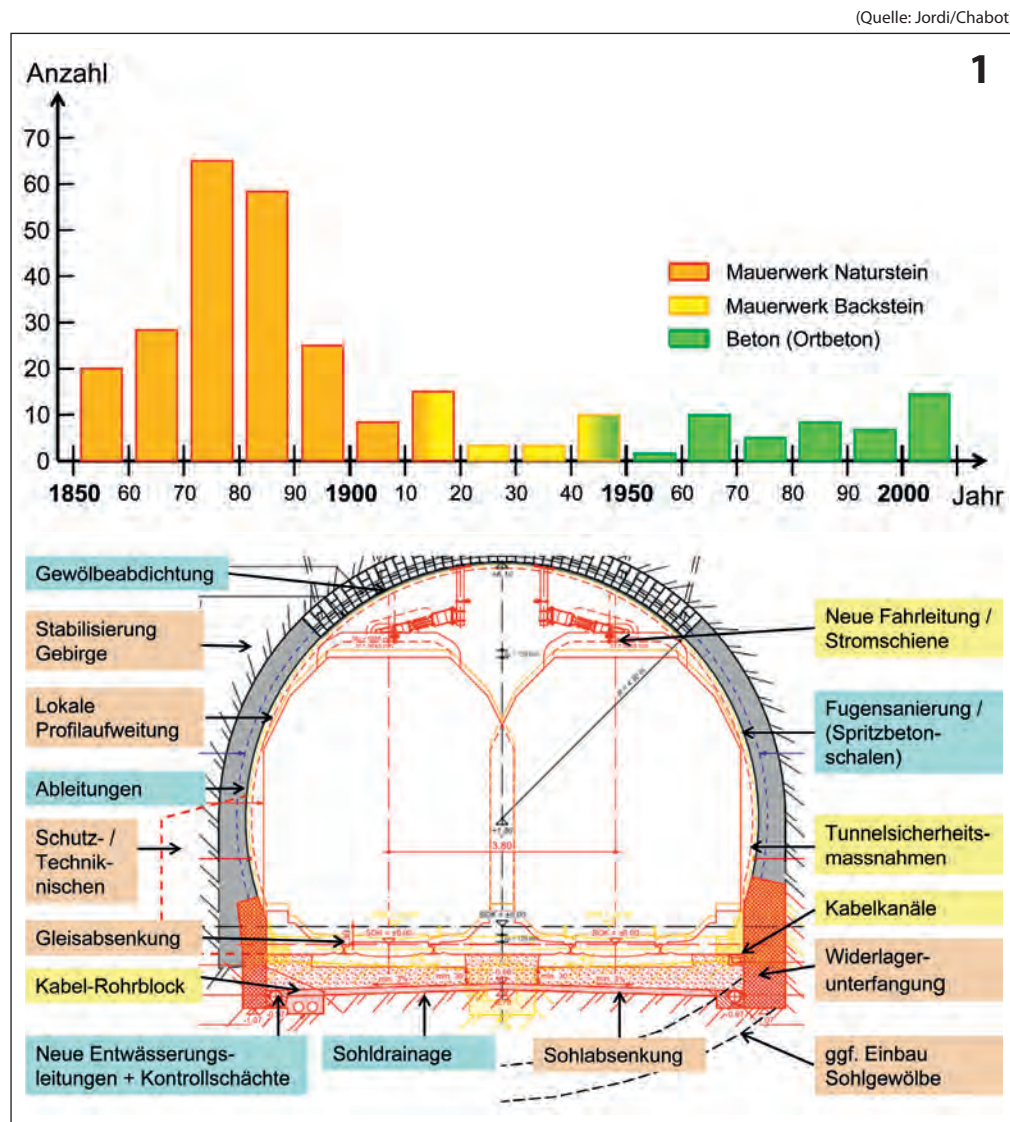
Dr.-Ing. Roland Leucker, CEO of the Research Association for Underground Research Facilities (STUVA) and the German Tunnelling Committee (DAUB) from Cologne chaired the semi-

nar. He provided an overview of the number of tunnels for the various forms of transportation in Germany, Austria and Switzerland (Table 1) and in his introduction pointed out that in some cases rail tunnels in Europe were more than 150 years old and consequently need extensive maintenance and refurbishing in the years ahead. The papers delivered on Day 1 related to this fact as well as to possibilities of enlarging old tunnels to comply with clearance demands posed nowadays and upgrading safety technical equipment.

Rail Tunnels

According to the paper presented by Dipl.-Ing. Roland Jordi and Dipl.-Ing. Jan Dirk Chabot from the Swiss Federal Railways (SBB) in Berne relating to tunnel maintenance and renovation pursued by the SBB, there are some 250 km of tunnels on the SBB network – half of which are single-track and the other half twin-track. This figure will increase by 163 km (65 %) by 2020: Weinberg Tunnel on the Zurich cross-city link 4.50 km, CEVA S-Bahn Geneva 8.80 km and Eppenbergtunnel (3rd + 4th tracks Olten-Aarau) 3.20 km as well as the Gotthard and Ceneri Base Tunnels – 2 x 57.00 km/15.40 km respectively).

The SBB's maintenance guidelines were dealt with through evaluation of the overall structure according to 6 classes relating to the required measures, monitoring tunnels through inspections with assessment of the state, intended measures, their point of application and estimated costs. Repairs to rail tunnels are usual-



Typische Instandsetzungsmaßnahmen in einem Bahntunnel
 Typical redevelopment measures in a rail tunnel

bis zum Jahr 2020 um 163 km (65 %) erhöhen: Weinbergtunnel der Durchmesserlinie Zürich 4,50 km, CEVA S-Bahn Genf 8,80 km und Eppenbergtunnel (3.+4. Gleis Olten-Aarau) 3,20 km sowie Gotthard- und Ceneri-Basistunnel je 2x57,00/15,40 km.

Eingegangen wurde auf die Unterhaltungsrichtlinien der SBB mit Bewertung des Gesamtbauwerkes nach 6 Klassen hinsichtlich Zustand und erforderlicher Maßnahmen, Überwachung der Tunnel durch Inspektionen mit Zustandsbewertung, vorgesehenen Maßnahmen, de-

ren Umsetzungszeitpunkt und Kostenschätzung. Instandsetzungen bei Bahntunneln sind meist erforderlich bei Schäden an der Tunnelstruktur infolge Gebirgshebungen, am Entwässerungssystem, bei Zersetzung der Baustoffe durch aggressive Bergwässer oder Nutzungsänderungen (Profilvergrößerung infolge Elektrifizierung, Containertransporte usw.) (Bild 1).

Bis 2020 sind in 150 Tunneln Instandsetzungs- und Erneuerungsmaßnahmen mit 946 Mio. CHF (790 Mio. EUR.) Investitionsvolumen vorgesehen; aus-

ly necessary in the event of damage to the structure owing to heaving rock, a faulty drainage system, destruction of the building materials resulting from aggressive underground water or changes in the use (enlargement of the profile due to electrification, container transports etc.) (Fig. 1).

It is intended to repair and renew around 150 tunnels by 2020 entailing an investment volume of around 946 m. CHF (790 m. euros). So far 62 projects have been tackled at a cost of 266 m. CHF (200 m. euros). The

remaining projects are to follow by 2022 at the latest. For operational reasons difficulties in construction management and logistics occur in refurbishing tunnels. A distinction is drawn between:

- complete closure (diversion or bus services as an alternative)
- part closure (at the weekend, solely during the night, only 1 track etc.)

Examples were provided of special features in conjunction with tunnel refurbishments.

• The du Morment Tunnel (route Yverdon-Lausanne)

New tunnel bore (301 m, 2010) alongside 2-track tunnel (183 m, 1855), initially 2-track operation, following redevelopment of the original bore both tunnel tubes to be used on a single-track basis at a higher speed.

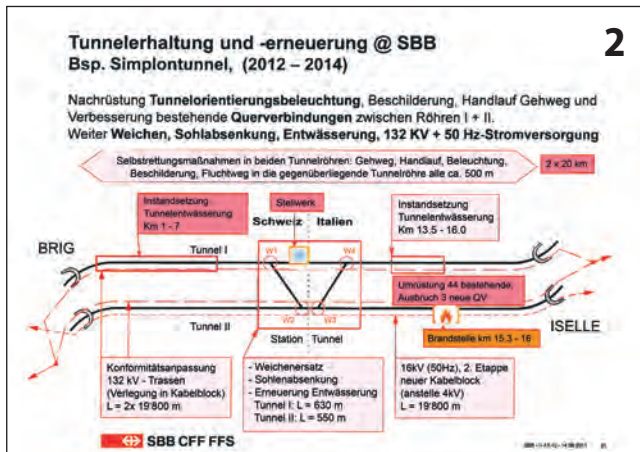
• Preccassino-Meggagra Tunnel (southern Gotthard route)

The joints in the natural masonry of the vault (1882) cleaned with a high-pressure water jet to a depth of 10 cm and filled up with shotcrete mortar. Although more complicated the process is more durable than shotcrete shells and avoids restricting the clearance profile.

• Adler Tunnel (route Basle-Olten, 200 km/h)

Twin-track tunnel (5.3 km, 2000; driven mechanically); damage to the unreinforced tunnel shell resulting from the floor heaving (up to 7 cm, 40 m). Strengthening the tunnel bores according to the resistance principle (2008/2011) with temporary single-track operation (80 km/h) and massive partition wall between the tracks [4].

(Quelle: Jordi/Chabot)



Erhaltungs- und Erneuerungsarbeiten beim Simplontunnel – 2012 bis 2014
Maintenance and renovation activities for the Simplon Tunnel – 2012 till 2014

geführt wurden bisher 62 Objekte für 266 Mio. CHF (200 Mio. EUR). Die übrigen folgen bis spätestens 2022. Aus betrieblichen Bedingungen ergeben sich bei der Instandsetzung von Tunneln Erschwernisse beim Baubetrieb und in der Baulogistik. Man unterscheidet:

- Vollsperrung (Umleitung oder Busersatzverkehr)
- Teilspernung (am Wochenende, nur nachts, nur ein Gleis usw.)

An Beispielen wurde auf die Besonderheiten von Tunnelinstandsetzungen näher eingegangen:

- **Tunnel du Mormont (Strecke Yverdon-Lausanne)**
Neue Tunnelröhre (301 m, 2010) neben zweigleisigem Tunnel (183 m, 1855), zunächst zweigleisig in Betrieb, nach Sanierung der Bestandsröhre beide Tunnelröhren eingeleisig mit höherer Fahrgeschwindigkeit genutzt.
- **Tunnel Preccassino-Meggagra (Südliche Gotthardstrecke)**
Im Natursteinmauerwerk des Gewölbes (1882) die Fugen mit Hochdruckwasserstrahl bis 10 cm tief gereinigt und

mit Spritzbetonmörtel satt verfüllt. Dies ist zwar etwas aufwändiger, ist aber im Vergleich zu Spritzbetonschalen dauerhafter und ergibt keine Einschränkungen des Lichtraumprofils.

- **Adlertunnel (Strecke Basel-Olten, 200 km/h)**
Zweigleisiger Tunnel (5,3 km, 2000; maschinell aufgeföhren); Schäden der unbewehrten Tunnelschale infolge Hebung der Sohle (bis 7 cm, 40 m). Verstärkung der Tunnelröhre nach dem Widerstandsprinzip (2008/2011) bei zeitweilig eingeleisigem Betrieb (80 km/h) und massiver Trennwand zwischen den Gleisen [4].
- **Simplontunnel (Brig/CH-Iselle/I)**
Zwei eingeleisige Tunnelröhren (je 19,80 km, 1906/1922) sollen 2012 bis 2014 nachgerüstet werden mit Sohlabsenkung im Spurwechselbereich in Tunnelmitte, Erneuerung der Entwässerung (insgesamt 12 km), Tunnelorientierungsbeleuchtung (Beschilderung, Gehweghandlauf), Umbau der 44 bestehenden Querschläge (neue Tore) und Bau

(Quelle: Saelhoff)



Tunnel-im-Tunnel Vortriebsportal
Tunnel-in-tunnel driving portal

• Simplon Tunnel (Brig/CH-Iselle/I)

Two single-track tunnel bores (each 19.80 km, 1909/1922) are to be retrofitted from 2012 till 2014 with the floor being lowered in the changeover sector at the centre of the tunnel, renewal of the drainage (12 km in total), tunnel orientation lighting (signs, walkway handrail), conversion of the 44 existing cross-passages (new doors) and construction of 3 new cross-passages – taking the fire incident in Tunnel II on June 9, 2011 into consideration (Fig. 2).

Dipl.-Ing. Günther Saelhoff from the GTA Maschinensysteme GmbH in Hamminkeln/D then reported on **the state of the art when applying tunnel enlargement machines** whilst maintaining train services in a twin-track tunnel bore on a single-track basis at 60 km/h; this process involves a mobile encasement with drilling booms and cutters for removing the material and belt conveyors for mucking (Fig. 3).

Existing tunnels can be more quickly refurbished by this means nowadays, the clear profile enlar-

ged (centre distance etc.) and a concrete inner shell produced quite apart from avoiding the construction of new tunnel tubes. The manner of working for the tunnel enlargement machine was explained taking the example of a number of tunnels belonging to the Deutsche Bahn (DB) refurbished in this way.

Mag. Karl Hartleitner from the ÖBB-Infrastruktur AG, Vienna/A presented a paper on **the redevelopment and technical retrofitting of the Arlberg Rail Tunnel while train services were still operating**.

The twin-track tunnel produced by the Austria Tunnelling Method from 1880/1884 with natural stone masonry was enlarged for transporting containers between 1980 and 1993 subsequently being reinforced with shotcrete. Later escapeways were created from the roughly 10 km long rail tunnel to the road tunnel running almost parallel to it [4]. At present the refurbishing of the rail tunnel involves enlarging the clearance profile without harming the present tunnel vault (Fig. 4), renewing and extending the shotcrete shell, upgrading and improving

von 3 neuen Querschlägen – unter Berücksichtigung des Brandfalls am 9. Juni 2011 im Tunnel II (Bild 2).

Danach berichtete Dipl.-Ing. Günther Saelhoff von der GTA Maschinensysteme GmbH aus Hamminkeln/D über den **Stand der Technik beim Einsatz von Tunnelaufweitungsmaschinen**, unter denen der Zugverkehr in einer zweigleisigen Tunnelröhre während der Aufweitungsbauarbeiten eingleisig mit 60 km/h durchgeführt werden kann; dabei handelt es sich um eine verfahrbare Einhausung mit Bohrlafetten und Fräseinrichtungen für den Materialabtrag und Förderbändern für die Schutterung (Bild 3).

Bestehende Tunnelbauwerke lassen sich mit dieser Arbeitsweise nach den heutigen Vorgaben rascher ertüchtigen, der lichte Querschnitt vergrößern (Gleisabstand usw.) und eine Betoninnenschale einbauen sowie der Bau neuer Tunnelröhren vermeiden. Die Arbeitsweise mit der Tunnelaufweitungsmaschine wurde an mehreren inzwischen so ertüchtigten Tunneln der Deutschen Bundesbahn (DB) erläutert.

Die Sanierung und sicherheitstechnische Nachrüstung des Arlberg-Eisenbahntunnels unter laufendem Bahnbetrieb präsentierte Mag. Karl Hartleitner von der ÖBB-Infrastruktur AG, Wien/A.

Der nach der Österreichischen Tunnelbauweise 1880/1884 mit Bruchsteinmauerwerkaukleidung erbaute zweigleisige Tunnel wurde zwischen 1980 und 1993 für den Containertransport aufgeweitet mit anschließender Spritzbetonverstärkung und später vom

rd. 10 km langen Eisenbahntunnel zum nahezu parallel verlaufenden Straßentunnel Flucht- und Fluchtwege hergestellt [4]. Zu den derzeitigen Ertüchtigungsarbeiten im Bahntunnel gehören die Lichtraumaufweitung unter Schonung des bestehenden Tunnelgewölbes (Bild 4), die Erneuerung und Ergänzung der Spritzbetonschale, Ergänzung und Verbesserung der Gewölbeentwässerung, die Erneuerung schadhafter Mauerwerksfugen, Sohlabenkung, der Einbau einer auch für Rettungsfahrzeuge befahrbaren Festen Fahrbahn, die Erneuerung der elektronischen und Signalanlagen, sowie die Erneuerung der Oberleitung; dabei musste der Bahnbetrieb durch den Tunnel aufrecht erhalten werden. Die Aufteilung in 4 Gleisquadranten unter Nutzung des möglichen Gleiswechsels in

the vault drainage, renewing damaged masonry joints, lowering the floor, installing a solid slab track also suitable for emergency vehicles, renovating the electronic and signal systems as well renewing the overhead wire. At the same time train services must continue to run through the tunnel. The notion of splitting up the track into 4 sections taking advantage of the possible changeover in the middle of the tunnel was not applied instead a complete track was closed down. Trains were still in a position to pass through the tunnel at 60 km/h and at less than 40 km/h through the construction site sector. Practically all tasks were carried out on the closed track; only the concreting work for the tunnel floor and the casting of the solid slab track were tackled using a special works train on a service track. The new overhead wire was installed in

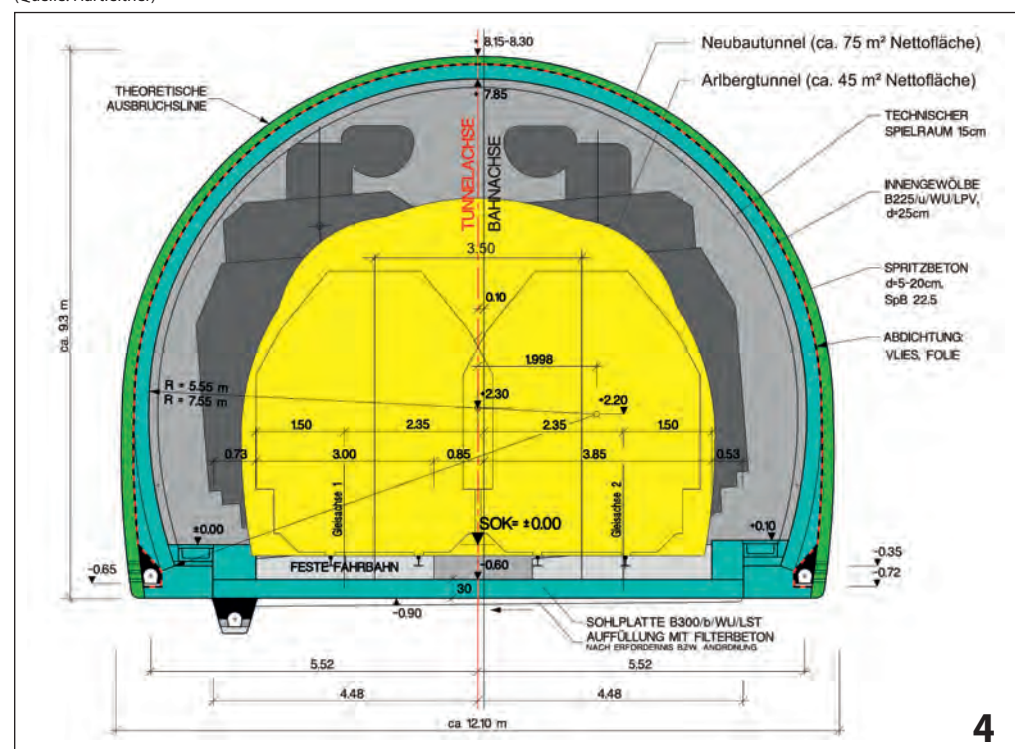
the form of a contact line (Fig. 5), thus catering for additional clearance height and simplifying the overhead wire set-up in a narrow tunnel. Measures to enhance energy efficiency were explained by Dipl.-Ing. Frank Steinhorst of the Hamburger Hochbahn AG/D. For many years increasing energy efficiency has been an important endeavour for the Hamburger Hochbahn AG. In this connection it is crucial to continuously optimise the operational sequences, vehicle technology and the infrastructural facilities.

Road Tunnels

Retrofitting and maintenance of road tunnels in Germany

Further increasing safety in Germany's road tunnels calls for extensive refurbishing measures; planning and execution are especially complicated through the frequently posed require-

(Quelle: Hartleitner)



Lichtraumvergleich
Clearance space comparison

(Quelle: Hartleitner)



Stromschiene mit Aufhängung

Power contact line with mounting assembly

Tunnelmitte wurde wegen höherer Baukosten und längerer Bauzeit nicht genutzt, sondern jeweils ein Gleis durchgehend gesperrt; dabei fuhren die Züge mit 60 km/h Geschwindigkeit durch den Tunnel und durch den Baustellenbereich mit weniger als 40 km/h. Nahezu alle Arbeiten wurden im gesperrten Gleis ausgeführt; lediglich die Betonarbeiten der Tunnelsohle und die Vergussarbeiten an der Festen Fahrbahn wurden mit einem gesonderten Arbeitszug vom Betriebsgleis durchgeführt. Die neue Oberleitung wurde als Stromschiene (Bild 5) eingebaut, was einen Gewinn an zusätzlicher Höhe im Lichtraum und eine Vereinfachung der Konstruktion der Oberleitung in einem engen Tunnel ergibt.

Die Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz bei der Hamburger U-Bahn erläuterte Dipl.-Ing. Frank Steinhorst von der Hamburger Hochbahn AG/D. Die Steigerung der Energieeffizienz ist für die Hamburger Hochbahn AG seit vielen Jahren ein sehr wichtiges Aufgabefeld. Von besonderer Bedeutung hierbei ist es, die betrieblichen Abläufe, die Fahrzeugtechnik und die Infrastrukturanlagen fortlaufend zu optimieren.

Straßentunnel Nachrüstung und Instandsetzung von Straßentunneln in Deutschland

Die weitere Erhöhung der Sicherheit in Deutschlands Straßentunneln erfordert umfangreiche Nachrüstungsmaßnahmen; besonders aufwändig

ment to keep services running while work is forging ahead in the tunnel. According to Dipl.-Ing. Wolf-Dieter Friebe of the Federal Ministry of Transport, Building and Urban Development in Bonn and Dr.-Ing. Frank Heimbacher from the Federal Highway Research Institute (BAFS) in Bergisch Gladbach road tunnels were examined regarding their safety installations (Guideline for Furnishing and Operating Road Tunnels, RABT 2006/EC) and structural and technical measures undertaken since 2001 for enhancing protection for persons and self-rescue possibilities such as fire detection and localisation, technical detection of incidents (video technology), automatic tunnel closure (barriers as well as red lights), speedy and targeted information for tunnel

users (traffic radio, loudspeakers), improving the escapeway systems (building evacuation tunnels, smaller gaps between emergency exits), clear marking of escapeways (indication of distances involved, lighting) and improved fire protection (retrofitting the intermediate ceilings for smoke extraction, installing fire protection plates or plasters; marking the escape doors (Fig. 6); extinguishing water supply etc.). Retrofitting the Saukopf Tunnel (1999) in the Odenwald was provided as an example, Germany's longest bidirectional tunnel with a length of 2,715 m (20,000 vehicles per day) executed in 2 construction sections: first of all evacuation and orientation lights were installed, the loudspeakers and ventilation units were improved (49 ventilation flaps installed

werden Planung und Ausführung durch die meist geforderte Aufrechterhaltung des Verkehrs während der Arbeiten in Tunneln. Nach Dipl.-Ing. Wolf-Dieter Friebel vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung in Bonn und Dr.-Ing. Frank Heimbecher von der Bundesanstalt für Straßenwesen in Bergisch Gladbach wurden die Straßentunnel im Hinblick auf ihre Sicherheitseinrichtungen überprüft (Richtlinie für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln, RABT 2006/EC) und nach einem Bauprogramm ab 2001 bauliche und betriebstechnische Maßnahmen für die Erhöhung des Personenschutzes und der Selbstrettungsmöglichkeiten ausgeführt, wie Branderkennung und -lokalisierung, verkehrstechnische Störfallerkennung (Videotechnik), automatische Tunnelsperrung (Schranken außer Rotlicht), schnelle und gezielte Information der Tunnelnutzer (Verkehrsfunk, Lautsprecher), Verbesserung der Fluchtwegsysteme (Bau von Fluchttunneln, verringerte Abstände der Notausgänge), deutliche Kennzeichnung der Fluchtwege (Entfernungsangaben, Beleuchtung) und Verbesserung des Brandschutzes (Nachrüstung von Zwischendecken für die Rauchabsaugung, Anordnung von Brandschutzplatten oder -putzen; Kennzeichnung der Fluchttüren (Bild 6); Löschwasserversorgung usw.). Als Beispiel wurde die Nachrüstung des Saukopftunnels (1999) im Odenwald geschildert, mit 2715 m längster Gegenverkehrstunnel Deutschlands (20.000 Fahrzeuge/Tag) ausgeführt in 2 Bauabschnitten:

Zuerst Einbau von Flucht- und Orientierungsleuchten, Verbessern der Lautsprecher und Lüftungsanlagen (Einbau von 49 Lüftungskappen in bestehende Zwischendecke) und danach Bau eines begehbaren Rettungstollens (2665 m, 2,25/2,25 m) in 25 m Abstand und mit 10 Querschlägen zum Haupttunnel. Für diese Arbeiten mit einem Investitionsvolumen von insgesamt 36 Mio. EUR musste der Tunnel jeweils 6 und 5 Monate für den Verkehr gesperrt werden. – In Deutschland wird seitens des Bundes fast 1 Mrd. EUR in die Nachrüstung der Straßentunnel investiert; die Nachrüstung soll bis 2015 abgeschlossen sein.

Chancen, Risiken und Kosteneffizienz bei der Modernisierung von Straßentunneln

erläuterten Dr. Rune Brandt, HBI Haerter AG Zürich/CH und Dr. Matthias Schubert, Mattrisk AG Zürich/CH. Die Kostenwirksamkeit unterschiedlicher Sanierungsarten eines Straßentunnels kann mit einer Quantitativen Risikoanalyse (QRA) mit 15 Einflussgrößen (gem. Schweizerischem Bundesamt für Straßen, ASTRA) untersucht werden, wobei Bayes'sche Netze die Mehrfachabhängigkeiten der sicherheitsrelevanten Einflussgrößen berücksichtigen. Dazu wurden Anwendungsbeispiele gebracht sowie eine Übersicht mit dem Vergleich verschiedener Maßnahmen.

Steigerung der Tunnel-sicherheit durch Erneuerung der Tunnelsteuerung

Zu diesem Thema referierte Klaus Eismann, Osmo-Anlagenbau GmbH & Co. KG.

in the existing intermediate ceiling) and then an accessible evacuation tunnel was built (2,665 m, 2.25/2.25 m) at a distance of 25 m and with 10 cross-passages linking with the main tunnel. The tunnel had to be closed to traffic for 6 and 5 months respectively for these activities costing a total of 36m. euros. – In Germany almost 1bn.euros is being invested in redeveloping road tunnels. The programme is to be completed by 2015.

Chances, risks and cost efficiency associated with modernising road tunnels

was dealt with by Dr. Rune Brandt, HBI Haerter AG Zurich/CH and Dr. Matthias Schubert, Mattrisk AG Zurich/CH. The cost efficiency of various redevelopment methods for a road tunnel can be examined by means of a Quantitative Risk Analysis (QRA)

with 15 parameters of influence (in accordance with the Swiss Federal Roads Office, FEDRO), with Bayesian networks taking the multiple dependencies of the safety-relevant parameters into account. In this connection practical applications were provided as well as an overview comparing various measures.

Klaus Eismann, Osmo-Anlagenbau GmbH & Co. KG examined how to increase tunnel safety by renewing the tunnel control system. Growing demands on tunnel safety and the state of the art also require automation systems to be renewed as tunnels are retrofitted, such as for example for the 2.3 km long Heselach Tunnel (1991, B14), a bidirectional tunnel with Europe's highest volume of traffic (up to 50,000 vehicles per day) – between the city centre and motorway junction of Stuttgart. Renewal of the tunnel control

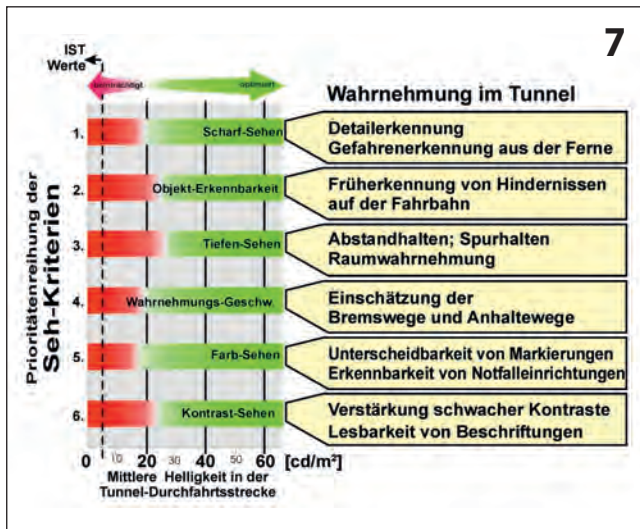
(Quelle: Friebel/Heimbecher/Seeger)



Nachrüstung der Fluchttüren mit aktiver Beleuchtung und Aufmerksamkeitsfeldern

Retrofitting the evacuation doors with active lighting and fields of attention

(Quelle: Bartenbach)



Sehskriterien für die visuelle Wahrnehmung bei Tunnelfahrten

Criteria for visual perception when travelling in tunnels

Die gestiegenen Anforderungen an die Tunnelsicherheit und den Stand der Technik machen im Zuge der Tunnelnachrüstungen auch die Erneuerung der Automatisierungssysteme erforderlich, wie am Beispiel für den 2,3 km langen Tunnel Heschlach (1991, B14), einem Gegenverkehrstunnel mit dem höchsten Verkehrsaufkommen in Europa (täglich bis zu 50.000 Kraftfahrzeuge) – zwischen Stadtzentrum und Autobahnkreuz Stuttgart. Die Erneuerung von Tunnelsteuerung und Leitsystem erforderte die Sperrung des Tunnels in den Nachtstunden in den Sommerferien und ergibt einen deutlichen Sicherheitsgewinn und erfüllt die Forderungen der Richtlinie für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln (RABT).

Verbesserung der Verkehrssicherheit durch effektives Licht im Tunnel

Dass eine gute Beleuchtung maßgebend Einfluss auf die Sicherheit in Straßentunneln hat,

verdeutlicht Prof. Dr. h.c. Ing. Christian Bartenbach und DI. MMag. Markus Canazei, MSc. Die Wahrnehmungsgeschwindigkeit und die Sehleistung lassen sich durch ausreichende Leuchtdichten verbessern, wobei durch richtige Anordnung der Leuchten eine Blendung der Fahrzeugführer vermieden werden muss. Im Auftrag der Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs AG /ASFINAG) durchgeführte Untersuchungen haben Verbesserungspotenziale für die Lichtsituation im Tunnel ergeben. Auch lässt sich durch entsprechende Leuchtdichte und -anordnung die Sehleistung wesentlich steigern (Bild 7). Dazu wurden Vorschläge gemacht, auch zur Ergänzung der Normen zur Risikobewertung in Tunnelanlagen.

Weiteres über die Tunnelmesse und das Seminar enthält das Sonderheft der Fachzeitschrift tunnel IUT`2011 (90 Seiten) – www.iut.ch –, das beim Bauverlag BV GmbH, D33311 Gütersloh, Avenwedder Str. 55, erhältlich ist.

G.B.



and guidance systems required the tunnel to be closed during night hours in the summer holidays thus granting a definitive improvement in safety and fulfilment of the Guideline for Furnishing and Operating Road Tunnels (RABT).

Improving traffic safety through effective light in tunnels

Prof. Christian Bartenbach and Markus Canazei MSc. demonstrated that good lighting exerts a decisive influence on safety in road tunnels. The speed of perception and the visual performance can be improved by adequate light densities. In this connection lights have to be arranged properly so that mo-

torists are not dazzled. On behalf of the Austrian motorways and expressways financing corporation (ASFINAG) extensive investigations have come up with potential improvements for tunnel lighting. Furthermore the visual performance can be considerably enhanced through corresponding light densities and set-ups (Fig. 7). Proposals were put forward towards this end – also for amending the norms governing risk assessment in tunnels.

More details on the tunnel fair and the seminar are to be found in the special publication – tunnel IUT 2011 (pp. 90) – www.iut.ch –, available from the Bauverlag BV GmbH, D33311 Gütersloh, Avenwedder Str. 66.

G.B.



Literatur / References

- [1] IUT`11 wieder Treffpunkt der Tunnelbauer. Tunnel 7/2001, pp. 2-4, 5/2011, pp. 2-4 und 4/2011, pp. 2-6..
- [2] Anspruchsvolles Seminar zur 4. IUT. Tunnel 2/2005, pp. 11-12
- [3] IUT`08 Moderner Tunnelbau und Geothermie. Tunnel 2/2009, pp. 42-47
- [4] Arlbergstunnel wieder zweigleisig. Tunnel 4/2011, p. 13 und 2/2010, p. 2 (Sicherheitstechnische Ausrüstung)

ELA-Premium-Mietcontainer

... sind 1/2 m breiter

- Büro-, Mannschafts-, Wohn-,
- Sanitär-, Dusch-, WC-
- Lager-, Werkstatt-Container
- Bank- und Sparkassengebäude
- Kindergärten/ Schulklassen
- Lieferung sofort, europaweit.



ELA

Mobile Räume mieten
www.container.de

Vermietung · Verkauf · Service
Zeppelinstr. 19-21 · 49733 Haren (Ems)
☎ (05932) 5 06-0 · Fax (05932) 5 06-10

info@container.de



6253_90x392_SW_11-08



Geo Projects 2011 in Sofia/Bulgarien

Internationale Konferenz für Spezialtief- und Tunnelbau

Vom 12. bis 14. Oktober 2011 fand in der bulgarischen Hauptstadt Sofia die erste Internationale Konferenz für Spezialtief- und Tunnelbau Geo Projects 2011 statt. Die Veranstaltung wurde von der Bulgarian Association for Geotechnical and Tunnel Construction (BAGTC) organisiert.

Gegründet im Jahr 2010, hat BAGTC sich zum Ziel gemacht, eine gemeinsame Basis zu schaffen, die Interessen und Positionen aller in der Branche Beteiligten zu bündeln und zu artikulieren, und somit die bulgarischen Ingenieure, Planer und Bauherren in der globalen Fachwelt zu vertreten. Seit ihrem kurzen Bestehen arbeitet BAGTC an der Schaffung eines Netzwerks, welches dem Informations- und Erfahrungsaustausch mit anderen Organisationen und Institutionen dienen soll. Bis November 2011 gehörten dem Verband mehr als 40 Unternehmen und

Privatpersonen an, darunter Atlas Copco, ADVAL, Euro Alliance Engineering, Thyssen Krupp Mannex, Stanilov, Stroyinject, Hochtief Bulgaria, BASF und andere. Präsident ist Prof. Dr.-Ing. Victor Tashev von der Sofia University of Architecture, Civil Engineering and Geology.

An der Konferenz nahmen über 150 Experten aus 9 Ländern teil. Die Veranstaltung bot einen hervorragenden Rahmen für den Austausch von Erfahrungen und Informationen und war ein gelungenes Treffen für die Diskussion zwischen Vertretern der internationalen Fachgesellschaft, der Unternehmer sowie der Politik. Die Beteiligten nutzten die einzigartige Chance zum gegenseitigen Kennenlernen und zum Dialog.

In seiner Ansprache bei der Eröffnungszeremonie hob Prof. In-Mo Lee, Präsident der ITA-AITES, die Bedeutung einer Körperschaft wie der BAGTC

Geo Projects 2011 in Sofia/Bulgaria

International Conference for Geotechnical and Tunnel Construction

The Bulgarian capital Sofia hosted the First International Conference for Geotechnical and Tunnel Construction Geo Projects 2011 between October 12th and 14th, 2011. The conference was organized by the Bulgarian Association for Geotechnical and Tunnel Construction (BAGTC).

BAGTC's main goal, which was actually established in late 2010 is to bring together all parties involved, to support the positions of the business in this industry and to represent the Bulgarian tunnel and geotechnical engineers, designers and builders in the global Tunnel and Geotechnical community. From the short time since its establishment BAGTC has been trying to create a good information network and contact database with other organizations and institutions. Until November 2011 the Association's members were more than 40 companies

and individuals, e.g. Atlas Copco, ADVAL, Euro Alliance Engineering, Thyssen Krupp Mannex, Stanilov, Stroyinject, Hochtief Bulgaria, BASF and others. The managing director is Assoc. Prof. Dr. Eng. Victor Tashev from the Sofia University of Architecture, Civil Engineering and Geology.

During the conference in Sofia over 150 professionals from 9 countries gathered. The event offered an excellent opportunity to share experience and established practices with prominent professionals in the sector during the meetings and discussions with representatives of the international scientific community, the business and the government. The conference offered a unique chance for interactive and professional dialogue between the participants, as well as for networking.

In his opening ceremony speech Prof. In-Mo Lee, the President of the ITA-AITES outlined

hervor. Er bekräftigte ihre positiven Effekte bei der Weiterentwicklung des Tunnel- und Spezialtiefbaus in Bulgarien. Der bulgarische Verkehrsminister Ivaylo Moskowski betonte in seiner Rede die Bedeutung der für den Bau der Infrastruktur notwendigen Zuwendungen aus den EU-Fonds. Fast 30 Vorträge, unterteilt in die Themengebiete Spezialtief- und Tunnelbau, informierten die Auditorien über neuste technologische Ansätze und Methoden sowie über laufende und zukünftige Projekte und Herausforderungen.

Die Ergebnisse der Geo Projects 2011 sind für alle Beteiligten sehr ermutigend: für die Teilnehmer öffnen sich durch das Kennenlernen der bulga-



rischen Partner und des Marktes neue Wege und Perspektiven. Die BAGTC bekam bei ihrem ersten internationalen Auftritt die Zusage, bei der nächsten Generalversammlung der ITA-AITES in Bangkok als Mitglied und offizieller Vertreter der ITA-Mitgliedsnation Bulgarien aufgenommen zu werden. 

die importance of an associative body like the BAGTC for the information exchange and its positive effects for development of tunnel and geotechnical construction industry in Bulgaria. The minister for Transportation Ivaylo Moskowski stressed the importance of the EU financial programs for the development

of infrastructure in Bulgaria. Divided into a geotechnical and tunnelling part, nearly 30 interesting lectures presented the newest technological approaches and informed the audience about the latest projects and challenges.

The results of the conference are very motivating: the participants made new connections, shared news and gathered insights in the Bulgarian market of tunnelling and geotechnical construction. BAGTC's first international presentation will be completed in 2012: after confirmation to become a national representative of International Tunnelling Association BAGTC will formally sign its membership at ITA-AITES in Bangkok on the General Assembly. 



Wir können es besser. Und wirtschaftlicher.



Rowa vereint hohe Kompetenz im Anlagenbau und langjährige Erfahrung im Untertagebau. Intelligente Gesamtlösungen vom Vortrieb bis zur Deponie sind unser Markenzeichen: Sie garantieren eine überdurchschnittliche Betriebssicherheit und eine hohe Wirtschaftlichkeit.

Wir können es besser – weltweit. Das Vertrauen unserer Kunden beweist es.

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

Neue Ingenieurbau-Messe in Freiburg/D

econstra öffnet im Oktober 2012 ihre Pforten

Vom 25. bis 27. Oktober 2012 findet erstmals eine neue Ingenieurbaumesse in Freiburg/D statt. Im thematischen Mittelpunkt stehen dabei neben der Bauwerksinstandsetzung die Bereiche Infrastruktur, Tunnelbau, Brückenbau, Grundbau, erneuerbare Energien sowie Rückbau und Entsorgung.

Mit der econstra haben jetzt Profis aus allen Bereichen des Ingenieurbaus die Möglichkeit, sich über innovative Baustoffe, Geräte und Verfahren zu informieren. Gleichzeitig besteht die Möglichkeit, an den begleitenden Ingenieurbautagen 2012 teilzunehmen.


Als nach Veranstalterangaben europaweit erste Fachmesse für Ingenieurbau und Bauwerksinstandsetzung bietet die econstra die Möglichkeit, sich zu allen Themen des Ingenieurbaus in kurzer Zeit einen Überblick zu verschaffen. Die moderne Infrastruktur und Besucherfreundlichkeit der Messe Freiburg offerieren Besuchern wie Ausstellern Komfort und Sicherheit bei der Auswahl der relevanten Informationen.

Im Rahmen der Ingenieurbautage und econstra präsentieren sich verschiedene Partner wie etwa die Bundesingenieurkammer, der VBI oder öffentliche Institutionen wie die Bundesanstalt für Straßenwesen BASt und die Bundesanstalt für Wasserbau BAW. Das Karriereforum im Zentralfoyer bietet auf über 700 m² Unternehmen und Besuchern die Möglichkeit der Vernetzung mit den Hochschulpartnern der Veranstaltungen.

Die econstra richtet sich an folgende Zielgruppen:

- **Baufachleute (Anwender)** aus den Bereichen Ingenieurbau, Instandsetzung und Sanierung mit den Bereichen Stahlbau, Holzbau, Grundbau, Tunnelbau sowie alle artverwandten Branchen
- **Entscheider bzw. Auftraggeber und Ausschreibende** aus Ministerien, Präsidien, Landkreisen und Kommunen
- **Planer, Konstrukteure und Überwacher** aus Ingenieur- und Architekturbüros, wie auch aus öffentlichen Institutionen
- **Lehrende und Studierende** der Technischen Universitäten und Hochschulen, Meister- und Technikerschulen, wie auch aus den Ausbildungsberufen des Baugewerbes
- **Alle Personen, die sich für die Themen Ingenieurbau, Konstruktion und Ausführung, sowie im Speziellen auch für Instandsetzungen und damit verbundene neue Techniken und Innovationen interessieren**

Der Vorverkauf für Besuchertickets und den Kongress startet am 1. Februar 2012.

Weitere nützliche Informationen unter www.econstra.de. 

New Construction Engineering Fair in Freiburg/D

econstra opens in October 2012

A new construction engineering exhibition is due to take place in Freiburg/D for the first time from October 25 to 27, 2012. In addition to structural maintenance it will be geared to infrastructure, tunnelling, bridge building, foundation engineering, renewable energies and disposal.

Thanks to the econstra, professional from all spheres of construction engineering have the chance to familiarise themselves with innovative building materials, equipment and methods. At the same time there is the possibility to participate in the accompanying 2012 civil engineering congress.


According to the organisers this first fair for civil engineering and structural maintenance in Europe enables the visitor to obtain an insight of all topics associated with civil engineering within a short time. The modern infrastructure of the visitor-friendly Freiburg Messe provides both visitors and exhibitors with comfort and security in selecting the relevant information.

Within the scope of the civil engineering congress and econstra various partners such as the Federal Chamber of Engineers, the VBI or public institutions such as the Federal Highway Research Institute BASt and the Federal Waterways Engineering and Research Institute BAW will present themselves. The Career Forum in the central foyer affords companies and visitors the opportunity to network with the university partners involved in the events.

The econstra is geared to the following target groups:

- **construction experts (users)** from the fields of civil engineering, maintenance and redevelopment covering steel construction, timber construction, foundation engineering, tunnelling as well as related branches
- **decision-makers and clients** from ministries, presidencies, districts and municipalities
- **planners, designers and supervisors** from engineering and architectural offices as well as public institutions
- **teachers and students** at technical universities and colleges, master and technical schools as well as instructors involved in training in the construction industry
- **all those interested in civil engineering, design and execution** especially for maintenance activities and associated new techniques and innovations.

Advance sale of visitor tickets and for the congress as from February 1, 2012.

Further details obtainable by accessing www.econstra.de. 

5. BrennerCongress 2012

Internationales Symposium

Brenner Basistunnel

16. – 17. Februar 2012,
Innsbruck/Österreich
Wissenschaftliche Leitung:
Univ.-Prof. Konrad Bergmeister, Universität für Bodenkultur Wien
Univ.-Prof. Walter Purrer,
Fakultät für Bauingenieurwissenschaften der Leopold Franzens Universität Innsbruck
Informationen:
www.brennercongress.com

South American Tunnelling – SAT 2012

3rd Brazilian Congress on Tunnels and Underground Structures

20th – 22nd March 2012
Location: Centro Fecomercio de Eventos São Paulo/Brazil,
Information:
Executive Secretariat
Acqua Consultoria
Cadastur: 26.038288.80.0001-3
Rua Dr. Candido Espinheira,
560 – cj.32
05004-000 - São Paulo-SP/Brazil
Tel.: / Fax: +55-11-3868-0726
E-Mail: 3cbt@acquacon.com.br
www.acquacon.com.br/3cbt

Urban Underground Development in South East Europe

2nd Tunnel Colloquium

12th – 14th April 2012
Hotel-Congress Center
Lacroma Valamar, Dubrovnik/
Croatia
Information:
Dr. Davorin Kolic
Croatian Association for
Concrete Engineering and
Construction Technology
Trnjanska 140, 10000 Zagreb
Hrvatska/Croatia
Tel.: +385-99-6050-447
Fax: +385-1-6130-062

E-Mail: info@hubitg.com
www.hubitg.com

27. Christian Veder Kolloquium

mit Fachausstellung
13. + 14. April 2012, Graz/A
Planung und Ausführung von Abdichtungsmaßnahmen in der Geotechnik
Institut für Bodenmechanik und Grundbau
Ao.Univ.-Prof. Dr. techn. Helmut F. Schweiger, M.Sc.
TU Graz, Rechbauerstraße 12,
8010 Graz/A
Tel.: +43 (0) 316 / 873-6234
Fax: +43 (0) 316 / 873-6232
E-Mail: helmut.schweiger@tugraz.at
www.cvk.tugraz.at

Tunnel Safety and Ventilation

23th – 25th April 2012,
New Developments in Tunnel Safety
Technische Universität Graz/A
Prof. Dr. Peter Sturm
E-Mail: sturm@tugraz.at
Tel.: +43-316 / 873-7584
Fax: +43-316 / 873-107596
www.tunnel-graz.at
http://ivt.tugraz.at
Konferenzort:
Messecenter Graz – Tagungszentrum
Messeplatz 1, A-8010 Graz

38th ITA/WTC in Bangkok/Thailand

18th – 23th May 2012,
Bangkok/Thailand,
Tunnelling and Underground Space for a Global Society
Information:
WTC2012 Congress Office
Mrs. Alcharat Alapat/Mr. Zaw Zaw Aye
ProCOngress (Thailand) Co., Ltd
4/383 Moo 6, Soi Nakniwas 37,
Nakniwas Rd.
Ladprao, Bangkok/Thailand

10230
Tel.: +662 956 1580
Fax: +662 932 4454
E-Mail: alcharat@procongress.net
secretariat@wtc2012.com
www.wtc2012.com

Swiss Tunnel Congress 2012 in Luzern

13. Juni 2012 (Colloquium)
14. Juni 2012 (Congress mit Vortragsveranstaltung und Ausstellung)
15. Juni 2012 (Exkursionen)
KKL Kultur- und Kongresszentrum, Luzern/CH
FGU - Fachgruppe für Untertagebau
Tagungssekretariat
Felsenstraße 11
CH-5400 Baden
Tel.: +41 (0) 56 / 2002333
Fax: +41 (0) 56 / 2002334
E-Mail fgu@thomibraem.ch
www.swisstunnel.ch

Vormerktermin: Deutsches tunnel-Forum 2012

Herbst 2012 an mehreren Orten in Süddeutschland jeweils von 9.30 bis 16.45 Uhr
Seminarreihe zum Thema
Design-Aspekte bei Verkehrs-Tunneln
2012: *Verkehrssicherheit und Verkehrsfluss*
2013: *Licht, Farbe und soziale Sicherheit*

2014: *Architektur und Technik*
Veranstalter: tunnel und STUVA
Leitung: Prof. Dr.-Ing. Alfred Haack
Information:
Roland.Herr@Bauverlag.de

InnoTrans 2012

18. – 21. September 2012,
Berlin
Messe Berlin GmbH
Messedamm 22,
14055 Berlin
Kontakt: Kerstin Schulz

Tel.: +49 (0) 30 / 3038-2032
Fax: +49 (0) 30 / 3038-2190
E-Mail: k.schulz@messe-berlin.de
E-Mail: innotrans@messe-berlin.de
www.innotrans.de
www.virtualmarket.innotrans.de

The Tunnel Connects First Eastern European Tunnelling Conference

18. – 21. September 2012,
Budapest, Hungary
Information:
Hungarian Tunnelling Society
Dr. Tibor Horvath, President
E-Mail: geovil@geovil.hu
info@ita-hun.hu
www.ita-hun.hu

8. Österreichischer Tunneltag 2012

10. Oktober 2012, Salzburg/A
61. Geomechanik-Kolloquium 2012
50 Jahre NATM
11. + 12. Oktober 2012,
Salzburg/A
Exkursion: 13. Oktober 2012
Österreichische Gesellschaft für Geomechanik
Bayerhamerstraße 14, 5020
Salzburg/A
Tel.: +43 (0)6 62-87 55 19
Fax: +43 (0)6 62-88 67 48
E-Mail salzburg@oegg.at
www.oegg.at

econstra 2012

Fachmesse für Ingenieurbau und Bauwerksinstandsetzung
25. – 27. Oktober 2012,
Freiburg im Breisgau,
Informationen:
Neue Messe Feiburg
Hermann-Mitsch-Straße 3/
Europaplatz 1
79108 Freiburg im Breisgau
Tel.: +49 (0)761 3881-3120
Fax: +49 (0)761 3881-3006
E-Mail: info@messe.freiburg.de
www.econstra.de

Inserentenverzeichnis / Advertising list

Advertisers	Internet	Page
A.S.T. Bochum GmbH, Bochum/D	www.astbochum.de	17
BASF Construction Chemical (Europe), Zürich/CH	www.construction-chemicals.basf.com	U4
ELA Container GmbH, Haren/D	www.container.de	59
ETT Ersatzteil-Technik GmbH, Schwaikheim/D	www.ett-s.de	25
Herrenknecht AG, Schwanau/D	www.herrenknecht.de	6+7
Implenia Bau AG, Aarau/CH	www.implenia.com	37
InnoTrans, Berlin/D	www.innotrans.de	19
INTERMAT, Paris/F	www.intermat.fr	27
INTERTUNNEL, Turin/I	www.intertunnel.com	3
Kapyfract AG, Schlatt/CH	www.kapyfract.ch	45
Maschinen- und Stahlbau Dresden AG, Dresden/D	www.msd-dresden.de	43

Advertisers	Internet	Page
Penell GmbH, Ober-Ramstadt/D	www.penell-gmbh.de	39
Pressluft-Frantz GmbH, Frankfurt/D	www.pressluft-frantz.de	51
Rascor International AG, Steinmaur/CH	www.rascor.com	5
Rowa Tunnelling Logistics AG, Wangen/CH	www.rowa-ag.ch	61
Sandvik Mining and Construction Central Europe GmbH, Essen/D	www.sandvik.com	U2
Swiss Tunnel Congress, Luzern/CH	www.swisstunnel.ch	BL
TROX GmbH, Neukirchen-Vluyn/D	www.trox.de	31
Wacker Chemie AG, München/D	www.wacker.com	15
WBI Beratende Ingenieure für Grundbau und Felsbau GmbH, Aachen/D	www.wbionline.de	BL

bau | | verlag

We give ideas room to develop

www.bauverlag.de

tunnel 31. Jahrgang / 31th Year
www.tunnel-online.info

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

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

Chefredakteur/Editor in Chief:
Dipl.-Ing. Roland Herr
Phone: +49 (0) 5241 80-88730
Fax: +49 (0) 5241 80-9650
E-Mail: roland.herr@bauverlag.de
(verantwortlich für den redaktionellen Inhalt/
responsible for the editorial content)

Redaktionsbüro/Editors Office:
Ursula Landwehr
Phone: +49 (0) 5241 80-1943
E-Mail: ursula.landwehr@bauverlag.de
Gaby Porten
Phone: +49 (0) 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 (0) 5241 80-2179
E-Mail: christian.reinke@bauverlag.de
(verantwortlich für den Anzeigenteil/
responsible for advertisement)
Rita Srowig
Phone: +49 (0) 5241 80-2401
E-Mail: rita.srowig@bauverlag.de
Maria Schröder
Phone: +49 (0) 5241 80-2386
E-Mail: maria.schroeder@bauverlag.de
Fax: +49 (0) 5241 80-62401

Gültig ist die Anzeigenpreisliste Nr. 30 vom 1.10.2011
Advertisement Price List No. 30 dated 1.10.2011 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 srl., Piazza Matteotti, 17/5, I-16043
Chiavari
Phone: +39-0185-323 860,
Mobil: +39-335-346932,
E-Mail: vittorio@comediasrl.it

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

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

Geschäftsführer/Managing Director:
Karl-Heinz Müller
Phone: +49 (0) 5241 80-2476

**Verlagsleiter Anzeigen und Vertrieb /
Director Advertisement Sales:**
Dipl.-Kfm. Reinhard Brummel
Phone: +49 (0) 5241 80-2513

Herstellungsleiter/Production Director
Olaf Wendenburg
Phone: +49 (0) 5241 80-2186

**Abonnementverkauf und Marketing /
Subscription and Marketing Manager:**
Britta Kösters
Phone: +49 (0) 5241 80-45834
Fax: +49 (0) 5241 80-645834

**Leserservice + Abonnements /
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 120, 33311 Gütersloh, Deutschland
Der Leserservice ist von Montag bis Freitag per-
sönlich erreichbar von 9.00 bis 12.00 Uhr und
13.00 bis 17.00 Uhr (freitags bis 16.00 Uhr)

The Reader's Service is available on Monday to
Friday from 9.00 to 12.00 h and 13.00 to 17.00 h
(on Friday until 16.00 h)
Phone: +49 (0) 5241 80-90884
E-Mail: leserservice@bauverlag.de
Fax: +49 (0) 5241 80-690880

**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 € 147,00
Studenten/Students € 88,20

Ausland/Other Countries € 157,20
(die Lieferung per Luftpost erfolgt mit Zuschlag/
with surcharge for delivery by air mail)

Einzelheft/Single Issue € 24,00
(zuzüglich Versandkosten/ plus postage)

eMagazine € 98,50
Mitgliedspreis STUVA/Price for STUVA members
Inland/Germany € 109,80
Ausland/Other Countries € 117,60

**Kombinations-Abonnement Tunnel und THIS
jährlich inkl. Versandkosten:**
€ 188,40 (Ausland: € 195,00)
**Combined subscription for Tunnel + THIS including
postage:**
€ 188,40 (outside Germany: € 195,00).

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

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

Veröffentlichungen:
Zum Abdruck angenommene Beiträge und
Abbildungen gehen im Rahmen der gesetz-
lichen Bestimmungen in das alleinige Veröffent-
lichungs- und Verarbeitungsrecht des Verlages
über. Überarbeitungen und Kürzungen liegen
im Ermessen des Verlages. Für unaufgefordert
eingereichte Beiträge übernehmen Verlag und
Redaktion keine Gewähr. Die Rubrik „STUVA-
Nachrichten“ liegt in der Verantwortung der
STUVA. Die inhaltliche Verantwortung mit Na-
men gekennzeichnete Beiträge übernimmt

der Verfasser. Honorare für Veröffentlichungen
werden nur an den Inhaber der Rechte gezahlt.
Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen Bei-
träge und Abbildungen sind urheberrechtlich
geschützt. Mit Ausnahme der gesetzlich zuge-
lassenen Fälle ist eine Verwertung oder Ver-
vielfältigung ohne Zustimmung des Verlages
strafbar. Das gilt auch für das Erfassen und
Übertragen in Form von Daten. Die allgemes-
nen Geschäftsbedingungen des Bauverlages
finden Sie vollständig unter www.bauverlag.de

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

Druck/Printers:
Merkur Druck, D-32785 Detmold



Kontrolle der Auflagenhöhe er-
folgt durch die Informationsge-
meinschaft zur Feststellung der
Verbreitung von Werbeträgern
(IVW) Printed in Germany
H7758

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

Whatever your challenges are

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

Selbstverständlich unterstützt Sie dabei unser weltweites Expertenteam.

www.meyco.basf.com



The Chemical Company

BASF Construction Chemicals
Europe AG
MEYCO Underground Construction
Vulkanstrasse 110
CH-8048 Zürich
Tel. +41 58 958 22 11
www.basf-admixtures.ch

BASF Construction Polymers GmbH
Geschäftsbereich Betonzusatzmittel
Ernst-Thälmann-Str. 9
D-39240 Glöthe
Tel. +49 39266 98 310
www.basf-cc.de

BASF Performance Products GmbH
Niederlassung Krieglach
Roseggerstrasse 101
A-8670 Krieglach
Tel. +43 3855 2371 0
www.basf-cc.at

Expanding Horizons

Underground

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