

# tunnel

6  
September

Offizielles Organ der STUVA · Official Journal of the STUVA

2011

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



**bau || || verlag**  
Wir geben Ideen Raum

Nant de Drance Power Station: Driving Galleries and Excavating Caverns  
Amsterdam North/South Line: Complex Groundwater Management  
Finland: Results of the 37<sup>th</sup> Annual Meeting of ITA/WTC 2011



## KÜRZERE WEGE IM SEEHAFEN VON ANTWERPEN.

Der Seehafen von Antwerpen erstreckt sich auf beide Flussufer der Schelde. Um das wachsende Güteraufkommen zwischen linkem und rechtem Flussufer – wo sich der Bahnhof Antwerpen Nord befindet – besser zu bewältigen, entstehen zwei Bahntunnel mit einem Innendurchmesser von 7,3 Metern. Im Pendelverkehr werden damit zukünftig für bis zu 100 Züge täglich 22 Kilometer Transportweg und entsprechende Betriebskosten eingespart.

Das »Liefkenshoek Rail Link Projekt« ist eines der größten Infrastrukturvorhaben, die jemals in Belgien realisiert wurden. Eine echte Herausforderung für die Tunnelbauer der ARGE THV Locobouw war beim Bau der beiden parallelen Röhren der Vortrieb unter dem Kanaldock, wo die Überdeckung nur 1,1 Meter beträgt. Dennoch musste die Durchfahrt für große Schiffe jederzeit freigehalten und daher im Dock ein bestimmter Wasserstand aufrechterhalten werden. Der schluffige Boden wurde deshalb im Bereich der Unterquerung durch Mörtel ersetzt und mit einer zwei Meter dicken Stahlbetonplatte bedeckt. Sie diente als Ankerschutz und als zusätzliches Gewicht, um die Durchfahrt der TBM zu ermöglichen.

Sicher und zügig trieben die beiden Herrenknecht-Mixschilder S-533 und S-532 (Ø 8.390 mm) die Tunnelröhren unterm Hafen voran. Im Mai und Juli 2010 wurde ihre Ankunft nach je 6 Kilometern Vortrieb und Wochenbestleistung von bis zu 250 Metern im Zielschacht gefeiert.

### LIEFKENSHOEK | BELGIEN

#### PROJEKTDATEN

#### AUFTRAGGEBER



S-532, S-533, 2x Mixschild  
 Durchmesser: 8.390 mm  
 Schneiradleistung: 1.100 kW  
 Tunnellänge: 11.942 m  
 Geologie: Sand, Boomse Klei,  
 Kalkstein

MBG,  
 CEI-De Meyer nv,  
 Vinci Construction  
 Grands Projets,  
 Wayss & Freytag AG



# tunnel 6/11

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



Vollhydraulischer Tunnelschalwagen im Abschnitt Erstfeld des Gotthard-Basistunnels/CH, Seite 56 ff.

Fully hydraulic tunnel forming carriage in the Erstfeld section of the Gotthard Base Tunnel/CH, see 56 ??.

## Title

Breakthrough of one of the world's largest hard rock TBMs at Canada's Niagara Tunnel Project. With the person on the very right side you may recognize Lok Home (see pp 2).

(Photo: www.TheRobbinsCompany.com)

## Aktuelles / Topical News

2

## Hauptbeiträge / Main Articles

### Stollenvortrieb und Kavernenausbruch für Kraftwerksanlage Nant de Drance im Wallis / CH

4

Driving Galleries and Excavating Caverns for the Nant de Drance Power Station in Valais / CH

C. Mayer

### Maschinen- und verfahrenstechnische Charakterisierung des Gebirges unter dem Einfluss des Interaktionsverhaltens Maschine – Baugrund

Mechanical and process-technical Characterisation of the Rock influenced by interactive Behaviour of Machine – Ground

Dr. D. Handke, R. Matt, Nicole Wilfinger

### Risikominimierung durch komplexes Grundwassermanagement-System bei der „Noord Zuidlijn Amsterdam“

Minimising Risks through complex Groundwater Management for the Amsterdam North/South Line

H. Koers, U. Kropp, T. Röder

### 37. Jahrestagung der International Tunnelling and Underground Space Association – World Tunnel Congress 2011 in Helsinki, Finnland

37<sup>th</sup> Annual Meeting of the International Tunnelling and Underground Space Association – World Tunnel Congress 2011 in Helsinki, Finland

Dr. R. Leucker

## Fachtagungen / Conferences

### Verkehr und Sicherheit in Straßentunneln

51

Traffic and Safety in Road Tunnels

## Schalungstechnik / Formwork Technology

### Komplexer Tunnelquerschnitt vollhydraulisch geschalt

56

Fully hydraulic Forming for complex Tunnel Cross-Section

## Spritzbeton / Shotcrete

### AT-Rohrschirme sichern Bau des Tunnels Omis

59

AT-Pipe Umbrella Support System allows safe Driving of Omis Tunnel

## Abdichtung / Sealing

### Speziell entwickelte Noppenbahn im Gotthard-Basistunnel

60

Specially developed Membrane in Gotthard Base Tunnel

## Informationen / Information

### Veranstaltungen / Events

63

### Inserentenverzeichnis / Advertising list

64

### Impressum / Imprint

64



## Canada

# Massive Main Beam Machine Breaks Through at Niagara

May 13, 2011 marked the completion of the world's largest hard rock TBM drive at Canada's Niagara Tunnel Project. A well-attended ceremony celebrated the final breakthrough of the 14.4 m diameter Main Beam machine, following an initial breakthrough into a grout tunnel on March 1 (see title).

Ontario Premier Dalton McGuinty, as well as the CEOs of project owner Ontario Power Generation and contractor Strabag AG gave speeches in front of a diverse crowd including hundreds of local tunnel workers. "We have a group of up to 500 people directly and indirectly involved with the project. Their determination, hard work, and willingness to work as one team while keeping focused to get the job done safely have all contributed to this project's success," said Ernst Gschnitzer, Project Manager for Strabag.

## Tough Ground

The completion of the project comes after continuous highs and lows, from significant over-break to multiple world records. Poor rock conditions in Queenston shale at the beginning of the TBM drive required the tunnel alignment to be raised by 45 m into more stable rock.

While in the difficult ground, Strabag undertook significant measures to safely scale down loose rock from the tunnel crown, as loose rock was not permitted behind the final concrete lining. The unique ground support system consisted of 9 m long pipe spiles in an umbrella pattern at the crown of the tunnel. Using the new spiling method, over-break was limited to between 0.4 and 1.0 m above the normal tunnel diameter. Nearly 500 m of very difficult ground was excavated using this method, at average rates of about 3 m per day.

In addition to spiling, the new plan required removal of several structures from the TBM. These included the ring beam erector, mesh erector, TBM roof fingers, work platforms, and muck lift buckets.

The crew then installed new structures to contain over-break, including man baskets and a crown-mounted hoist for delivery of straps and mesh. A drill jumbo was added for spiling, bolting and rock scaling, while the drill controls were relocated farther back on the machine, where they would be below fully-supported sections of rock.

## Record Rates

After surmounting the difficult conditions, the machine managed to achieve 2 advance rate records for any TBM 11 m in diameter or larger - 468 m in 1 month, and 153 m in 1 week, both in July 2009.

Gschnitzer cited several main reasons for the record rates: "Good design of the machine, proper maintenance, and proper operation. We proved during the drive that the machinery worked as expected, and beyond when rock conditions allowed." He also credited strict maintenance throughout the tunnel drive, consisting of a daily maintenance shutdown lasting about 4 hours. During each shift, crew members performed an assigned task and were held to strict quality guidelines.

Kolenich added that the machine's 20-inch diameter disc cutters may have played a role as well: "This is our first machine with 20-inch cutters. The cutters are capable of excellent excavation in very hard rock." The larger diameter offers longer cutter life and fewer cutter changes in rock compared to 17-inch or even 19-inch cutter diameters.

### From Start to Finish


"There is a sense of accomplishment here. There were logistical challenges just delivering and assembling the TBM onsite, and the machine has now overcome geologic challenges as well," said Mike Kolenich, Robbins Manager of Projects, who followed the Niagara TBM from start to finish.

The Niagara Tunnel Project was initiated in June 2004 by provincially-owned company Ontario Power Generation. The TBM was launched in summer 2006 less than 12 months from contract signing, following Onsite First Time Assembly (OFTA). The project marked the first use of OFTA, which saves both time and money to contractors compared to factory-assembled TBMs.

While the tunnelling portion of the project has reached completion, 2 years of work still remain. Approximately 30% of the continuous concrete lining was completed during tunnelling, with about 2/3 of the work still to be done. The finished 12.8 m diameter tunnel will be fully lined with both 600 mm thick continuously-poured concrete and a polyolefin waterproof membrane.

The concrete lining and waterproof membrane guarantee a 100-year design life for the tunnel, which will continuously experience high internal water pressure of 15 bar. The polyolefin layer was designed to prevent water from leaking out of the tunnel and into the surrounding

rock, as Queenston shale swells when in contact with fresh water - a process that over time could destroy the concrete lining. The membrane was also developed for quality control, with an embedded electrically conductive layer. By applying a high voltage across the membrane, engineers can detect an opening in the membrane as small as a pinhole.

Other construction still to be completed includes the outlet structure, gates, and cofferdam, which are expected to be finished in 2013. The tunnel is planned to go into operation a year later. 

Figures: Robbins



## Moderner Verkehrswegebau

**Die wichtigen Verkehrsprojekte der Gegenwart und der Zukunft haben ihre Basis im Zement und dem daraus hergestellten Beton. Denn die kilometerlangen Tunnel für Bahn- und Autobahnstrecken erfordern moderne Baustoffe mit speziellen Eigenschaften.**

SCHWENK hat hierfür spezielle Spritzbetonzemente entwickelt: umweltfreundlich und mit hoher Frühfestigkeitsentwicklung nach den strengen Vorgaben der Österreichischen Spritzbetonrichtlinie. Sie ermöglichen einen schnellen Vortrieb und bei entsprechender Verarbeitung die Erfüllung des Wirtschaftskreislaufgesetzes.


**SCHWENK**

*Baustoffe fürs Leben*

**SCHWENK Zement KG**

Hindenburgring 15 · 89077 Ulm

Telefon: (07 31) 93 41-4 09

Telefax: (07 31) 93 41-3 98

Internet: [www.schwenk-zement.de](http://www.schwenk-zement.de)

E-Mail: [schwenk-zement.bauberatung@schwenk.de](mailto:schwenk-zement.bauberatung@schwenk.de)

## Stollenvortrieb und Kavernenausbruch für Kraftwerksanlage Nant de Drance im Wallis/CH

Zur verstärkten Nutzung des noch vorhandenen Wasserkraftpotenzials für die Stromversorgung sind in der Schweiz mehrere Großprojekte im Bau. Dabei gelangt die Pumpspeichertechnik zur Anwendung, was ausgedehnte unterirdische Stollen- und Kavernenbauten bedingt. Eines dieser Projekte ist die Anlage Nant de Drance im Wallis/CH. Dafür steht unter den beiden bestehenden Stauseen von Emosson ein Tunnel-, Stollen-, Schacht- und Kavernensystem von insgesamt rd. 15 km Länge im Bau.

Mit Investitionen von rd. 1,8 Mrd. CHF (1,2 Mrd. Euro) ist im Einzugsgebiet der beiden seit 1955 bzw. 1975 in Betrieb stehenden Stauseen von Emosson das neue Pumpspeicherwerk Nant de Drance im Bau. Die Anlagen des größtenteils unterirdisch erstellten Zubaus nutzen das Gefälle von 255 bis 390 m zwischen dem neu um

**Curt M. Mayer**, Baufachjournalist, Langnau am Albis/CH

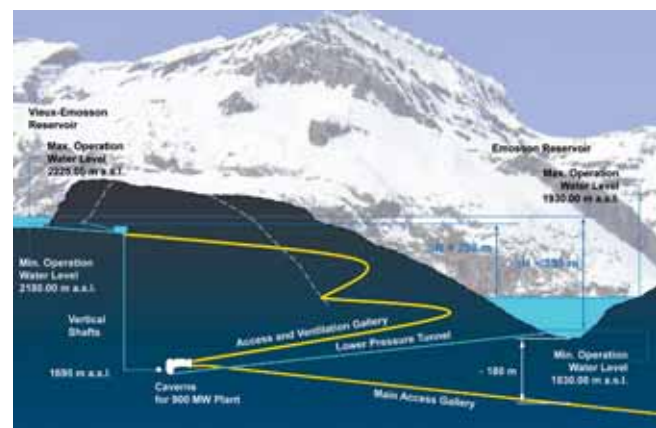
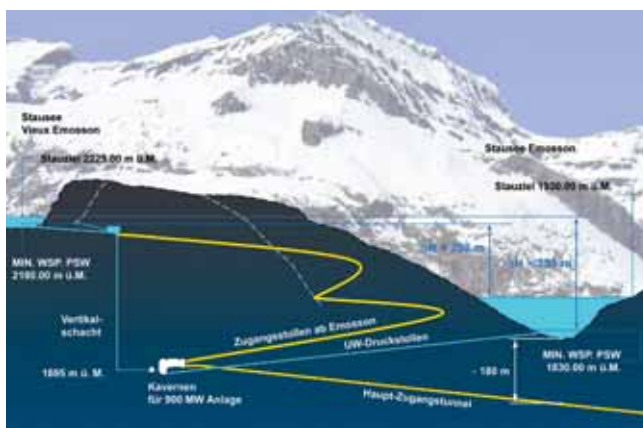
20 m erhöhten Speicher Vieux Emosson (2.225 m ü.M.) und dem Stausee Emosson (1.930 m ü.M.) zur Produktion von Spitzenenergie. Nachdem gemäß der ursprünglichen Planung das Projekt mit 4 Pumpturbinen à 150 MW und einer Leistung von 600 MW vorgesehen wor-

## Driving Galleries and Excavating Caverns for the Nant de Drance Power Station in Valais/CH

To make greater use of the still existing hydro power potential for supplying energy various major projects are being tackled in Switzerland. Towards this end pump storage technology is being applied, which calls for extensive underground systems of galleries and caverns. One of these projects is the Nant de Drance plant in Valais/CH. For this purpose a system of tunnels, galleries, shafts and caverns totalling some 15 km in length is under construction beneath the 2 existing dams at Emosson.

With investments of some 1.8 b. CHF (1.2 b. euros) the new Nant de Drance pump storage station is being built within the catchment area beneath the 2 dams at Emosson, operational since 1955 and 1975 respectively. The plants of the added facility, most of which are being produ-

ced underground take advantage of the gradient of 255 and 390 m between the new Vieux Emosson elevated by some 20 m (2,225 m ASL) and the Emosson dam (1,930 m ASL) to generate peak energy. Originally the project was planned to possess 4 pump turbines each of 150 MW producing 600 MW, it was decided to add to pump turbines to



Querschnitt des größtenteils unterirdischen Zubaus für das Projekt des Pumpspeicherwerks Nant de Drance. Unter den beiden bestehenden Speichern sind ein Hauptzugangstunnel, Maschinen- und Trafokaverne sowie zwei parallele Triebwasserwege mit gepanzerten Druckschächten zu erstellen

Cross-section of the mainly underground extension for the Nant de Drance pump storage plant project. A main access tunnel, machine and transformer caverns as well as 2 parallel headraces with armoured pressure shafts have to be built beneath the existing reservoirs

Photos: Nant de Drance, Marti, CM



Übersicht über den Installationsplatz für das neue Wasserkraftwerk Nant de Drance im Wallis/CH zwischen Martigny und Chamonix/F. Mit einem 5,6 km langen, im Vortrieb befindlichen Tunnel wird der Zugang zu den Maschinenkavernen erfolgen

Overview of the installation yard for the new Nant de Drance hydro power station in Valais/CH between Martigny and Chamonix/F. Access to the machine caverns will be gained through a 5.6 km long tunnel in the process of excavation

den war, erfolgt nun eine Aufstockung um 2 Pumpturbinen auf eine Leistung von 900 MW. Das setzt bei der Detailplanung durch die mit der Projektierung und Bauleitung betrauten AF-Consult Switzerland AG eine hohe Anpassungsfähigkeit voraus, wie Gesamtprojektleiter Thomas Ihly, dipl. Bauing. ETH Lausanne, im Gespräch erläutert. Das gilt auch für die seit 2008 laufenden Bauarbeiten.

Standort der neuen Anlagen ist das Gebiet der Gemeinde Finhaut zwischen Martigny und Chamonix in unmittelbarer Nähe zu Frankreich.

Der Zugang erfolgt von Le Châtelard direkt neben dem bestehenden SBB-Kraftwerk aus über einen 5,6 km langen Stollen. Dieser führt direkt unter der Trasse der Schmalspurbahnlinie Martigny - Chamonix hindurch.

### Neue Kraftwerkskavernen sind das Herz der Anlage

Bei diesem gewaltigen Kraftwerksprojekt werden die wesentlichen Anlagenelemente unterirdisch angelegt. Daher wird das Landschaftsbild in dieser reizvollen Gebirgsgegend der Alpen kaum beeinträchtigt. Dem Untertagebau für die Zugangstunnel, Druckschächte und Kavernen kommt eine Schlüsselfunktion zu. Die Hauptkaverne dürfte mit einer Länge von 183 m, einer Höhe von 52 m und einer Breite von 32 m eines der größten derartigen Bauwerke weltweit darstellen. Die Ausbruchkubatur erreicht 230 000 m<sup>3</sup>, die Felsüberdeckung beträgt rd. 600 m.

In dieser aus dem Fels gebrochenen Turbinenzentrale werden 6 Francis-Pumpturbinen vom Typ Vario-Speed ein-

generate 900 MW. This calls for a great deal of adaptability on the part of AF-Consult Switzerland AG as the general project manager Thomas Ihly, dipl. Bauing. ETH Lausanne explained. This also applies to the construction operations that have been progressing since 2008.

The new plants are located in the area of the municipality of Finhaut between Martigny and Chamonix close to the French border. Access is provided from Le Châtelard immediately alongside the existing SBB power station via a 5.6 km long gallery. This leads directly below the route of the Martigny - Chamonix narrow-gauge railway.

### New Power Station Caverns represent the Heart of the Facility

The essential elements of this gigantic power station scheme are

located underground. As a consequence the landscape panorama of this appealing mountain district in the Alps will remain virtually untouched. The underground engineering for the access tunnel, pressure shafts and caverns is accorded a key function. The main cavern with a length of 183 m, 52 m high and 32 m wide must be one of the biggest structures of its kind in the world. The excavated volume amounts to 230,000 m<sup>3</sup>, the rock overburden around 600 m.

In this turbine plant excavated from the rock 6 Francis pump turbines – Type Vario Speed – are being installed. Each of them generates 150 MW and altogether provide an 84 % rate of efficiency. Apart from the machine cavern a further major excavation is the transformer cavern with the dimensions 140 m long, 18 m



Zur Erschließung des Bauinstallationsplatzes für den Hauptangriff war vorgängig ein Vortunnel von der Verbindungsstraße aus zu erstellen

A tunnel had to be driven in advance from the connecting road prior to developing the installation yard for the main point of attack

gebaut. Diese erbringen eine Leistung von je 150 MW und erreichen zusammen einen Wirkungsgrad von 84 %. Zu dieser Maschinenkaverne kommt als weiteres Großausbruchvorhaben die Transformerkaverne mit den Abmessungen 140 m Länge, 18 m Breite und 15 m Höhe hinzu. Ferner 2 Oberwasser-Druckstollen von 200 m Länge und 7,7 m Innendurchmesser sowie 2 betonverkleidete Vertikalschächte von 440 m Tiefe mit 7,0 m Innendurchmesser. Zudem 2 rd. 60 m lange Stahl-Panzerrohre von 5,5 m Innendurchmesser mit Verteilungen von je 3,2 m Innendurchmesser. Unterwasserseitig schließen sich 2 Beton-Druckleitungen von 1.200 m Länge und wiederum 7,7 m Durchmesser an die unterwasserseitig vorgesehene 80 m lange stahlgepanzerte Druckleitung an.

### Hauptzugangstunnel mit TBM-Vortrieb

Infolge der größtenteils Untertage-Situierung der Kraftwerk-Schlüsselkomponenten ist zu deren Zugang ein umfassendes System von Tunneln, Stollen und Schieberkammern auszuführen. Dabei kommt für den 5,6 km langen und etwas mehr als 11 % geneigten Hauptzugangstunnel eine Hartgesteins-TBM zum Einsatz, während für die beiden 1,7 bzw. 2,1 km langen zusätzlichen Zugangstollen sowie für die übrigen Schächte und die Kavernen das konventionelle Bohr- und Sprengverfahren eingesetzt wird.

### Geologische Verhältnisse

Aufgrund der vorgängigen geologischen Erkundung ist für die Untertagebauwerke mit guten felsmechanischen

wide and 15 m high. There are also 2 upperwater pressure galleries each 200 m long with 7.7 m internal diameter as well as two 440 m deep concrete-lined vertical shafts with an internal diameter of 7.0 m. Furthermore there are two roughly 60 m long

steel armoured pipes with 5.5 m internal diameter with distribution lines each with 3.2 m internal diameter. Underwater 2 concrete pressure lines each 1200 m long also with 7.7 m internal diameter connect up to the 80 m long steel armoured pressure line.

### Main Access Tunnel with TBM Drive

Owing to the fact that the bulk of the power station key components are sited underground an extensive system of tunnels, galleries and chambers must be executed to access them. Towards this end a hard rock TBM is used for the 5.6 km long main access tunnel with an incline in excess of 11 % whereas conventional drill+blast is applied for the two 1.7 and 2.1 km long additional access galleries as well as for the other shafts and the caverns.

### Geological Conditions

Good rock mechanical conditions were predicted for the underground structures on the basis of advance geological exploration. While driving the



Der gesicherte Portalbereich unmittelbar unter einer Schmalspurbahnlinie für den 5,6 km langen Hauptzugangstunnel, der mit einer TBM von 9,45 m Durchmesser aufgeföhren wird

The secured portal zone directly under a narrow-gauge railway for the 5.6 km long main access tunnel, which is being driven by a 9.45 m diameter TBM



Verhältnissen gerechnet worden. Im Vortriebsbereich des Hauptzugangstunnels waren auf den ersten 180 m vom Portal in Châtelard aus Permokarbon und Sandstein anzutreffen, dann folgten auf 340 m Länge Mylonite/Kataklasite. Für den folgenden Vortrieb wurde auf 1.040 m im Massiv der Aiguilles Rouges Granit erwartet, auf gut 700 m Migmatistische Gneise, auf fast 2.500 m Orthogneis und auf 965 m Metagrauwacke vorausgesagt. Diese Gesteine sind für den Vortrieb als gut bis sehr gut eingeschätzt worden, mit Ausnahme der heterogenen Schieferschichten.

Tatsächlich hatte der TBM-Vortrieb zwischen Tunnelmeter 1.600 und 2.000 eine Störzone mit größeren Verwerfungen zu durchqueren, was zu einer Bauverzögerung geführt hat. Diese Störung ist nun überwunden und die TBM hatte im August 2011 Tunnelmeter 2240 erreicht. Da der Tunnel in weniger als 200 m unter dem Speicher Emosson verläuft und die auftretende Störzone direkt den Flankenbereich der Bogenstaumauer entwässern könnte, muss bei deren Durchqueren ein besonderes Augenmerk auf allfällig mögliche Wasserzutritte gelegt werden. Darüber berichteten Markus Weh und François Bertholet von der Marti Tunnelbau AG an einer Tunnelfachtagung der ETH Zürich. Dies bedeutet, dass die gesamte Zone mit Preventerbohrungen voraus erkundet werden muss. Werden bedeutende Wasserzutritte angetroffen, muss das Gestein vor der Ortsbrust mittels Injektionen abgedichtet werden. Für die Seeunterquerung, für die Annäherung an den Kavernenbereich und

für die Durchquerung anderer Störzonen ist vorgesehen, das Gestein mittels destruktiver Bohrungen ohne Preventer voraus zu erkunden.

### Bauhauptlos und Materialbewirtschaftung

Die Hauptbauarbeiten, welche dem Bieterkonsortium Groupement Marti/Implenia (GMI) zugesprochen worden sind, haben im Herbst 2008 mit dem Aushub und der Sicherung des Voreinschnittes für den Hauptzugangstunnel begonnen. Das Auftragsvolumen für das Konsortium GMI umfasst den Hauptzugangstollen von 5.600 m Länge mit 70 m<sup>2</sup> Querschnittsfläche, das Stollensystem Emosson von 4.300 m Länge mit 45 bis 50 m<sup>2</sup> Querschnittsfläche, die Triebwasserwege von 3.300 m Länge mit 47 m<sup>2</sup> Querschnittsfläche sowie 2 Fallschächten von 440 m Höhe mit 38 m<sup>2</sup> Querschnittsfläche, ferner als Hauptbauteile die Maschinen- und Trafokavernen. Hinzu kommen Injektionen und Verfestigungen sowie Rohbau- und Innenausbauarbeiten.

Zum GMI-Auftrag gehören auch die Materialaufbereitung für Betonkies sowie die Endablagung des Ausbruchmaterials. Das gesamte Ausbruchvolumen für den Bau dieses Energieprojektes erreicht die Größenordnung von über 1,5 Mio. m<sup>3</sup>. Davon können 20 % für die Betonherstellung wieder verwendet werden, der Großteil des Ausbruchmaterials wird in der Deponie Châtelard endgültig gelagert und dabei möglichst gut ins Landschaftsbild integriert. Eine zweite Ablagerungsstätte für eine Kubatur von rd. 400.000 m<sup>3</sup> befindet sich auf rd. 2.000 m ü.M. am Rande des Stausees.

main access tunnel permo carboniferous and sandstone were forecast over the first 180 m from the portal in Châtelard, followed by mylonites/cataclasites over a distance of 340 m. Granite was expected over 1,040 m in the Aiguilles Rouges massif, then migmatic gneisses for 700 m, orthogneiss for almost 2,500 m and meta grauwacke over 965 m. These rocks are appraised as being good to very good for driving with the exception of the heterogeneous slate layers.

In actual fact the TBM drive had encountered a fault zone with large displacements between tunnel metres 1,600 and 2,000, leading to a delay in construction. This fault has now been overcome and in August

2011 the TBM reached tunnel metre 2,240. As the tunnel runs less than 200 m beneath the Emosson reservoir and the prevailing fault zone could drain off directly to the flanking area of the arch dam, special attention has to be paid to all possible water inbursts while it is being penetrated. Markus Weh and Francois Bertholet from the Marti Tunnelbau AG reported on this at an ETH Zurich congress. This means that the entire zone has first to be explored with preventer drill-holes. Should significant ingressing water be encountered then the rock in front of the face must be sealed by grouting. For passing beneath the reservoir, approaching the cavern area and penetrating other fault zones it is

www.hbi.ch

**Wir sind international tätige Planer für**

- **Tunnellüftungen**
- **Immissionsberechnungen und -gutachten**
- **Aerodynamik und Thermodynamik von Tunnelsystemen**
- **Sicherheits-, Flucht- und Rettungskonzepte**
- **Mechanische Ausrüstung**

**Unsere Leistungen umfassen:**

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

*Von Vorstudien bis zu detaillierten Dimensionierungen und von Ausschreibungen bis zur Inbetriebnahme sind wir der richtige Ansprechpartner.*

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

**HBI HAERTER AG BERATENDE INGENIEURE**  
 Stockerstrasse 12 CH-8002 Zürich Schweiz  
 Tel. +41 (0)44 289 39 00 E-Mail: info.zh@hbi.ch  
 Fax +41 (0)44 289 39 99 Web: www.hbi.ch  
 Schweiz: Zürich, Bern / Deutschland: Heidenheim



Für den Vortrieb des 5,6 km langen Hauptzugangstunnels im um gut 11 % steigenden Vortrieb wird eine modifizierte TBM von Herrenknecht eingesetzt, welche sich bereits in einem Los des Lötschberg-Basistunnels bewährt hatte

A modified TBM is being used for driving the 5.6 km long main access tunnel with a gradient rising by at least 11 %. The TBM already proved itself on a section of the Lötschberg Base Tunnel

### Bewährte Herrenknecht-TBM modifiziert

Für den Vortrieb des Zugangstunnels von 5.600 m Länge wird vom Konsortium Marti/Implenia eine Tunnelbohrmaschine von 9,45 m Durchmesser eingesetzt. Dieser führt im Portalbereich im Abstand von etwa 3 m unter der Bahnlinie durch und liegt in einer Lockergesteinszone aus Hangschutt und Bergsturzmaterial. Zu berücksichtigen war, dass für den Aufbau der TBM am Portal nur wenig Platz zur Verfügung stand.

Bei der eingesetzten Hartgesteins-TBM von Herrenknecht handelt es sich um eine jener Tunnelbohrmaschinen, die schon am Lötschberg-Basis-

tunnel im Einsatz waren. Die notwendigen Umbauten im L1-Bereich und der Neubau des Nachläufers einschließlich der Bandanlage wurden nach Angaben von Weh und Bertholet von der Marti Technik AG ausgeführt.

Es galt dabei, die TBM an die spezifischen Projektbedingungen anzupassen, wie Steigung 12 %, enge Kurvenradien von 500 m sowie destruktive Vorausbohrungen mit und ohne Preventer. Falls an kritischen Stellen Wasser erkundet wird, muss das Tunnelumfeld mittels Injektionen abgedichtet werden können. Gemäß dieser Vorgaben weist die TBM die in Tabelle 1 aufgeführten Kennwerte auf.

<b>Bohrdurchmesser mit neuen Meisseln</b>	[m]	9,45
<b>17" Meissel, gesamthaft</b>	[Stck]	61
<b>Max. Anpressdruck</b>	[kN]	18.000
<b>Max. Drehmoment (bei max. Drehzahl)</b>	[kNm]	5.570
<b>Umdrehungen</b>	[rpm]	0 bis 6
<b>Motorenleistung</b>	[kW]	10 x 350

Tabelle 1: Kennwerte der TBM

intended to investigate the rock in advance by means of destructive drilling without preventer.

### Main Construction Section and Material Management

The main construction work, which has been awarded the bidding consortium Groupement Marti/Implenia (GMI), began in autumn 2008 with the excavation and supporting of the pre-cut for the main access tunnel. The contract volume for the GMI consortium embraces the main access tunnel, which is 5,600 m long with a cross-sectional area of 70 m<sup>2</sup>, the Emosson gallery system – 4,300 m in length with 45 to 50 m<sup>2</sup> cross-sectional area, the

<b>Boring diameter with new bits</b>	[m]	9,45
<b>17" bits, total</b>	[number]	61
<b>Max. contact pressure</b>	[kN]	18,000
<b>Max. torque (given max. speed)</b>	[kNm]	5,570
<b>Rpm</b>	[rpm]	0 to 6
<b>Motor output</b>	[kW]	10 x 350

Table 1: TBM Parameters

headraces with a length of 3,300 m and 47 m<sup>2</sup> cross-sectional area as well as 2 drop shafts – 440 m in height with 38 m<sup>2</sup> cross-sectional area along with the machine and transformer caverns as major components. In addition grouting and fixing operations as well as roughwork and interior lining jobs are involved.

The GMI was also commissioned to prepare material for concrete gravel as well as to provide final storage for the excavated material. The total excavated volume for building this energy scheme exceeds 1.5 m<sup>3</sup>. Of this amount 20 % can be utilised for concrete production, the bulk of the excavated material is deposited in the Châtelard dump and integrated into the landscape as well as possible. A second repository capable of holding some 400,000 m<sup>3</sup> is located at a height of roughly 2,000 m ASL on the fringe of the reservoir.

### Tried-and-tested Herrenknecht TBM modified

A 9.45 m diameter tunnel boring machine is being used by the Marti/Implenia consortium for driving the access tunnel. In the portal zone it runs below the railway line at a distance of some 3 m and is located in a soft ground zone comprising scree and rock-fall material. Consideration had to be given to the fact that there was little space available for setting up the TBM at the portal.

The hard rock Herrenknecht TBM that was applied is one of

## Konzept für L1 und Nachläufer

Im Vergleich zum Lötschberg-Basistunnel wurden die Plattformen im L1-Bereich massiv verlängert, wie dem Tagungsbericht von Bertholet und Weh weiter entnommen werden kann. Das Netzversetzgerät und ebenfalls die Kabinen der beiden Bohrlafetten wurden weggelassen. Das Sondierbohrgerät ist mittig über dem Gripper so angeordnet, dass der Transportschlitten darüber hinweg fahren kann. Im vorderen Teil der Plattform ist ebenfalls mittig der Spritzbetonroboter angeordnet. Die Ankerbohrgeräte im L1 befinden sich zwischen Fingerschild und Plattform und können das



Mit der TBM mit einem Bohrkopfdurchmesser von 9,45 m konnten mit einer Drehzahl von 6 U/min gearbeitet und ein Vortriebsfortschritt von 12 bis 15 m erzielt werden

Work with the 9.45 m diameter TBM progressed at a speed of 6 rpm with a rate of advance of 12 to 15 m attained



**Waldemar Scherer, Project Manager and Christian Wagner, Foreman**  
Schleith GmbH  
Rheinfelden, Germany



"We are in good hands with PERI and the cooperation has been exemplary. With the VARIOKIT formwork carriage, we could achieve the planned weekly cycle with a 5-day week."



Murg Tunnel  
Bad Säckingen, Germany

**Cost-effective VARIOKIT solutions**  
with standardised components

**PERI**<sup>®</sup>

Formwork  
Scaffolding  
Engineering


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

<b>Gesamtinvestitionen inkl. Bauzinsen</b>	[Mrd. CHF] [Mrd. EUR]	1,8 1,2
<b>Bausumme</b>	[Mio. CHF] [Mio. EUR]	600 400
<b>Bauherr</b>		Nant de Drance SA, Finhaut (Kanton Wallis)
<b>Ausbruchvolumen</b>	[Mio. m <sup>3</sup> ]	1,5
<b>Betonvolumen</b>	[m <sup>3</sup> ]	320.000
<b>Bauzeit</b>		2008 bis 2018

Tabelle 2: Schlüsselzahlen

gesamte Tunnelprofil abdecken. Die Anker und die Netze werden von der Plattform aus versetzt. Das Injektionsbohrgerät wird zusammen mit dem oberen Teil des Ringbohrgeräteträgers erst zu dem Zeitpunkt montiert, zu dem es eingesetzt werden muss. Nötige Injektionsbohrungen in der Sohle werden mit einem einarmigen Bohrjumbo ausgeführt. Im L1-Bereich werden in den am meisten zu erwartenden Profiltypen Swellex-Anker versetzt. Im L2-Bereich sind 2 weitere Bohrgeräte angeordnet, mit denen die Löcher für Mörtelanker, die permanente Tunnelnsicherung, gebohrt werden. Direkt im Fingerschild befindet sich ein Bogenversetzgerät. Die Stahlbogen werden mit einem Transportschlitten über das Sondierbohrgerät und den

Spritzbetonroboter hinweg nach vorne gebracht.

Der Nachläufer ist 148 m lang, besteht aus insgesamt 6 Teilen und musste am Portal auf Grund der beschränkten Platzverhältnisse seitlich vormontiert, stückweise eingehoben und vorgeschoben werden. Weil die Sohle erst hinter dem Nachläufer eingebaut wird, fahren Versorgungsfahrzeuge über die Ausbruchsohle in den Nachläufer. Die Nachläufer selber fahren auf Vorlegestößen. Sämtliche Geräte, auf denen Flüssigkeiten umgeschlagen oder verarbeitet werden, mussten in ihrer horizontalen Ausrichtung an die Tunnelneigung von 12 % angepasst werden. Das Ausbruchmaterial wird auf dem letzten Nachläufer auf das Tunnelband übergeben (Tabelle 2). 



Für die Endablagerung von 1,2 Mio. m<sup>3</sup> Ausbruchmaterial steht eine Geländevertiefung zur Verfügung. Der Transport erfolgt über eine Bandanlage mit einer um 580 m fallenden Förderung und direkt vom Stollenportal aus mit einer schwenkbaren Schüttnanlage von Marti Technik

A ground depression is available for final disposal of 1.2 m. m<sup>3</sup> of excavated material. Transport is effected via a belt conveyor descending over 580 m and directly from the gallery portal using a swivelling dumping unit from Marti Technik

<b>Total investment incl. interest</b>	[b. CHF] [b. euros]	1.8 1.2
<b>Construction sum</b>	[b. CHF] [b. euros]	600 400
<b>Client</b>		Nant de Drance SA, Finhaut (Canton Valais)
<b>Excavated volume</b>	[m. m <sup>3</sup> ]	1.5
<b>Concrete volume</b>	[m <sup>3</sup> ]	320,000
<b>Construction time</b>		2008 till 2018

Table 2: Key Figures


the tunnel boring machines used for the Lötschberg Base Tunnel. According to Weh and Bertholet the Marti Technik AG carried out the necessary modifications in the L1 sector and constructing a new trailer including the belt conveyor.

The objective was to adapt the TBM to the specific project conditions including 12 % gradient, narrow 500 m curve radii as well as destructive advance drillings with and without preventer. The tunnel zone has to be sealed by grouting should water be discovered at critical points. The TBM possesses the parameters contained in Table 1 in accordance with these specifications.

### Concept for L1 and Trailer

Compared to the Lötschberg Base Tunnel the platforms in the L1 section were greatly extended as can be gleaned from the congress report presented by Bertholet and Weh. The mesh in the L1 section were greatly extended as can be gleaned from the congress report presented by Bertholet and Weh. The mesh drilling units in L1 are located between the finger shield and platform and are

capable of covering the entire tunnel profile. The anchors and the meshing are placed from the platform. The grouting drilling unit together with the upper part of the ring drilling unit carrier is first assembled when it is required. Drillholes for grouting in the floor are executed by a single-armed jumbo. Swellex anchors are placed in the types of profile most expected in the L1 sector. Two further drilling units are arranged in the L2 sector with which the holes for mortar anchors, the permanent tunnel support, are drilled. An arch setting units is located directly within the finger shield. The steel arches are transported forwards by means of a cradle over the exploratory drilling unit and shotcrete robot.

The trailer is 148 m long consisting of a total of 6 elements, requiring it to be preassembled from the side at the portal on account of constricted space conditions, lifted into position piece by piece and thrust forward. As the invert is first installed behind the trailer, supply vehicles run over the excavated base to the trailer. The back-ups run on a set of rails. All appliances, which carry or process liquids, had to be adjusted to the 12 % tunnel gradient. The excavated material is passed on to the tunnel conveyor system from the last back-up (Table 2). 

DIE NEUEN tunnel-FOREN:  
DESIGN, KONZEPTE UND TRENDS

KÖLN, 18.10.2011 | HAMBURG, 20.10.2011

tunnel  
STUVA

# VERKEHRSSICHERHEIT UND VERKEHRSFLOSS

JETZT ANMELDEN:  
[tunnel-online.info/forum](http://tunnel-online.info/forum)

Unter dem Leitgedanken „Design-Aspekte bei Verkehrs-Tunneln“ startet tunnel gemeinsam mit der STUVA eine exklusive Forenreihe. Zum Auftakt des „Deutschen tunnel-Forum“ diskutieren renommierte Referenten über aktuelle Konzepte und Visionen zu den Themen Verkehrssicherheit und Verkehrsfluss. Ein ganzer Tag mit neuesten Erkenntnissen und wertvollen Kontakten wartet auf Sie.

**Info und Anmeldung:** [tunnel-online.info/forum](http://tunnel-online.info/forum)

bauverlag  
Wir geben Ideen Raum



# Maschinen- und verfahrenstechnische Charakterisierung des Gebirges unter dem Einfluss des Interaktionsverhaltens Maschine – Baugrund

Der vorliegende Beitrag stellt ein Modell zur Beschreibung des Baugrundes bei Vortrieben mittels Tunnelvortriebsmaschinen (TVM) unter Berücksichtigung von verfahrens- und maschinentechnischen Kriterien vor. Durch Simulation der einzelnen Teilprozesse eines TVM-Vortriebes und der daraus resultierenden Beanspruchungen auf das gelöste Gestein, sollen Indizien für die Beurteilung des Veränderungspotenzials und der Eigenschaften des veränderten Gesteins gewonnen werden. Weiter soll eine Abschätzung von Auswirkungen der Veränderungsprozesse auf den Vortrieb ermöglicht werden.

## 1 Einleitung

Bei Vortrieben mittels TVM unterliegt das Ausbruchmaterial unter dem Abbauprozess durch das Schneidrad bis hin zum Abwurf am Portal zahlreichen Veränderungsprozessen, welche sich mitunter erheblich auf die Vortriebsleistung der TVM, sowie auf nachgeschaltete Arbeitsschritte, wie z.B. den Transport und die weitere Verwendung des Ausbruchmaterials (Wiedereinbau/Deponierung) auswirken können. Dabei geht es im Wesentlichen um die Parameter Klebrigkeit, Abrasivität und innere Reibung sowie Verbreitbarkeit des gelösten Gesteins.

Die Auswirkungen dieser Veränderungsprozesse sind ei-

---

**Dr.-Ing. Dieter Handke**, Gesellschafter IMM Maidl & Maidl Beratende Ingenieure GmbH & Co. KG, Projektleiter Schildvortriebsverfahren  
**Dipl.-Ing. Robert Matt**, ÖBB Infrastruktur AG, Engineering Services, Fachreferent Tunnelbau  
**Dipl.-Ing. Nicole Wilfinger**, viglconsult ZT, Bereich Tunnelbau/Wasserbau

---

nerseits von den Eigenschaften (v.a. Gesteinseigenschaften und Bergwasserverhältnisse) des anstehenden Gebirges und andererseits von der eingesetzten Verfahrenstechnik und der Betriebsweise abhängig und lassen sich im Planungsstadium meist nur schwer und eingeschränkt abschätzen.

Insbesondere bei EPB-Schildvortrieben (SM-V5) wird im geschlossenen Modus bewusst die Verbreitung des gelösten Gesteins, meist unter Zu-

# Mechanical and process-technical Characterisation of the Rock influenced by interactive Behaviour of Machine – Ground

This article presents a model to describe the ground for excavation using tunnel boring machines (TBMs) taking process-technical and engineering criteria into account. By simulating the individual part-processes of a TBM drive and the resultant effects on the loosened rock, it is proposed to obtain indices for evaluating the potential for change and the characteristics of the changed rock. In addition it is intended to provide an appreciation of the effects of the changing processes on driving.

internal friction as well as the transformation to paste of the loosened rock are concerned.

The effects of these processes of change on the one hand depend on the properties of the prevailing rock (rock properties and ground water conditions) and on the other on the applied process technology and the mode of operation and usually are very difficult to evaluate and only to a limited extent at the planning stage.

In the case of EPB shield drives in particular (SM-V5) the usual procedure involves attempting to produce a paste from the loosened rock in the extraction chamber by adding water and other conditioning agents such

## 1 Introduction

In the case of TBM drives the excavated material is subject to numerous processes of change while being extracted by the cutting wheel right up to being discharged at the portal, which for instance can considerably influence the TBM's rate of advance as well as follow-up working phases such as e.g. transport and the further use of the excavated material (reuse/dumping). In this connection the parameters adhesiveness, abrasivity and

gabe von Wasser und anderen Konditionierungsmitteln wie z.B. Schäumen und Bentonit-suspensionen, in der Abbaukammer angestrebt und damit eine wesentliche Änderung der Eigenschaften bewirkt.

Bei den Gesteinen zeigen vor allem Ton-, Schluff- und Mergelsteine ein hohes Veränderungs-potenzial, welches u.a. mit „Wasserlagerungsversuchen“ festgestellt werden soll.

Für die Abschätzung der verfahrensabhängigen Veränderungsprozesse des gelösten Gesteins, sowie deren Auswirkungen auf die einzelnen Arbeitsschritte der TVM ist die normative Klassifizierung des Gebirges nur bedingt ausreichend, da der wesentliche Einfluss von Bauart (u.a. Verfahrenstechnik, Schneidrad-ausbildung) und Betriebsweise (z.B. Steuerung, Einsatz von Konditionierungsmitteln) der TVM, in Baugrundansprachen im Normalfall noch nicht berücksichtigt werden kann.

## 2 Verfahrenstechnisch relevante Wechselwirkungsmechanismen Maschine – Baugrund

Die bedeutenden Wechselwirkungsmechanismen zwischen Baugrund und TVM sind Verschleiß, Verkleben und Verbreitbarkeit. Diese sind von vielen Einflüssen und Parametern abhängig, die sich nicht in ihrer Gesamtheit fassen und zuordnen lassen.

### 2.1 Verschleiß

Als Verschleiß werden oberflächliche Abnutzungen (Materialverlust) von Maschinenteilen der TVM infolge von Beanspruchungen beim Abbau, bei der Zerkleinerung und beim Transport des Gesteins bezeichnet.

Seitens der Gesteinseigenschaften wirken sich vor allem die Härte und Festigkeit des Gesteins, sowie bei Lockergestein mitunter auch die Kornverteilung, die Kornform (Kantigkeit) und Rauigkeit der Kornoberfläche auf den Verschleiß aus.

### 2.2 Verbreitung – Veränderungspotenzial

Als Verbreitung wird die gezielte Veränderung des gelösten Gebirges in der Abbaukammer bezeichnet, um beim EPB-Schildvortrieb im geschlossenen Modus einen plastischen Erdbrei als Stützmedium für die Ortsbrust zu erzeugen. Die Erzeugung eines Erdbreis mit den geforderten Eigenschaften steht in direktem Zusammenhang mit dem Veränderungspotenzial des Baugrundes, der durch Wasser- und Konditionierungsmittelzugeabe beeinflusst werden kann.

Die Membraneigenschaften werden durch den Anteil des Feinkorns in der Sieblinie bestimmt, der wesentlich vom mechanischen Eingriff der TVM beim Lösen (Schneidrad), Mischen und Fördern (Abbaukammer) hinsichtlich Intensität und Dauer abhängig ist.

### 2.3 Verkleben

Als Verkleben wird die starke Adhäsion von Ausbruchmaterial an Maschinenteilen oder durch Kohäsion bedingte Klumpenbildungen bezeichnet, welche z.B. ein Zusetzen von Einlassöffnungen im Schneidrad und von Förderkanälen verursachen kann. Verklebungen sind in bindigem Lockergestein und in veränderlich festen Gesteinen zu erwarten.

Ein hoher Feinkorngehalt führt in der Regel zu Verklebungen am Schneidrad und in der Abbaukammer, welche wiederum

as e.g. foams and bentonite suspensions thus causing the properties to change radically.

As far as rocks are concerned above all clay, silt and marl rocks reveal a high potential to change, which is to be established among other things through “water storage tests”.

For evaluating process-related processes of change for the loosened rock as well as their effects on the individual working steps of the TBM, normative classification of the rock is only sufficient to a limited extent as the essential influence of design (including process technology, form of cutting wheel) and mode of operating (e.g. control system, application of conditioning agents) of the TBM, cannot be normally considered relating to the ground.

## 2 Process-technical relevant interactive Mechanisms Machine– Ground

The significant interactive mechanisms between the ground and TBM are wear, adhesiveness and transformation to paste, which depend on many influences and parameters, which cannot be collated and classified in their entirety.

### 2.1 Wear

Wear is described as abrasion on the surface (material loss) of mechanical parts of the TBM on account of strains resulting from extraction, crushing and transportation of the rock. As far as the rock characteristics are concerned the hardness and strength of the rock exert the greatest effect on the wear as well as the granular distribution, the grain form (angularity) and roughness of the grain surface in the case of soft ground.

### 2.2 Transforming to Paste – Potential for Change

The transformation to paste represents the targeted alteration of the loosened rock in the extraction chamber in order to produce a plastic earth paste as supporting medium for the face during an EPB shield drive. Creation of an earth paste with the required properties is directly related to the potential for change of the rock, which can be influenced by adding water and conditioning agents. The membrane characteristics are determined by the percentage of fine grain in the grading curve, which is largely governed by the TBM’s mechanical intervention during loosening (cutting wheel), mixing and conveyance (extraction chamber) with respect to intensity and duration.

### 2.3 Clogging

Clogging denotes the strong adhesion of excavated material on mechanical parts or clumps formed as a result of cohesion, which e.g. can cause inlet openings of the cutting wheel and conveyance channels to become clogged. Adhesiveness can be expected in cohesive soft ground and in changeable solid rocks.

Clogging on the cutting wheel and in the extraction chamber is usually caused by a high fine grain content, which for its part leads to diminished rates of advance (“clay fragment”) as well as being accompanied by increased (secondary) wear and a greater need for cleaning. Obstacles affecting driving as a result of these mechanisms can so far merely be estimated in general in the course of planning owing to a lack of normative regulations.

verminderte Vortriebsleistungen („Tonscheibe“), sowie damit einhergehend einen erhöhten (Sekundär-) Verschleiß und außerplanmäßige Stillstände für erhöhten Reinigungsaufwand nach sich ziehen. Durch diese Mechanismen bedingte Vortriebserschwernisse lassen sich bis dato aufgrund fehlender normativer Regelungen in der Planung lediglich allgemeingültig bzw. pauschal abschätzen.

#### 2.4 Veränderlich feste Gesteine

Einen besonderen Stellenwert bei der Betrachtung der Auswirkungen von Wechselwirkungsmechanismen stellen die veränderlich festen Gesteine wie z.B. Ton-, Schluff- und Mergelsteine dar, da diese ein hohes Veränderungspotenzial aufweisen. Das Veränderungspotenzial hängt von einer Vielzahl von Parametern ab, wie z.B. der Druckfestigkeit, dem Porenvolumen, der Quellfähigkeit, der Kornverteilung und der Kornbindung. Aufgrund einer sehr geringen bzw. fehlenden mineralischen Bindung neigen diese Gesteine infolge mechanischer Beanspruchungen und/oder bei Wasserkontakt zur Auflösung des Gefügeverbandes. Die ursprünglich nach felsmechanischen Eigenschaften beprobten und beurteilten Festgesteine zerfallen in ihre Ursprungskörnungen oder zumindest teilweise in klebrige Agglomerate, die als Lockergestein bodenmechanisch zu beurteilen sind.

Ein in der Planung als Festgestein angesprochener und beprobter Tonstein kann durch verfahrenstechnisch bedingte Prozesse, zu einem weichen, klebrigen, ausgeprägt plastischen Ton verändert werden. In

der Bauausführung kommt es zu den erwähnten Vortriebserschwernissen. Die Veränderungsprozesse sind bekannt; allein eine genaue qualitative Bewertung der Folgen für den Vortrieb aufgrund der Vielzahl an Einflussfaktoren ist bislang nur schwer möglich.

Die gängigen Normenwerke zur Charakterisierung des Festgesteins sehen zwar eine grobe Einteilung der Gesteine in Veränderlichkeitsklassen vor, die Eigenschaften des veränderten Gesteins werden jedoch nicht behandelt. Für den Einsatz von Erddruck- und Hydroschilden bei veränderlich festen Gesteinen ist eine weiterführende Charakterisierung des Baugrundes unter Berücksichtigung von maschinen- und verfahrenstechnischen Aspekten anzustreben.

### 3 Labortechnische Untersuchungen zur Charakterisierung des Baugrundes

Die EN-Normen unterscheiden für die Charakterisierung des Baugrundes zwischen Festgestein (EN ISO 14689-1) und Lockergestein (EN ISO 14688-1 und EN ISO 14688-2). In Abhängigkeit der Gesteinsart werden unterschiedliche geotechnische Laborversuche durchgeführt. Dies ist zum einen dadurch bedingt, dass je nach Gebirgsart unterschiedliche „Schlüsselparameter“ zur Beschreibung der Gebirgscharakteristika von Interesse sind, zum anderen, dass bestimmte Versuche nur bei entsprechenden Probekörpern durchgeführt werden können. Ein weiterer Faktor für die Festlegung der geotechnischen Laborversuche stellt das Erkundungsziel in Abhängigkeit vom geplanten Eingriff dar.

#### 2.4 Changeable solid Rocks

Changeable solid rocks such as e.g. clay, silt and marl rocks possess a special significance when considering the effects of interactive mechanisms, as they have a high potential for change. The potential for change depends on a large number of parameters, such as e.g. the compressive strength, the pore volume, the swelling capacity, the grain distribution and the grain bond. On account of an extremely low or non-existent mineral bond the structure of these rocks tends to disintegrate as a result of mechanical strains and/or contact with water. Solid rocks, which originally were sampled and assessed in accordance with rock mechanical characteristics, are reduced to their original granulations or at least in part to sticky conglomerates, which are to be assessed as soft ground in terms of rock mechanics.

A clay rock addressed and tested as a solid rock at the planning stage can be transformed into a soft, sticky, thoroughly plastic clay as a result of processes based on technical procedures. During the execution of construction the aforementioned difficulties in driving ensue. The processes of change are known; however a precise qualitative assessment of the consequences for driving based on a large number of factors of influence has so far provide to be rather difficult.

Although the conventional codes of standards for characterising solid rock foresee a rough distribution of the rocks into variability classes, the properties of the changed rock have still not been dealt with. For the application of earth pressure balance and hydro shields given changing solid rocks it is essential to arrive at a more far-

reaching characterisation of the ground taking mechanical and process-technical aspects into consideration.

### 3 Laboratory technical Examinations to characterise the Ground

The EN norms distinguish between solid rock (EN ISO 14689-1) and soft ground (EN ISO 14688-1 and EN ISO 14688-2) for characterising the ground. Depending on the ground type various geotechnical lab tests are carried out. This is on the one hand because different “key parameters” to describe the rock characteristics are of interest and on the other that certain tests can only be executed given corresponding samples. A further factor for determining the geotechnical lab tests is represented by the aim of the investigation depending on the planned intervention.

The following rock properties are of interest for performance and wear prognoses for TBM drives:

- rock strength
- rock abrasivity
- changeability/potential for change
- adhesiveness

#### 3.1 Rock strength

The rock strength is established by means of uni-axial pressure tests. Furthermore in keeping with the project in hand Brazilian tests, point load tests and tri-axial pressure tests are undertaken. Additionally in conjunction with fine grained soft grounds it must be observed that the strength greatly depends on the consistency and varies with the water content.

#### 3.2 Rock abrasivity

The rock abrasivity as the means to estimate the wear is usually



Für Leistungs- und Verschleißprognosen bei TVM-Vortrieben sind vor allem die folgenden Gesteinseigenschaften von Interesse:

- Gesteinsfestigkeit
- Gesteinsabrasivität
- Veränderlichkeit/Veränderungspotenzial
- Klebrigkeit.

### 3.1 Gesteinsfestigkeit

Die Gesteinsfestigkeit wird mit einaxialen Druckversuchen bestimmt. Ergänzend werden projektabhängig auch Spaltzugversuche, Punktlastversuche und Triaxiale Druckversuche durchgeführt. Bei feinkörnigen Lockergesteinen ist zudem zu beachten, dass die Festigkeit stark von der Konsistenz abhängt und sich mit dem Wassergehalt ändert.

### 3.2 Gesteinsabrasivität

Die Gesteinsabrasivität als Maß zur Abschätzung des Verschleißes wird bei Festgesteinen meist mit dem Cerchar-Abrasivitäts-Versuch, bei Lockergesteinen mit dem LCPC-Versuch bestimmt [4]. Die Bestimmung des äquivalenten Quarzgehaltes kann als weiteres Maß zur Abschätzung des Verschleißes herangezogen werden.

### 3.3 Veränderlichkeit/Veränderungspotenzial

Zur Beurteilung der Veränderlichkeit des Gesteins sehen die Europäische Norm EN ISO 14689-1, als auch darauf aufbauende nationale Regelwerke (z.B. DIN EN ISO 14689-1, ÖNORM B4400-2), Wasserlagerungsversuche vor.

M. Nickmann führt schon 2005 in der Veröffentlichung „Untersuchungen zur Klassifizierung veränderlich fester

Gesteine unter ingenieurgeologischen Aspekten“ [1] Probleme bei der Durchführung und Auswertung der Wasserlagerungsversuche an und kommt zur Schlussfolgerung: „Insgesamt zeigt sich, dass der Wasserlagerungsversuch nicht geeignet ist, das Verhalten veränderlich fester Gesteine ausreichend zu erfassen und zu klassifizieren.“ Bei Siebtrommelversuchen und Slake durability tests werden der technisch relativ hohe Aufwand und v.a. die Versuchsdurchführung mit getrocknetem Material, welches nicht den „in situ“ Bedingungen entspricht, negativ angemerkt. Die in der o.a. Veröffentlichung vorgestellte Modifizierung des Wasserlagerungsversuchs, auf Basis eines dreifachen Trocknungs-Befeuchtungswechsels, stellt eine deutliche Verbesserung für die Klassifizierung von veränderlich festen Gesteinen dar. Die Beanspruchung durch die 3 Wechsel reicht aber meist nicht aus um die Beanspruchungen, welche bei einem TVM-Vortrieb durch Abbau-, Zerlegungs- und Konditionierungsprozesse auf das Gestein wirken, abdecken zu können.

### 3.4 Klebrigkeit

Die Klebrigkeit wird in den Normen nicht explizit behandelt. Teilweise finden sich in Werkvertragsnormen Ansätze zu dieser Thematik, über visuelle Beurteilungen und pauschale Aussagen gehen diese jedoch nicht hinaus. In der ÖNORM B2205 „Erdarbeiten – Werkvertragsnorm“ findet sich zur Klebrigkeit z.B. folgender Hinweis: „Klebrige Beschaffenheit ist dann gegeben, wenn sich der auf der Wurfschaufel oder auf dem Spaten befindliche

established with the Cerchar abrasivity test for solid rocks and with the LCPC test for soft grounds [4]. The determination of the equivalent quartz content can be taken as an additional means of estimating the wear.

### 3.3 Changeability/Potential of change

In order to assess the changeability of the rock the European Norm EN ISO 14689-1 as well as national standards based on it (e.g. DIN EN ISO 14689-1, ÖNORM B4400-2) foresee water storage tests.

Back in 2005 M. Nickmann examined problems in executing and evaluating water storage tests in the publication „Investigations to classify variable solid rocks under engineering-geological Aspects“ [1]. He arrives at the conclusion: „All in all it is shown that the water storage test is not suitable to adequately collate and classify the behaviour of variable solid rocks“. In the case of drum screening tests and Slake durability tests the relatively high technical outlay and above all the execution of the tests with dried material, which fails to correspond to the „in situ“ conditions are negatively rated. The modification presented in

the above-mentioned publication relating to the water storage test based on a threefold drying-wetting changeover, represents a substantial improvement for classifying variable solid rocks. The strain resulting from the 3 changes however usually does not suffice to cover the strains, which result during a TBM drive through extraction, splitting and conditioning processes.

### 3.4 Adhesiveness

Adhesiveness is not explicitly dealt with in the norms. Approaches on this topic are partially to be found in works contract norms although they do not go beyond visual appraisals and general statements. In the ÖNORM B2205 „Earthworks – Works Contract Norm“ adhesiveness is defined e.g. as follows: „An adhesive consistency prevails when the soil on the shovel or spade can only be removed from the tool with the aid of a further appliance (scraper or the like)“.

When being used in practice the evaluation diagram according to Thewes (1999) [2] is often applied to assess the clogging potential of soils. By means of the initial parameters (consistency number  $I_c$  and plasticity number  $I_p$ ) the investigated soil can be allo-

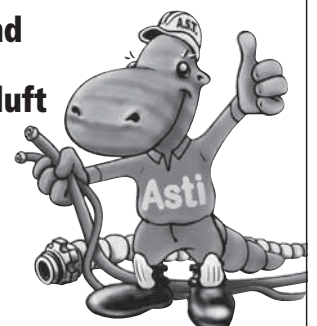
## A.S.T. Bochum

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



Boden vom Gerät nur mit Hilfe eines weiteren Gerätes (Spachtel oder dergleichen) ablösen lässt.“

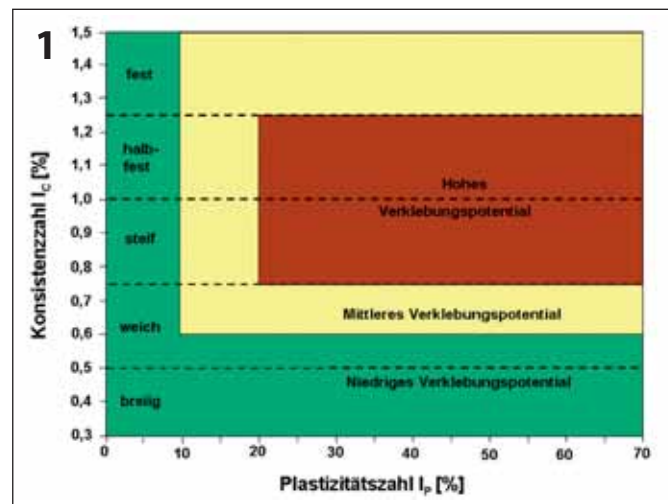
In der praktischen Anwendung wird zur Beurteilung des Verklebungspotenzials von Böden vielfach das Bewertungsdiagramm nach Thewes (1999) [2] verwendet. Mit den Eingangsgrößen (Konsistenzzahl  $I_c$  und Plastizitätszahl  $I_p$ ) kann dem untersuchten Boden ein niedriges bis hohes Verklebungspotenzial zugeordnet werden (Bild 1).

Die Plastizitäts- und Konsistenzzahl lassen sich mit Hilfe des natürlichen Wassergehalts und der Zustandsgrenzen nach Atterberg (Ausrollgrenze und Fließgrenze) bestimmen. Die Bestimmung der Ausroll- und Fließgrenzen ist nur bei bindigen Lockergesteinen möglich. Eine direkte Beurteilung des Verklebungspotenzials von veränderlich festen Gesteinen an Kernproben ist somit nicht möglich. Als Voraussetzung muss der mit Festgesteinseigenschaften vorliegende Bohrkern aufbereitet und in seine sedimentäre Ursprungskörnung zurückgeführt werden. An den aufbereiteten Proben lassen sich die genormten bodenmechanischen Laborversuche zur Bestimmung der Kornverteilungskurven, sowie die Bestimmung des natürlichen Wassergehalts und der Zustandsgrenzen nach Atterberg durchführen.

Auch mit Hilfe des Verklebungspotenzialdiagramms nach Thewes lassen sich für TVM-Vortriebe nur grobe Abschätzungen zum Verklebungspotenzial des Baugrundes tätigen, da zum Einen die Kornverteilung des zerlegten Probenmaterials je nach Zerlegungsintensität streuen

kann. Zum Anderen für den Wassergehalt, als wesentlicher Parameter zur Ermittlung der Konsistenzzahl, nur ein möglichst repräsentativer Wert angesetzt werden kann. Beim Einsatz von Schildmaschinen wird der natürliche Wassergehalt des „in situ“ Gesteins durch Bergwasserzutritte (besonders auch bei Stillständen der TVM), die Zugabe von Konditionierungs-

mittel und Prozesswässern verändert und lässt sich nicht prognostizieren. Die Betriebsweise der TVM und der Anteil an quellfähigen Tonmineralien sind weitere Faktoren, die sich auf die Klebrigkeit des gelösten Materials auswirken.



Verklebungspotenzial in Abhängigkeit von Plastizität und Konsistenz für flüssigkeitsgestützte Schildvortriebe nach Thewes (1999) [3]

Clogging potential depending on plasticity and consistency for fluid-supported shield drives after Thewes (1999) [3]

mittel und Prozesswässern verändert und lässt sich nicht prognostizieren. Die Betriebsweise der TVM und der Anteil an quellfähigen Tonmineralien sind weitere Faktoren, die sich auf die Klebrigkeit des gelösten Materials auswirken.

#### 4 Strategiemodell zur maschinen- und verfahrenstechnischen Charakterisierung des Baugrundes vom Abbau bis zum Abwurf am Portal

##### 4.1 Allgemeines

Wie bereits angeführt, betrachten die normativen Regelungen zur Beschreibung des Baugrundes das Gebirge im „in situ“

represented a low to high adhesiveness potential (Fig. 1). The plasticity and consistency numbers can be ascertained with the help of the natural water content and the Atterberg limits (plastic limit and liquid limit). It is only possible to ascertain the liquid and plastic limits in the case of cohesive soft grounds. Thus it is impossible to assess the adhesiveness potential of variab-

representative value as possible can be applied for the water content as a significant parameter for determining the consistency number. During the application of shield machines the natural water content of the „in situ“ rock is altered through ingressing ground water (especially during TBM standstills), the addition of conditioning agents and process waters and cannot be prognosed. The method of operation of the TBM and the percentage of clay materials with the capacity to swell represent other factors, which influence the adhesiveness of the loosened material.

#### 4 Strategy Model for mechanical and process-technical Characterisation of the Ground from Excavation to Discharge at the Portal

##### 4.1 General

As already indicated the normative regulations for describing the ground in „in situ“ state consider this regardless of the planned TBM deployment. The determining of changes in the rock properties as a result of strains during the individual working stages of a TBM is not regulated and up till now can only be roughly estimated. This circumstance is evident particularly in the case of changing solid rocks. The following strategy model is presented for appraising possible effects in a better manner.

##### 4.2 Basis of the Strategy Model

The conditions actually prevailing during the drive cannot be precisely reproduced technically in tests. The given model is an attempt to supply additional information for project-specific estimation of the effects of the changed excavated material.

le solid rocks on samples. As a prerequisite the core sample embodying the solid rock properties must be prepared and reduced to its sedimentary original granulation. The standardised soil-mechanical lab tests to ascertain the grain distribution curves as well as to determine the natural water content and the Atterberg limits can be carried out on the prepared samples.

The clogging diagram according to Thewes only allows coarse estimates of the clogging potential of the subsoil for TBM drives, as first of all the grain distribution of the fragmented sample material can spread depending on the intensity of fragmentation. Secondly only a

Zustand, unabhängig vom geplanten TVM-Eingriff. Die Ermittlung von Veränderungen der Gesteinseigenschaften durch Beanspruchungen während der einzelnen Arbeitsschritte einer TVM ist nicht geregelt und diese können bis dato nur grob eingeschätzt werden. Dieser Umstand macht sich besonders bei den veränderlich festen Gesteinen bemerkbar. Für eine bessere Abschätzung möglicher Auswirkungen wird das folgende Strategiemodell vorgestellt.

#### 4.2 Grundlage des Strategiemodells

Die tatsächlich beim Vortrieb herrschenden Verhältnisse können versuchstechnisch nicht exakt abgebildet werden. Das gegenständliche Modell ist ein Versuch, zusätzliche Informationen zur projektspezifischen Abschätzung der Auswirkungen des veränderten Ausbruchmaterials zu liefern.

Durch eine schrittweise Vorgehensweise werden Gebirgsarten, Betriebsweisen (v.a. Vortriebsmodi) und Prozesse im Ablauf der TVM extrahiert, bei welchen deutliche Veränderungen des Ausbruchmaterials stattfinden. In weiterer Folge werden Untersuchungen an Gesteinsproben, in jeweils unterschiedlichen Zustandsformen durchgeführt. Frei definierte Probenvorbehandlungen erlauben, unter Einbeziehung von normierten Laboruntersuchungen, die Auswirkungen der verfahrenstechnisch herbeigeführten Zustandsänderungen des Gesteins zu beschreiben und liefern zusätzliche Informationen zur Abschätzung der Eigenschaften des Ausbruchmaterials in den jeweiligen Teilprozessen der TVM.

#### 4.3 Aufbau des Strategiemodells

Auf Basis der geologischen, hydrogeologischen und geotechnischen Baugrundmodelle sind die für die Untersuchung relevanten Gebirgsarten auszuwählen sowie die entsprechend prognostizierten Bergwasserzutritte zugrunde zu legen.

Projektspezifisch ist ein Untersuchungsumfang festzulegen, welcher von der Betrachtung einzelner relevanter Teilprozesse (z.B. geschlossener Modus einer EPB-Schildmaschine) eines Bereichs für eine bestimmte Gebirgsart bis hin zu zahlreichen Kombinationen von Gebirgsarten und Teilprozessen reichen kann. Bei einer entsprechenden Datenmenge sind Sensitivitätsanalysen betreffend der Veränderungsprozesse in Abhängigkeit von Zeit, Gebirgsart, mechanischen Beanspruchungen, der zugegebenen Wassermenge, der Art und Menge von Konditionierungsmitteln und weiterer Parameter möglich.

Für jeden Teilprozess sind folgende Schritte durchzuführen:

- 1) Abschätzung der möglichen Beanspruchungen und Randbedingungen für den festgelegten Bereich und Teilprozess.
- 2) Vorbehandlung (Zerkleinerung, Wasser- und Konditionierungsmittelzugabe, Durchmischung) des Probenmaterials mit möglichst einfachen Mitteln zur Simulation der Beanspruchungen und Randbedingungen.
- 3) Für den jeweiligen Bereich der TVM sind die verfahrenstechnisch maßgeblichen Eigenschaften des Ausbruchmaterials wie z.B.

Through a gradual approach ground types, means of operation (above all operating modes) and processes relating to the application of the TBM are extracted, during which obvious changes of the excavated material take place. Subsequently rock samples are examined, in different forms in each case. Freely defined pretreatments of the samples enable the effects of the alterations to the state of the rock brought about by process technology under the inclusion of normed lab conditions and supply additional information to estimate the properties of the excavated material in the various part-processes of the TBM.

#### 4.3 Set-Up of the Strategy Model

Based on the geological, hydrogeological and geotechnical ground model the relevant ground types for the examination have to be selected as well as establishing the corresponding prognosed ground water ingresses.




A frame for the examination must be established for the project, which can range from appraising individual relevant part-processes (e.g. closed mode of an EPB shield machine) of a sector for a certain ground type right up to numerous combinations of types of rock and part-processes. Given a corresponding amount of data sensitivity analyses relating to the processes of change



Innovativer – Kompetenter – Zuverlässiger

## Gemeinsam stärker im Tunnelbau

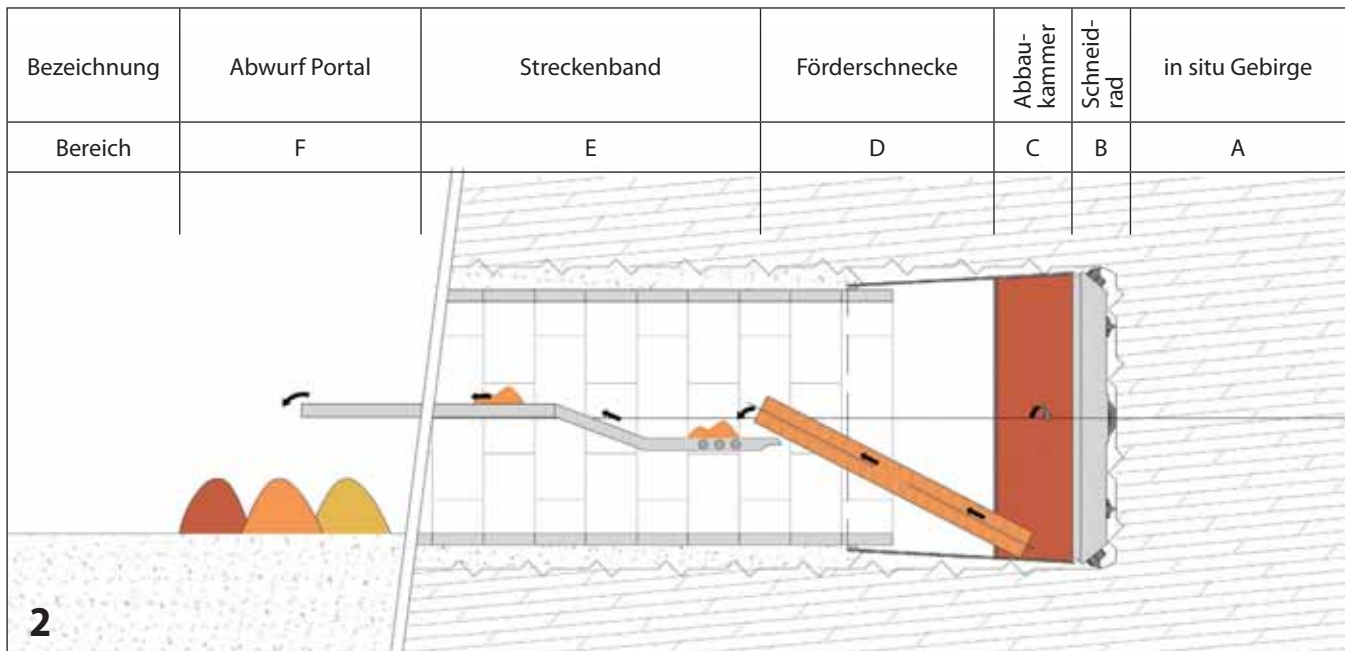
Schläuche · Armaturen · Zubehör für:  
hoses · fittings · equipment for:

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



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

 **TechnoBochum**



Relevante Bereiche im Abbau- und Förderprozess

Relevant sectors in the excavation and conveying process

Konsistenz, sowie die entsprechenden Parameter (z.B. Wassergehalt), zu erheben.

4) Durchführung der standardgemäßen Laborversuche wie z.B. einaxialer Druckversuch inklusive der normativen Probenaufbereitung (z.B. zylindrischer Probekörper aus Bohrkern) zur Ermittlung der Parameter des vorbehandelten Probenmaterials.

Die einzelnen Schritte sind so zu gestalten und zu dokumentieren, dass die Vorbehandlung der Proben jederzeit exakt reproduziert werden kann.

#### 4.4 Umsetzung des Strategiemodells am Beispiel eines EPB-Schildvortriebes

Das Strategiemodell wird beispielhaft an einem EPB-Schildvortrieb dargelegt. Die TVM wird gemäß Bild 2 in 6 Bereiche unterteilt.

Nachfolgend wird nur der geschlossene Modus betrachtet, da hier infolge der Verbreitung des gelösten Gesteins

unter Bergwasserzutritten und der Zugabe von Konditionierungsmitteln, die maßgeblichen Beanspruchungen erwartet werden. Die abgegrenzten Teilprozesse A bis F werden in der Folge betrachtet.

#### Bereich A – „in situ“ Gebirge

Als „in situ“ Gebirge wird jenes Gebirge betrachtet, welches sich außerhalb des Einflussbereiches des Vortriebes befindet. Dies betrifft sowohl Einflüsse aus der Spannungumlagerung, der Bergwassersituation und der Eindringtiefe von Medien der Ortsbruststützung. Entsprechend endet das „in situ“ Gebirge vielfach bereits vor der Ortsbrust.

**Systembedingte Beanspruchungen:** keine.

**Probenvorbehandlung:** Kernproben aus der Tiefenlage des Tunnelquerschnittes bilden das Ausgangsmaterial. Für den Bereich A (Tab. 1) wird keine Vorbehandlung durchgeführt.

depending on time, ground type, mechanical strains, the added amount of water, the type and quantity of conditioning agents and further parameters are possible.

The following steps should be undertaken for each part-process:

- 1) Estimating the possible strains and marginal conditions for the determined sector and part-process.
- 2) Pretreatment (crushing, adding water and conditioning agents, thorough mixing) of the sample material with the simplest means possible to simulate the strains and marginal conditions.
- 3) The process-technical determining properties of the excavated material such as consistency as well as the corresponding parameters (e.g. water content) must be collated.
- 4) Execution of the standardised lab tests such as uniaxial pressure test including the normative sample pre-

paration (e.g. cylindrical samples from a drill core) to ascertain the parameters of the pretreated sample material.

The individual steps are to be executed and documented in such a fashion that the pretreatment of the samples can be exactly reproduced at any time.

#### 4.4 Applying the Strategy Model taking the Example of an EPB Shield Drive

The strategy model is applied exemplarily on an EPB shield drive. The TBM is split up into 6 sectors according to Fig. 2.

Only the closed mode is lent consideration in the following, as the hardest strains can be expected here on account of the loosened rock turning into paste as a result of ingressing ground water and the addition of conditioning agents. The demarcated part-processes A to F will be examined in the following.

# DIE MISCHUNG MACHT'S – MODIFIZIERTER SPRITZBETON IM TUNNELBAU



Österreichische Gesellschaft  
für Geomechanik

13. – 14. OKTOBER 2011  
SALZBURG, ÖSTERREICH  
Besuchen Sie uns im  
1. Obergeschoß, Stand 28

**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.

**Bereich B – Schneidrad**  
Systembedingte Beanspruchungen: Mit dem Eingriff der TVM in den Baugrund findet ein erster Zerlegungsprozess durch das Schneidrad bzw. durch die eingesetzten Abbauprodukte statt. Der Werkzeugbesatz ist auf die Projektbedingungen abgestimmt und bestimmt maßgeblich den Grad der Zerlegung.

**Probenvorbehandlung:** Zerlegung der Kernprobe in die Form des erwarteten Ausbruchmaterials, z.B. in Chip-Bruchstücke mit definierter Größe. Auffälligkeiten wie z.B. Bruchverhalten, anfallender Feinkornanteil etc. sind genau zu dokumentieren.

Maßgebliche Materialeigenschaften und Versuchsprogramm sind in Tabelle 2 aufgeführt.

**Bereich C – Abbaukammer**  
**Systembedingte Beanspruchungen:** Mithilfe von Statoren, Rotoren und der Drehbewegung des Schneidrades findet eine mechanische Zerlegung und Homogenisierung des Abbaumaterials (Erdbreis) statt. Durch Bergwasserzutritte, als auch durch die gesteuerte Zugabe von Konditionierungsmitteln tritt eine weitere Plastifizierung des Abbaumaterials ein.

**Probenvorbehandlung:** Die aus den Kernproben gewonnenen Chip-Bruchstücke (siehe Pro-

**Sector A – “in situ” Rock**

“In situ” rock is defined as the rock, which is located outside the drive’s sphere of influence. This applies to both influences of stress redistribution, the ground water situation and the penetration depth of the means of supporting the face. As a result the “in situ” rock in many cases ends before the face.

**System-related Strains:** none.

**Sector B – Cutting Wheel**

System-related strains: an initial cutting process with the cutting wheel or rather with the applied extraction tools takes place when the TBM is introduced into the ground. The set of tools is geared to the project

conditions and largely governs the extent of fragmentation.

**Sample pretreatment:** fragmenting the core sample in the form of the expected excavated material, e.g. as chip fragments with a defined size. Abnormalities such as e.g. fracture behaviour, prevailing fine grain percentage etc. must be exactly documented.

**Sector C – Extraction Chamber**

System-related strains: mechanised fragmentation and homogenisation of the excavated material (earth paste) takes place with the aid of stators, rotors and the cutting wheel’s rotary movement. Further plastification of the excavated material

Materialeigenschaften	Versuchsprogramm
Lösbarkeit / Abbaubarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• einaxialer Druckversuch (DIN 18136)</li> <li>• einaxialer Zugversuch</li> <li>• Punktlastversuch (DIN EN 10002)</li> <li>• Triaxialversuch (DIN 18137)</li> </ul>
Abrasivität	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verschleißklassifizierung nach Cerchar (AFNOR NF P 94-430-2)</li> <li>• mineralogische Untersuchungen zum äquivalenten Quarzgehalt und zur Kornform</li> <li>• Bestimmung des Rock Abrasivity Index (RAI)</li> </ul>
Verkleben	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tonmineralogische Untersuchungen</li> <li>• Quelldruckversuch</li> </ul>
Veränderlichkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wasserlagerungsversuche (DIN 4022-1 bzw. DIN EN ISO 14689-1, ÖNORM B4400-2)</li> <li>• Slake Durability Versuch (ASTM D 4644-87 bzw. Empfehlung Nr. 20 des Arbeitskreises 3.3 „Versuchstechnik Fels“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V.)</li> </ul>

Tabelle 1: Maßgebliche Materialeigenschaften und Laborversuche – Bereich A

Material properties	Test programme
Solubility/ Workability	<ul style="list-style-type: none"> <li>• uni-axial pressure test (DIN 18136)</li> <li>• uni-axial tensile test</li> <li>• point load test (DIN EN 10002)</li> <li>• tri-axial test (DIN 18137)</li> </ul>
Abrasivity	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wear classification after Cerchar (AFNOR NF P 94-430-2)</li> <li>• mineralogical examinations on equivalent quartz content and grain form</li> <li>• determining the Rock Abrasivity Index (RAI)</li> </ul>
Clogging	<ul style="list-style-type: none"> <li>• clay-mineralogical examinations</li> <li>• swelling pressure test</li> </ul>
Variability	<ul style="list-style-type: none"> <li>• water storage tests (DIN 4022-1 bzw. DIN EN ISO 14689-1, ÖNORM B4400-2)</li> <li>• Slake Durability Test (ASTM D 4644-87 and Recommendation No. 20 of the Working Group 3.3 “Test Technology Rock” of the German Society for Geotechnical Engineering Inc.)</li> </ul>

Tabelle 1: Determining material properties and lab tests – Sector A

Materialeigenschaften	Versuchsprogramm
Verkleben	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wassergehalt (DIN 18121, ÖNORM B4413)</li> <li>• Zustandsgrenzen nach Atterberg (Fließgrenze wL, Ausrollgrenze WP) (DIN 18122, ÖNORM B4411) und Bestimmung der Konsistenz- und Plastizitätszahl (DIN EN ISO 14688-2) als Eingangsparameter für eine Bewertung des Verklebungspotenzials nach Thewes</li> </ul>
Verbreitbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Korngrößenverteilung (DIN 18123, ÖNORM B4412)</li> </ul>
Abrasivität	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verschleißklassifizierung durch LCPC-Versuche gem. AFNOR P 18-579</li> </ul>

Tabelle 2: Maßgebliche Materialeigenschaften und Laborversuche – Bereich C

Material properties	Test programme
Clogging	<ul style="list-style-type: none"> <li>• water content (DIN 18121, ÖNORM B4413)</li> <li>• Atterberg limits (liquid limit WL, plastic limit WP) (DIN 18122, ÖNORM B4411) and determining the consistency and plasticity number) as starting parameters for assessing the clogging potential according to Thewes</li> </ul>
Transforming to paste	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grain size distribution (DIN 18123, ÖNORM B4412)</li> </ul>
Abrasivity	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wear classification through LCPC tests according to AFNOR P 18-579</li> </ul>

Tabelle 2: Determining material properties and lab tests – Sector C

# Den Fortschritt erleben.

## Die Radlader L 566 T von Liebherr.

- Bedarfsoptimierte Schutzausstattung speziell für Tunnelleinsätze
- Minimale Betriebskosten aufgrund von niedrigem Kraftstoffverbrauch, geringer Reifen- und Bremsenverschleiß
- Hohe Kipplast durch einzigartige Motoreinbaulage
- Deutlich weniger verschleißanfällige Bauteile durch innovatives Antriebskonzept
- Optimale Servicezugänglichkeit zu allen wichtigen Komponenten



Liebherr-Hydraulikbagger GmbH  
D-88457 Kirchdorf  
Tel.: (0 73 54) 80-0  
E-Mail: [info.lhb@liebherr.com](mailto:info.lhb@liebherr.com)  
[www.liebherr.com](http://www.liebherr.com)

**LIEBHERR**  
Die Firmengruppe

benbehandlung B) bilden das Ausgangsmaterial. Im Verhältnis zur Probenmenge sind Wasserzugaben entsprechend den prognostizierten Bergwasserzutritten und der bewussten Wasserzufuhr im Vortriebsprozess und weiterhin Konditionierungsmittelzugaben anzusetzen. Die Erdbreihomogenisierung und -plastifizierung kann z.B. in einem Zwangsmischer simuliert werden, wobei der Grad der Durchmischung durch Zeitdauer und Umdrehungen/Minute, etc. zu dokumentieren sind.

**Bereich D – Förderschnecke**  
**Systembedingte Beanspruchungen:** Eine weitergehende mechanische Beanspruchung des abgebauten Materials erfolgt durch die Förderschnecke. Der Erdbrei wird für die notwendige Pfropfenbildung beim geschlossenen Modus zum Aufbau eines Druckniveaus am Verschlussorgan der Schnecke gestaut und kompaktiert; Porenwasser wird teilweise ausgepresst.

**Probenvorbereitung:** Das Ausgangsmaterial bildet der Erdbrei (siehe Probenbehandlung C). Das Auspressen des Prozesswassers aus dem Erdbrei kann z.B. mit Hilfe einer Filterpresse unter einem definierten Druckniveau simuliert werden.

**Bereich E – Streckenband**  
**Systembedingte Beanspruchungen:** Auf dem Streckenband wird keine zusätzliche Beanspruchung erwartet.



Probenmaterial der Bereiche A, B und C  
 Sample material from Sectors A, B and C

**Probenvorbereitung:** keine; Probenmaterial entspricht der Probenvorbereitung D.

**Maßgebliche Materialeigenschaften und Versuchsprogramm:** siehe Tabelle 3.

**Bereich F – Streckenband und Abwurf am Portal**  
**Systembedingte Beanspruchungen:** Beim Abwurf am Portal erfolgen noch einmal eine mechanische Beanspruchung sowie eine gewisse Materialsortierung entlang des Schüttkegels. Letztere wird allerdings beim Ladevorgang für die weitere Verwendung des Ausbruchmaterials weitestgehend wieder egalisiert.

Materialeigenschaften	Versuchsprogramm
Konsistenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wassergehalt (DIN 18121, ÖNORM B4413)</li> <li>Zustandsgrenzen nach Atterberg (siehe Tabelle 2)</li> </ul>
Abrasivität	<ul style="list-style-type: none"> <li>Siehe Versuchsergebnisse von Bereich C</li> </ul>

Tabelle 3: Maßgebliche Materialeigenschaften und Laborversuche – Bereich D

occurs through ingressing underground water as well as the controlled addition of conditioning agents.

**Sample pretreatment:** the chip fragments won from the core samples (please see sample treatment B) form the starting material. Water has to be added in keeping with the prognosed ingressing ground water geared to the sample quantity and the targeted addition of water during the driving process and the continuing addition of conditioning agents. The homogenisation and plastification of earth paste can e.g. be simulated in a paddle mixer, with the degree of mixing being documented by the duration and rpm etc.

**Sector D – Screw Conveyor**  
**System-related strains:** the screw conveyor causes a further mechanical strain on the excavated material. The earth paste is

dammed up and compacted for the necessary forming of a plug given the closed mode to establish a pressure level at the screw conveyor's closure device; pore water is partially pressed out.

**Sample pretreatment:** the starting material forms the earth paste (please see sample treatment C). The process water can e.g. be pressed out of the earth paste e.g. with the help of a filter press set at a defined pressure level.

**Sector E – Belt Conveyor**  
 System-related strains: no additional strain is anticipated on the belt conveyor.

**Sample pretreatment:** none: sample material corresponds to sample pretreatment D.

**Determining material properties and test programme:** please see Table 3.

**Sector F – Belt Conveyor and Discharge at the Portal**  
**System-related strains:** once more a mechanical strain as well as a certain sorting process concerning the banked material occurs during discharge at the portal. However the latter is largely remedied during the loading process for further using the excavated material.

**Sample pretreatment:** none: sample material corresponds to the sample pretreatment D.

**Determining material properties and test programme:** please see Table 3.

As assistance for estimating a possible further application of the excavated material (e.g. reutilisation for fills) examinations



**Probenvorbereitung:** keine; Probenmaterial entspricht der Probenvorbereitung D.

**Maßgebliche Materialeigenschaften und Versuchsprogramm:** siehe Tabelle 3.

Als Hilfestellung zur Abschätzung einer möglichen weiteren Verwendung des Ausbruchmaterials (z.B. Wiedereinbau in Schüttungen) können auf Basis des vorbehandelten Probenmaterials Untersuchungen und Laborversuche wie z.B. Bestimmung des Wassergehalts, Proctorversuche, Scher- und Kompressionsversuche durchgeführt werden. Auch liefern die Versuchsauswertungen Indizien für die Effektivität von etwaigen Stabilisierungsmaßnahmen (z. B. mit Branntkalk) (Bild 3).


## 5 Erzielbare Ergebnisse

Mit dem beschriebenen Strategiemodell sind nachfolgende Ergebnisse erzielbar und sowohl in der Auswahl und Ausschreibung des Vortriebskonzeptes, bei der Bauausführung und der Materialbewirtschaftung und -verwertung auch umsetzbar:

- Identifikation und Minimierung möglicher Baugrund- und Verfahrensrisiken [6]
- Klärung der Sphärenzuordnung in der Risikotragung
- Herleitung der bestgeeigneten Vortriebsmodi

- Spezifizierung und Optimierung des einzusetzenden Vortriebs- und Schutterystems
- Regelung für Erschwernisse und Abrechnung
- Optimierung der Materialbewirtschaftung und Materialverwertung im Zusammenwirken mit der Genese während des Abbau- und Förderprozesses
- Objektivierung des komplexen Zusammenwirkens zwischen Gebirge, Bergwasser und Vortrieb.

## 6 Ausblick

Da das gegenständlich beschriebene Strategiemodell teilweise auf Annahmen der Eingangsdaten basiert, sind diese durch Proben aus den einzelnen Teilbereichen/-prozessen der TVM und verfahrenstechnischen Daten (z.B. Zugabemenge von Konditionierungsmitteln) während des Vortriebs zu verifizieren. Durch die beschriebene systematische Vorgangsweise im Strategiemodell sowie die Gegenüberstellung und Analyse der praktischen Erfahrungen wird für zukünftige Projekte eine Grundlage geschaffen, welche eine verbesserte Einschätzung der Auswirkungen des TVM-Vortriebs auf das Ausbruchmaterial ermöglicht und somit einen hilfreichen Beitrag zur Planung von TVM-Vortrieben in veränderlich festen Gesteinen liefern kann. 

Material properties	Test programme
Consistency	<ul style="list-style-type: none"> <li>• water content (DIN 18121, ÖNORM B4413)</li> <li>• Attenberg limits (please see Table 2)</li> </ul>
Abrasivity	<ul style="list-style-type: none"> <li>• see test results from Sector C</li> </ul>

Table 3:  
Determining test results and lab tests – Sector D

and lab tests such as determining the water content, Proctor tests, shear and compression tests can be undertaken on the basis of the pre-treated sample material. These test evaluations also provide indications for the effectiveness of possible stabilisation measures (e.g. with burnt lime) (Fig. 3).

## 5 Attainable Results


The following results are attainable with the described strategy model and applicable both in the choice and invitation to bid for the driving concept, during the execution of construction and the material management and processing:

- Identification and minimising possible risks relating to the ground and methods [6]
- Clarification of the allocation of competences when bearing risks
- Devising the best possible driving modes
- Specification and optimising the applicable driving and mucking system
- Catering for added difficulties and accounting
- Optimisation of material management and material processing in conjunction with

the genesis during the excavation and conveying process

- Objectivising the complex interaction between ground, groundwater and driving.

## 6 Outlook

As the present strategy model that has been described is based in part on assumptions of the input data, these have to be verified by samples from the individual parts/processes of the TBM and process-technical data (e.g. the amount of conditioning agents added) during driving. Through the described systematic approach applied in the strategy model as well as the comparison and analysis of practical experiences the basis has been created for future projects, which can enable an improved estimation of the effects of TBM driving on the excavated material thus supplying a helpful contribution to planning TBM drives in variable solid rocks. 

### Literatur

- [1] Nickmann, M. Spaun, G.; Thuro, K.: Untersuchungen zur Klassifizierung veränderlich fester Gesteine unter ingenieurgeologischen Aspekten. Erlangen: 15. Tagung Ingenieurgeologie, 2005.
- [2] Thewes, M.: Adhäsion von Tonböden beim Tunnelvortrieb mit Flüssigkeitsschilden. Bauingenieurwesen 21, 1999.
- [3] Köppl, F.; Frenzel, C.; Thuro, K.: Statische Modellierung von Gesteinsparameter für die Leistungs- und Verschleißprognose bei TBM Vortrieben, 17. Tagung für Ingenieurgeologie, Zittau 2009.
- [4] Thuro, K.; Käsling, H.: Klassifikation der Abrasivität von Boden und Fels, Geomechanics and Tunnelling 2, Berlin 2009, Ernst& Sohn Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co. KG.
- [5] Handke, D.; Nolden, M.; Mussger, K.; Steidl, A.: Lösungsansätze für Planung und Bauausführung des Bauloses KAT3 des Koralmtunnels. Geomechanics and Tunnelling 2, Berlin 2010, Ernst& Sohn Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co. KG.
- [6] Handke, D.; Maidl, B.: Bauverfahrenstechnische Prozessabhängigkeiten als Steuerungselemente zur Risikominimierung bei der Realisierung von Schildprojekten – Vorstellung einer Risikostrategie auf der Basis baupraktischer Erfahrungen. Tunnelbautaschenbuch 2006, S. 189-220. Essen: Glückauf, 2005.

## Risikominimierung durch komplexes Grundwassermanagement-System bei der „Noord Zuidlijn Amsterdam“

Die historische Innenstadt Amsterdams soll mit der neuen 9,7 km langen Metro Noord/Zuidlijn an die nördlichen und südlichen Stadtteile angebunden werden. Der folgende Beitrag betrachtet das komplexe Grundwassermanagement dieses Projekts.

### Projekt Noord Zuidlijn

Amsterdam baut eine neue Metro-Linie, die „Noord/Zuidlijn“ (Nord/Süd-Linie). Das Herz von Amsterdam, die historische Innenstadt, soll mit dieser Verbindung direkt an die nördlichen und südlichen Stadtteile angebunden werden. Mit einer

**Henrik Koers, Ulrich Kropp, Tim Röder;** Hölscher Wasserbau GmbH, Haren/D  
info@hoelscher-wasserbau.de

Gesamtlänge von 9,7 km verläuft die Metro, von Norden aus gesehen, über die Stationen Buikslotermeerplein, Johan van Hasseltweg, Centraal Station, Rokin, Vijzelgracht, Ceintuur-

## Minimising Risks through complex Groundwater Management for the Amsterdam North/South Line

Amsterdam's historic centre is to be linked to the northern and southern suburbs by means of the new 9.7 km long North/South Metro line. The following report examines the project's complex groundwater management.

North/South Line Project Amsterdam is engaged in building a new Metro line, the North/South Line (Noord/Zuidlijn). The core of Amsterdam, the historic downtown area, is to

be linked directly with the northern and southern suburbs by means of this connection. With an overall length of 9.7 km the Metro will run from the north via the stops Buikslotermeerplein, Johan van Hasseltweg, Centraal Station, Rokin, Vijzelgracht, Ceintuurbaan and Europaplein to the

Längsschnitt Endzustand  
Longitudinal section final state



baan und Europaplein zur Station Zuid/WTC. In Bild 1 ist der Streckenverlauf dargestellt.

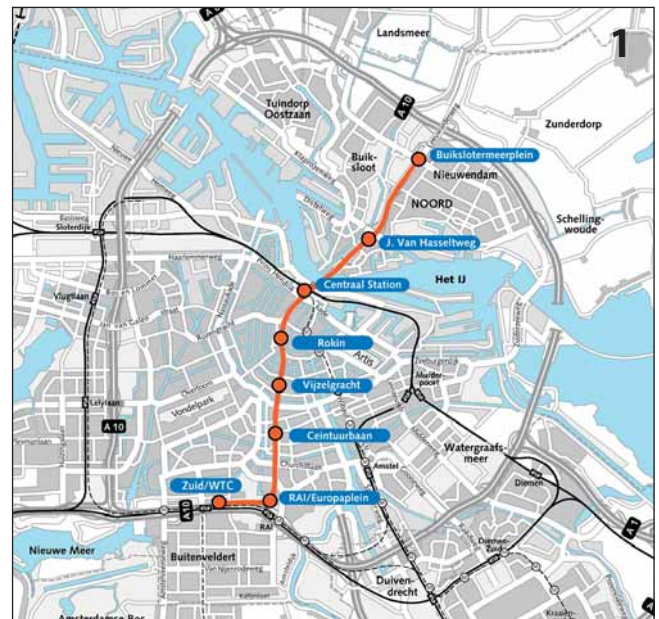
Die beiden nördlichen Stationen werden oberirdisch erstellt. Im weiteren Verlauf über eine Länge von 270 m. Bild 2 zeigt einen Längsschnitt der geplanten Metrostation. davon 3,8 km bergmännisch aufgeföhren, unter dem IJ, der Centraal Station sowie der Innenstadt bis zum Europaplein unterirdisch verlaufen. Die abschließende Station Zuid/WTC besteht bereits und bietet wie die Centraal Station Umsteigemöglichkeiten zu den bestehenden Amsterdamer Metros sowie Regional- und Fernverkehrszügen. Im April 2003 wurde mit der Ausführung begonnen. Die ersten Bahnen werden voraussichtlich im Jahre 2017 die Strecke passieren können.

### Station Vijzelgracht

An der Station Vijzelgracht ist die Hölischer Wasserbau GmbH mit dem Grundwassermanagement beauftragt. Vijzelgracht

zählt neben Rokin und Ceintuurbaan zu den tiefsten Stationen (ca. 30 m Aushubtiefe) der Strecke. Die ca. 18 m breite Metrostation erstreckt sich über eine Länge von 270 m. Bild 2 zeigt einen Längsschnitt der geplanten Metrostation.

Es ist eine Schlitzwandbox erstellt worden, deren Elemente bis in eine Tiefe von ca. 45 m abgeteufelt wurden. Die Schlitzwände sind wechselseitig mit einhergehender Umlegung des Verkehrs errichtet worden. Um den Straßenverkehr über die Bauzeit aufrecht erhalten zu können und die Umgebung nicht übermäßig zu beeinflussen, wurde die Deckelbauweise ausgewählt. Unter dem stetigen Aushub in der Baugrube wurden Aussteifungslagen sowie die planmäßige Zwischendecke eingebaut. Nach dem Aushub auf die finale Tiefe werden die Tunnelbohrmaschinen die Vijzelgracht passieren. Im Endzustand sollen in der Station auf



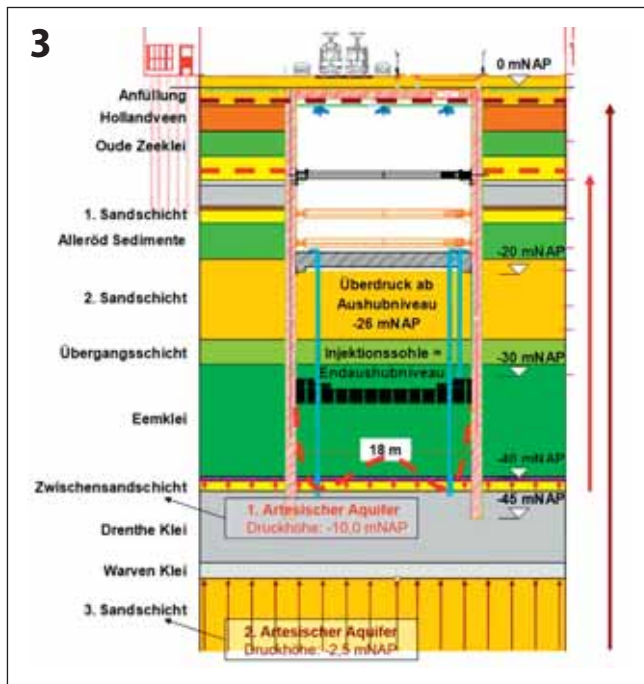
Streckenverlauf Noord-Zuidlijn  
North-South Route

Zuid/WTC Station. Fig. 1 shows the route alignment.

The 2 northern stations are to be constructed above ground. Then the line will run for a distance of 7.5 km underground, with 3.8 km driven by mining means, below the IJ, the Centraal Station

as well as the city centre until the Europaplein. The terminal Zuid/WTC Station already exists and like the Centraal Station affords opportunities to transfer to the existing Amsterdam Metro routes as well as regional and main-line trains. Work commenced in





Geologische und hydrogeologische Aspekte zum Bauwerk  
Geological and hydrogeological aspects of the structure

der untersten Ebene die Bahnen der Metro verkehren. Der Raum über der eigentlichen Metrohaltestelle soll teilweise eventuell als automatisierte Parkgarage genutzt werden.

### Geologie

Im Zentrum der Stadt Amsterdam im Bereich der Station bzw. Baugrube Vijzelgracht stehen maritim sedimentierte Lockergesteine in folgender Abfolge an:

- Oberflächenniveau ca. 1,0m NAP („Normaal Amsterdams Peil“, entspricht m ü. NN)
- bis zu einer Tiefe von -2,0m NAP Anfüllung
- bis -4,5m NAP Hollandveen
- bis -7,0m NAP Oude Zeeklei
- wechsellagige Meeressedimente bis -12,5m NAP
- bis -14,0m NAP 1. Sandschicht
- bis -17,5m NAP Alleröd-Sedimente
- bis -26,0m NAP die 2. Sandschicht

- bis -28,5m NAP Übergangsschicht
- dann die entscheidende Meeresablagerung als nahezu undurchlässige Schicht des sogenannten Eemk leis bis zur Basis von -40,0m NAP im Norden und
- -41,0m NAP im Süden der Baugrube.

Die unterliegende Zwischensandschicht mit einer Schichtdicke von nur 0,5 bis 1,5m stellt als gespannter und gering wasserführender Grundwasserleiter ein großes Gefährdungspotenzial für einen hydraulischen Grundbruch dar. Der Durchlässigkeitsbeiwert  $k_f$  liegt im Mittel bei  $10^{-5}$  bzw. in den Grenzbereichen zwischen  $2 \times 10^{-6}$  bis  $2 \times 10^{-5}$ . Bei der Zwischensandschicht handelt es sich geotechnisch um einen Feinstsand mit 15 bis 20% Schluffanteilen.

Darunter stehen die glazialen Drenthekleie und Warvenkleie in einer Gesamtmächtigkeit

April 2003. The first trains are scheduled to run over the new route in 2017.

### Station Vijzelgracht

Hölscher Wasserbau GmbH has been commissioned to undertake the groundwater management at Station Vijzelgracht. Along with Rokin and Ceintuurbaan, Vijzelgracht is numbered among the deepest stations (roughly 30m excavation depth) along the route. The approx. 18m wide Metro station is some 270m in length. Fig. 2 displays a longitudinal section of the planned Metro station.

A diaphragm wall box has been created down to a depth of about 45m. The diaphragm walls are set up in such a way as to cope with the changing flow of traffic. The cut and cover method was selected to ensure that road traffic could be kept running during the period of construction and avoid influencing the surroundings to an excessive degree. Reinforcing beams as well as the scheduled intermediate ceiling were installed as the pit was being excavated. Once the final depth is reached the tunnel boring machines will pass through the Vijzelgracht. In its final state the Metro trains will run at the lowest level of the station. The space above the actual Metro station will probably partially be used as an automated parking facility.

### Geology

Maritime sedimented soft ground in the following sequence is located at the station/excavation pit Vijzelgracht in the centre of Amsterdam:

- Surface level approx. 1.0m NAP (“Amsterdam Ordnance Datum” – corresponding to m ASL)

- Fill down to a depth of -2.0m NAP
- to -4.5m NAP Hollandveen
- to -7.0m NAP old marine clay
- alternating marine sediments till -12.5m NAP
- to -14.0m NAP 1st sand layer
- to -17.5m NAP Alleröd sediments
- to -26.0m NAP the 2<sup>nd</sup> sand layer
- to -28.5m NAP transition layer
- then the decisive marine deposit as a practically impermeable layer of so-called Eem clay down to the base of -40.0m NAP in the north and
- -41.0m in the south of the excavation.

The underlying intermediate layer of sand, which is only 0.5 to 1.5m thick, represents a serious potential danger for a hydraulic shear failure as a confined aquifer carrying only little water. The permeability coefficient  $k_f$  averages out at  $10^{-5}$  or between  $2 \times 10^{-6}$  to  $2 \times 10^{-5}$  in the border areas. In geotechnical terms the intermediate sand layer is an ultra fine sand with a 15 to 20% of silt.

Glacial Drenthe clays and Warven clays are to be found underneath with a total thickness of 9.0m before the confined, water-bearing third sand layer begins. Fig. 3 presents the soil strata together with the structural cross-section.

### Task

The respective water levels of the intermediate sand layer amount to -10.0m NAP in the north and -17.0m NAP in the south as established by the existing system of measuring points. In the 2<sup>nd</sup> artesian aquifer of the 3<sup>rd</sup> sand layer pressure levels of -2.5m NAP have been established. Fig. 3 displays the hydrogeological situation.

von 9,0m an, bevor die Wasser führende und gespannte 3. Sandschicht beginnt. Die Bodenschichtung ist mit dem Bauwerksquerschnitt in Bild 3 dargestellt.

### Aufgabenstellung

Die mit dem vorhandenen Meßstellennetz ermittelten Ruhewasserstände der Zwischensandschicht liegen im Norden bei -10,0m NAP und im Süden bei -17,0m NAP. Im 2. artesischen Aquifer, der 3. Sandschicht, sind Druckhöhen von -2,5m NAP festgestellt worden. Die hydrogeologische Situation wird in Bild 3 verdeutlicht.

Diese Wasserstände führen bei dem erforderlichen Maximalaushub bis -32,0m NAP zu einer Grundbruchgefahr. Das Grundwassermanagement der Hölscher Wasserbau GmbH umfasst die im Bauprozess vorgesehene Entspannungswasserhaltung der Zwischensandschicht, die zusätzlich zur Hauptwasserhaltung (Wasserhaltung der vom Aushub betroffenen Sandschichten) notwendig ist. Die 3. Sandschicht bleibt unberührt. Generell können so 2 maßgebende Versagensbedingungen, zum Einen ein Aufbrechen des Bodens aus der Zwischensandschicht und zum Anderen aus der 3. Sandschicht heraus, formuliert werden. Die aus den großen Baugrubenabmessungen resultierende Anzahl der erforderlichen Absenkbrunnen der Zwischensandschicht sollen die Gefahr eines Grundbruchs aus dieser verringern. Der anstehende Feinstsand mit dem geringen Durchlässigkeitsbeiwert führte zu dem technischen Vorschlag, die Absenkbrunnen als Vakuumtiefbrunnen zu installieren. Somit konnte Sicherheit durch

eine verbesserte Entwässerung und eine erweiterte Boden stabilisierende Wirkung durch die Vakuumbeaufschlagung erreicht werden. Als weiteres Sicherungssystem wird ab der Aushubtiefe von -26,0m NAP zusätzlich eine Überdruckanlage den Baugrund gegen Aufbruch resultierend aus der 3. Sandschicht heraus absichern.

Eine weitere Anforderung war die Verwendung größtmöglicher Brunnenabstände sowie Vermeidung von Platzierungen in Baugrubenmitte. Damit sollte ein schneller und wirtschaftlicher Aushub garantiert werden.

Des Weiteren bestand die Herausforderung an der Sicherstellung der kurz gesteckten Ausführungstermine für die Brunneninstallation, um die Aushub- und Betonierarbeiten nicht zu behindern. Dies konnte durch eine logistisch anspruchsvolle Arbeitsteilung mehrerer Bohrtrupps sichergestellt werden.

Erschwerend zu den vorher genannten Bedingungen mussten bohrtechnisch die gespannten Wasserstände der Zwischensandschicht beherrscht werden. Dazu wurde vorlaufend der Bestand der Filterstrecken im Aquifer genutzt, um Druck entlastende Pumparbeiten durchzuführen. Damit konnten die Bohrungen sicher abgeteuft und mit Brunnenausbaumaterial sowie Kies und Abdichtungsmaterialien sauber eingebracht werden.

### Das System

Die zuvor genannten Anforderungen konnten durch Verwendung eines Systems aus Vakuumtiefbrunnen und komplexer Steuerungstechnik erfüllt werden.

These water levels lead to the danger of a hydraulic shear failure given the required maximum excavation down to -32 m NAP. Hölscher Wasserbau GmbH's groundwater management embraces the pressure relief for the intermediate sand layer as foreseen in the construction process, which is necessary in addition to the main dewatering system (draining the excavated sand layers). The 3rd sand layer remains unaffected. There are 2 decisive failure possibilities, first of all the breaking up of the soil of the intermediate sand layer and secondly from the 3rd sand layer. The number of necessary drawdown wells for the intermediate sand layer resulting from the large excavation pit dimensions is intended to reduce the danger of related shear failure. The prevailing ultra fine sand with the low permeability coefficient led to the technical proposal to install the drawdown wells in the form of vacuum deep wells. In this way safety could be arrived at through improved drainage

and an enhanced soil-stabilising influence thanks to the vacuum effect. Furthermore an overpressure system secures the subsoil against loosening caused by the 3rd sand layer from an excavation depth of -26.0 m NAP as a further safety precaution.

A further requirement was the application of the largest possible gaps between the wells as well as having to avoid placing them through the centre of the excavation pit. In this way a more rapid and economic excavation was to be assured.

In addition there was the challenge of assuring that the deadlines for executing the installation of the wells were adhered to in order to ensure that the excavation and concreting operations were not hampered. This was achieved by a logistically sophisticated division of labour involving a number of drilling crews.

Furthermore the confined water conditions prevailing in the intermediate sand layer had also to be mastered in drill tech-

## 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.



Jetzt bis zu  
**25%**  
sparen



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

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

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

Vakuumentiefbrunnen sind Tiefbrunnen mit zusätzlicher Beaufschlagung von Unterdruck auf den Brunnenraum. Somit wird auch auf den zu entspannenden Grundwasserleiter die Charakteristik der Absenkwirkung verändert. Das Entspannungsgefälle wird im angewandten System durch die Aufbringung von Unterdruck erhöht. Der wirksame Brunnenraum und die Absenkkurven verändern sich praktisch. Dies ist für einen größeren Wasserandrang sowie eine größere Entspannungswirkung verantwortlich. Das führt zu einem erweiterten, konstanten Anströmungsbereich an der Entnahmestelle, im Gegensatz zur Absenkspitze der Schwerkraftentwässerung (Bild 4).

Brunnenabstände ermöglichen die weitgehende Freihaltung des Baugrubenraums.

In der 1. Betriebsphase ermöglicht die Vakuumwasserhaltung alleine den Aushub von - 22,5 bis - 26,0 m NAP. In der anschließenden Aushubphase bis zur Endtiefe auf -32,0 m NAP wird die Baugrube zusätzlich mit Druckluft beaufschlagt, um die Sicherheit gegen einen Bodenaufbruch vollständig sicherzustellen. Die Größe des in die Baugrube eingeleiteten Überdrucks hängt von der durch das Grundwassermanagement erreichten Druckhöhe der Zwischenschicht und der Druckhöhe der 3. Sandschicht ab. Da beide Systeme aufeinander abgestimmt

werden, sind die technischen Voraussetzungen in den nennungsreichen Begriffen von den zuvor genannten abzuheben. In Richtung dieses Endes der Filterleitungen im Aquifer wurden in der Tat Pumpenoperationen durchgeführt, um die Entlastungsoperationen zu erleichtern. Als Ergebnis der Bohrung wurden die Operationen sicher und erfolgreich durchgeführt, wobei Material für die Unterstützung der Brunnen sowie als Zement und Abdichtungsmaterialien.

### The System

Die zuvor genannten Anforderungen wurden erfüllt durch ein System, das aus Vakuumtiefbrunnen und komplexer Steuerungstechnik besteht.

Vakuumtiefbrunnen sind tiefe Brunnen mit der zusätzlichen Verwendung von Vakuum im Inneren des Brunnen. In diesem Fall ändern sich die Eigenschaften des Brunnen durch die Anwendung von Vakuum. Die effektive Brunnenzone und die Drainagekurven ändern sich in praktischer Hinsicht. Dies ermöglicht eine größere Menge an Wasserfluss sowie eine größere Entlastungswirkung. Dies führt zu einer erweiterten, konstanten Anströmungsbereich an der Entnahmestelle im Gegensatz zur Absenkspitze der Schwerkraftentwässerung (Fig. 4).

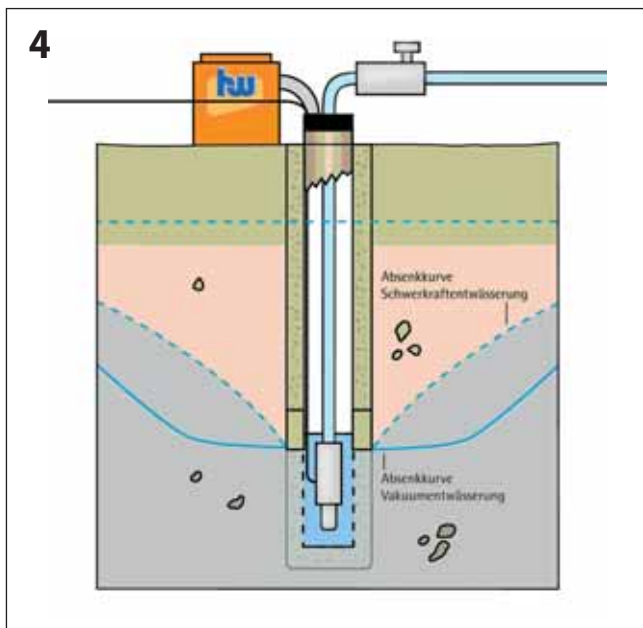
Durch die größere abgepumpte Wassermenge, die proportional zum Entspannungsgefälle ansteigt, wird ein niedrigerer Maximalwert der Druckhöhe in der Baugrube erreicht bzw. bei größerem Brunnenabstand das gleiche Absenkniveau. Vergrößerte

Abstände ermöglichen die weitgehende Freihaltung des Baugrubenraums. In der ersten Betriebsphase ermöglicht die Vakuumwasserhaltung allein den Aushub von - 22,5 bis - 26,0 m NAP. In der anschließenden Aushubphase bis zur Endtiefe auf -32,0 m NAP wird die Baugrube zusätzlich mit Druckluft beaufschlagt, um die Sicherheit gegen einen Bodenaufbruch vollständig sicherzustellen. Die Größe des in die Baugrube eingeleiteten Überdrucks hängt von der durch das Grundwassermanagement erreichten Druckhöhe der Zwischenschicht und der Druckhöhe der 3. Sandschicht ab. Da beide Systeme aufeinander abgestimmt werden, sind die technischen Voraussetzungen in den nennungsreichen Begriffen von den zuvor genannten abzuheben. In Richtung dieses Endes der Filterleitungen im Aquifer wurden in der Tat Pumpenoperationen durchgeführt, um die Entlastungsoperationen zu erleichtern. Als Ergebnis der Bohrung wurden die Operationen sicher und erfolgreich durchgeführt, wobei Material für die Unterstützung der Brunnen sowie als Zement und Abdichtungsmaterialien.

### Set-Up of the Groundwater Management Well System

In der verfügbaren Zeit wurde zunächst alle Vorarbeiten durchgeführt, die durch zwei 380 mm Bohrer durchgeführt wurden, die die direkte Spülungsmethode von der Bohrtiefe - 20,5 bis etwa - 34,0 m NAP und direkt stabilisiert wurden durch die Verwendung von DA 315 PVC-Rohren. Der 390 x 315 mm Ringraum zwischen den Brunnen wurde mit Wellendämpfern abgedichtet.

Dann wurden zwei leichte direkte Spülbohrer eingesetzt, um die Endtiefe von - 44,5 m NAP mit Vorbohrungen zu erreichen. Fig. 5 zeigt ein Bild der Bohrarbeiten.



Vergleich Schwerkraft- und Vakuumwasserhaltung  
Comparison gravitational and vacuum drainage

Durch die größere abgepumpte Wassermenge, die proportional zum Entspannungsgefälle ansteigt, wird ein niedrigerer Maximalwert der Druckhöhe in der Baugrube erreicht bzw. bei größerem Brunnenabstand das gleiche Absenkniveau. Vergrößerte

Abstände ermöglichen die weitgehende Freihaltung des Baugrubenraums. Dabei bleibt festzuhalten, dass das Druckluftsystem alleine nicht wünschenswert wäre und dass nur die Entspannung nicht die volle Sicherheit garantieren könnte. Bei einer alleinigen Entspannung würde der Druck

der unterliegenden, nicht entspannten 3. Sandschicht zum Problem werden. Eine Baugrundsicherung nur mit dem Überdrucksystem würde zu hohen Überdrücken führen und die Arbeitszeiten im Überdruckraum aus arbeitsschutztechnischen Gründen stark reduzieren und so einen wirtschaftlichen Bauprozess nicht ermöglichen.

### Aufbau der Grundwassersemanagementanlage Brunnen

In dem zur Verfügung stehenden Zeitfenster wurden zunächst von der Bohrebene -20,5 m NAP bis ungefähr -34,0 m NAP die Bohrungen mit 2 Bohranlagen mit 380 mm im Direkt-Spülbohr-Verfahren vorgebohrt und direkt stabilisierend mit PVC-Rohren DA 315 verrohrt. Der Ringraum 380 x 315 mm wurde mit Brunnen-dämmung abgedichtet.

Im Rollsystem wurden dann mit 2 leichten Direkt-Spülbohranlagen und mit zeitlich vorlaufender Grundwasserdruckentlastung durch Entspannung über den zuvor gebohrten Brunnen die Bohrungen mit einem Durchmesser von ca. 300 mm auf die Endteufe von -44,5 m NAP abgeteuft. Bild 5 zeigt eine Aufnahme der Bohrarbeiten.

Es wurden keine Spülungszusätze verwendet. Nach Erreichen der Endteufe und vor Einbau des Brunnenausbaumaterials erfolgte der Totalspülungsaustausch gegen Klarwasser. Durch die vorlaufenden Pumparbeiten und die dadurch erreichten Druckentlastungen in der Zwischensandschicht konnte der Einbau der Edelstahlwickeldrahtfilter DN 100 mit Schlitzweiten von 0,1 mm



Bohrarbeiten

Drilling operations

und einer Einbaulänge von 4,0 m sicher erfolgen.

Die Brunnenvollrohre wurden in PEHD ausgeführt, um mechanische Schäden durch Erdbaufahrzeuge während der Aushubphase zu vermeiden. Die Muffenverbindungen wurden druck- und vakuumfest gewählt.

Die Ringraumverkiebung 300 x 100 mit Quarzfilterkies Fraktion 0,2 bis 0,5 mm bzw. 0,4 bis 0,8 mm, je nach Filterkonvektion, zwischen -44,5 und -39,0 m NAP konnte eingebracht werden. Die Verwendung dieser feinen Ringraumverkiebung und der Wickeldrahtfilter ist außergewöhnlich filigran und resultiert aus den vorhandenen Feinstsanden. Eine Ringraumverfüllung mit Quellton als plastische

No flushing additives were applied. Once the final depth was reached and prior to the well lining material being installed the flushing agent was completely replaced by clear water. Thanks to the ongoing pumping operations and the pressure thus relieved in the intermediate sand layer it was possible to safely install the DN 100 high-grade steel water screen with 0.1mm slot widths and an installation length of 4.0 m.

The pipes for the wells were made of PEHD in order to avoid mechanical damage from earth-moving equipment during the excavation phase. The selected sleeve joints were pressure and vacuum tight.

The 300 x 100 annular gap between -44.5 and -39.0 NAP was filled with 0.2 to 0.5 or 0.4 to 0.8 mm fraction quartzite filter

gravel depending on the filter convection. The application of this fine filter gravel and the water screen is extremely fragile and is a result of the existing ultra fine sands. An annular gap fill consisting of swelling clay as a flexible and effective advance seal between -39.0 and -35.0 m NAP succeeded just as well as grouting the remaining annular gaps with well dampers from -35.0 m NAP to the bottom of the 2nd sand layer at -26.0 m NAP. In this way the wells were designed to be pressure and vacuum resistant as well as made safe against mechanical damage through construction work in the pit.

### Vacuum, Pumps and Control System

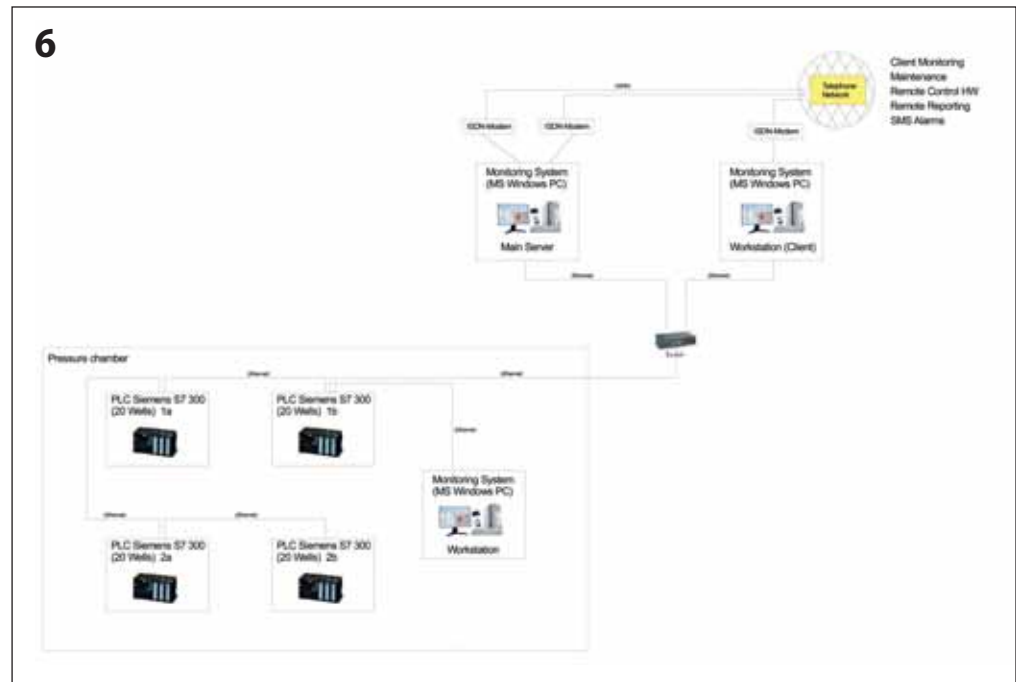
The groundwater management system was controlled via an PLC

und durchschlagsichere Vorabdichtung zwischen - 39,0 und - 35,0 m NAP gelang ebenfalls so gut, wie die Verpressung des verbleibenden Ringraums mit Brunnendämmer von - 35,0 m NAP bis zum Fuß der 2. Sandlage bei - 26,0 m NAP. Somit konnte die Brunnenkonstruktion druck- und vakuumfest sowie sicher gegen mechanische Beschädigungen durch den Baubetrieb in der Grube gestaltet werden.

### Vakuum, Pumpen und Steuerungsanlage

Zur Gewährleistung einer bestmöglichen Betriebssicherheit wurde das Grundwassermanagementsystem über eine EMSR-Anlage gesteuert (Elektronische Mess-, Steuer- und Regeltechnik) (Bild 6).

In den einzelnen Brunnen sind Unterwasserpumpen installiert worden, die 1 m über der Brunnensohle hängen und über die EMSR entweder automatisch oder per Handeingabe ein- und ausgeschaltet werden können. Dabei wird jede einzelne Pumpe separat gesteuert. Durch diese Art der Steuerung soll eine möglichst hohe Leistungsfähigkeit erreicht und ein Ausfall mehrerer Pumpen zum gleichen Zeitpunkt verhindert werden. Die automatische Steuerung erfolgt über die, den einzelnen Brunnen vorgegebenen, Ein- und Ausschaltwasserstände, die durch in die Brunnen integrierte Drucksonden kontinuierlich gemessen werden. Zusätzlich werden die Wasserstände in externen Pegeln gemessen, um zu kontrollieren, ob die Absenkung ihren gewünschten Grad erreicht und die theoretisch errechneten Absenkungen bestätigt werden können.



Monitoring- und Steuerungssystem  
Monitoring and control system

Für die Vakuumbeaufschlagung sind jeweils 8 Brunnen an eine Vakuumluftpumpe angeschlossen. Der Unterdruck wird über Absaugleitungen, die an den Brunnenkopf angeschlossen sind, im Brunneninnenraum und so übertragen auf den Aquifer erzeugt. Auch die Vakuumpumpen werden wie die Unterwasserpumpen über die EMSR separat gesteuert.

### Risikoanalyse, Systemtest und Risikominimierung

Um die Grundwassermanagementanlage unter der komplexen Randbedingung, der Entspannung eines feinstsandigen, dünn-schichtigen Aquifers, bemessen zu können, wurde im Sommer 2010 ein Praxistest durchgeführt. An ausgewählten Stellen im Norden und Süden der Baugrube wurden je 6 Testbrunnen installiert und angefahren. Die Ausführung des Testlaufes mit den Brunnentypen und der Anlagentechnik entsprach der

(Programmable Logic Controller) (Fig. 6) to ensure the best possible operating safety.

Submersible pumps were installed in the individual wells, which are suspended 1 m above the bottom of the well and can be switched on and off either via PLC or manually. Towards this end each pump is controlled individually. The notion behind this type of control system is to arrive at an as high as possible efficiency and avoid a number of pumps failing at the same point in time. The automatic control system is activated by the water levels prescribed for the individual wells that can be switched on and off, which are continuously measured by the pressure sensors integrated in the wells. In addition the water levels are measured by external gauges in order to check that drainage has attained the desired effect and that the theoretically calculated lowering can be confirmed.

In each case 8 wells are connected to a vacuum air pump for

introducing the vacuum effect. The vacuum is created via suction pipes, which are connected at the well head, into the inside of the well and in this way transferred to the aquifer. Like the submersible pumps the vacuum pumps are controlled separately via PLC.

### Risk Analysis, System Test and Minimising Risk

In order to be able to measure the groundwater management system under the complex marginal condition, relieving an ultra-fine sandy, thin-layered aquifer, a practical test was carried out in summer 2010. At selected points in the north and south of the excavation pit in each case 6 test wells were installed and set in operation. The execution of the test series with the types of wells and the process technology corresponded to the method employed for the groundwater management system for the entire excavation pit. On the basis of the pumping tests




umgesetzten Ausführung der Grundwassermanagementanlage der gesamten Baugrube. Auf Grundlage der Ergebnisse der Pumpversuche in verschiedenen Variationen (mit und ohne Vakuum, verschiedenen Absenckzielen und Wiederanstieg des Wassers) wurde ein Grundwassermodell erstellt. Mit diesem Finite-Elemente-Modell wurden verschiedene Varianten der Grundwasserentspannung theoretisch untersucht. Hierbei war vor allem die Risikominimierung von größter Bedeutung. Um dennoch die Wirtschaftlichkeit einer solchen Anlage und des restlichen Baubetriebes nicht zu vernachlässigen, wurden möglichst große Brunnenabstände festgelegt. Mit der Bemessung ging auch eine Risikoanalyse einher. Dazu wurden in einer komplexen Matrix mögliche Risikoszenarien erfasst und bewertet. Des Weiteren wurde definiert, wie diese zu messen und überwachen sind.

Auf Grundlage der Risikoanalyse wurde beispielsweise die Redundanz der eingesetzten Systeme verlangt. Die Tatsache, dass jeder Brunnen einzeln gesteuert werden kann, birgt den Vorteil, bei einer lokalen Störung nur einen ausgefallenen Brunnen zu haben. Die Vakuumbeaufschlagung ist so installiert, dass nicht Brunnen in Reihe bei einer Pumpenstörung ausfallen können. Hierbei würde nur jeder 2. Brunnen ausfallen und die globale Sicherheit so gegenüber dem Reihenausfall vergrößern. Im Falle einer Störung im System werden durch die automatische Steuerung der EMSR-Anlage Alarmmeldungen an die zuständigen Personen per SMS versendet. So wird eine schnellst mögliche Fehlerbeseitigung und ein ho-

hes Sicherheitsniveau erreicht. Bei einem eventuellen Totalausfall des Grundwassermanagementsystems könnte das Druckluftsystem die Sicherheit durch temporäre Erhöhung des Überdrucks gewährleisten. Diese temporäre Druckerhöhung wurde aus Sicherheits- und Gesundheitsschutzgründen aber zu einer verminderten Arbeitsleistungsfähigkeit führen.

### Zusammenfassung und Ausblick


Für die geologischen und hydrogeologischen Randbedingungen in Amsterdam konnte eine leistungsfähige und sicherheitstechnisch auf höchstem Niveau arbeitende Anlage des Grundwassermanagements installiert werden. Besondere Gegebenheiten implizieren eine für die Lokalität geeignete Lösung zu finden. Im innerstädtischen Tunnelbau wird es immer wichtiger, die Sicherheit gegen direkte oder indirekte Beeinträchtigungen der hohen Güter des Lebens, der Umwelt und der Bebauung zu gewährleisten: sei es zum Beispiel der hydraulische Grundbruch, den es zu verhindern gilt, oder die Beibehaltung von Grundwasserständen außerhalb von Baugruben, damit es nicht zu ungewollten Setzungen oder Beeinträchtigung der städtischen Vegetation kommt. Hierfür sind konsequentes Grundwassermanagement und eine vorhergehende weitläufige Erkundung des von der Baumaßnahme beeinträchtigten Gebietes erforderlich. Nach der Ermittlung der Risiken und Prioritäten einer Baumaßnahme kann so ein auf die Anforderungen individualisiertes, leistungsfähiges Ausführungskonzept entwickelt werden. 

using different variations (with and without vacuum, various drainage targets and the water rising again) a groundwater model was created. Thanks to this finite element model different variants for groundwater relief were examined theoretically. Towards this end minimising risk was of particular significance. However to ensure that the economy of such a system and construction management as such were not neglected, as large as possible gaps between wells were chosen. A risk analysis accompanied the measurement programme. In this connection possible risk analyses were compiled in a complex matrix and evaluated. Furthermore just how these were to be measured and monitored was defined.

On the basis of the risk analysis for instance the redundancy of the employed systems was called for. The fact that each well can be controlled individually provides the advantage that only one well is not functional in the event of a local disturbance. The vacuum effect is installed in such a way that the possibility of a series of pumps failing in the event of a faulty pump is eliminated. In this case only every 2nd well would drop out thus increasing the global safety against a series failing. In the event of a disturbance within the system alarm reports are sent to the responsible parties by SMS by means of the automatic control exercised by the PLC system. In this way the faster possible elimination of faults and a high safety level are achieved. In the case of total breakdown of the groundwater management system the compressed air system could cater for safety by temporarily increasing the overpressure. This temporary increase would however lead

to a reduced working operating capacity for safety and health protection reasons.

### Summary and Outlook

An efficient system operating at the highest level in safety technical terms for groundwater management was installed for the geological and hydrogeological marginal conditions in Amsterdam. Particular circumstances made it essential to find a solution suitable for the location. In inner urban tunnelling it is becoming increasingly more imperative to assure safety against direct or indirect effects thus preserving life, the environment and built-up areas: whether for example a hydraulic shear failure has to be prevented or groundwater levels outside excavation pits must be maintained in order to avoid undesired settlements or exerting a negative influence on urban vegetation. Towards this end consistent groundwater management and accompanying extensive investigation of the area affected by the construction scheme are imperative. Once the risks and priorities of a construction scheme have been determined an individualised, effective concept commensurate with the requirements can be devised. 

## 37. Jahrestagung der International Tunnelling and Underground Space Association – World Tunnel Congress 2011 in Helsinki, Finnland

Jedes Jahr treffen sich in einem anderen Mitgliedsland der Welt die Tunnelbauer zu Ihrer Jahrestagung und beraten über die neuesten Trends und Entwicklungen. Der folgende Beitrag gibt einen Überblick über die Inhalte des Kongresses, die Ergebnisse der Arbeitsgruppen und weitere interessante Neuigkeiten.

### 1 Allgemeines

Ungefähr 1400 Tunnelbauer aus 56 Ländern trafen sich vom 20. bis 26. Mai 2011 in Helsinki, Finnland. Anlass war die 37. Jahrestagung der ITA – International Tunnelling and Underground Space Association – in Verbindung mit dem Welt-Tunnelkongress 2011. Der von der Finnish Tunnelling Association und der Finnish Association of Civil Engineers (RIL) organisierte Tunnelkongress lief unter dem Tagungsmotto „Unterirdische Räume im Dienst einer nachhaltigen Gesellschaft“ (Bild 1). Von den 64 ITA-Mitgliedsländern waren 49 in Helsinki vertreten. Mit fast 77 % lag der Anteil der vertretenen Länder damit über den Vergleichswerten der Vorjahre (ca. 70 %).

Vertreten waren die folgenden Länder:  
 Ägypten, Argentinien, Aserbaidschan, Australien, Belgien,

---

**Dr.-Ing. Roland Leucker**, Geschäftsführer der STUVA, Studiengesellschaft für Unterirdisches Bauen e.V., Köln/D; Geschäftsführer des DAUB, Deutscher Ausschuss für Unterirdisches Bauen, Köln/D, [www.stuva.de](http://www.stuva.de)

---

Bosnien-Herzegowina, Brasilien, Chile, China, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Großbritannien, Indien, Indonesien, Iran, Italien, Japan, Kanada, Kolumbien, Korea, Kroatien, Laos, Malaysia, Mexiko, Montenegro, Nepal, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Russland, Schweden, Schweiz, Singapur, Slowakei, Slowenien, Spanien, Südafrika, Tschechische Republik, Thailand, Türkei, Ungarn, USA und Weißrussland.

Nicht vertreten waren in Helsinki die folgenden weiteren ITA-Mitgliedsländer:  
 Algerien, Bulgarien, Island, Israel, Kasachstan, Lesotho, Marokko, Panama, Peru, Saudi-

## 37<sup>th</sup> Annual Meeting of the International Tunnelling and Underground Space Association – World Tunnel Congress 2011 in Helsinki, Finland

Every year tunnellers meet in a different member country somewhere in the world for their annual meeting and discuss the latest trends and developments. The following report provides an overview of the contents of the Congress, the results of the working groups (WGs) and further interesting news.

The following countries were represented: Argentina, Australia, Austria, Azerbaijan, Belarus, Belgium, Bosnia and Herzegovina, Brazil, Canada, Chile, China, Colombia, Republic of Korea, Croatia, Denmark, Egypt, Spain, United States of America, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, India, Indonesia, Iran, Italy, Japan, Laos, Malaysia, Mexico, Montenegro, Nepal, Norway, The Netherlands, Poland, Portugal, Romania, United Kingdom, Russia, Singapore, Slovakia, Slovenia, South Africa, Sweden, Switzerland, Czech Republic, Thailand and Turkey.

The following ITA member countries were not represented in Helsinki:

Algeria, Saudi Arabia, Bulgaria, United Arab Emirates, Iceland, Israel, Kazakhstan, Lesotho, Morocco, Panama, Peru, Serbia, Ukraine, Venezuela and Vietnam.

### 1 General

Approx. 1,400 tunnellers from 56 nations met in Helsinki, Finland from May 20 – 26, 2011 in Helsinki, Finland. The occasion: the 37th Annual Meeting of the ITA – International Tunnelling and Underground Space Association – in conjunction with the 2011 World Tunnel Congress. The Tunnel Congress staged by the Finnish Tunnelling Association and the Finnish Association of Civil Engineers (RIL) bore the motto “Underground Space in the Service of a Sustainable Society” (Fig. 1). 49 of the 64 member countries were represented in Helsinki. With a percentage of almost 77 % the number of countries represented was thus higher than the comparable values for previous years (roughly 70 %).

Arabien, Serbien, Ukraine, Venezuela, Vereinigte Arabische Emirate und Vietnam.

## 2 Welttunnelkongress 2011

Der Kongress war vom finnischen Tunnelbaukomitee in enger Zusammenarbeit mit der ITA vorbereitet und organisiert worden. Das Tagungsprogramm umfasste 7 thematische Schwerpunkte und wurde in 24 technischen Sitzungen präsentiert:

1. Planungen zur Nutzung unterirdischer Räume
2. Kommunale Dienstleistungen
3. Techniken für den Betrieb
4. Verkehr und Logistik
5. Geologische Endlagerung von Atommüll
6. Erneuerbare Energien
7. Projektmanagement.

Die Beiträge zum Tagungsprogramm wurden durch verschiedene Posterpräsentationen und eine begleitende Fachausstellung (Bild 2) ergänzt.

Am 20. und 21. Mai fand wie in den Vorjahren im Vorlauf zum Kongress ein spezieller ITA-Trainingskurs statt. Die 14 Vorträge von Fachleuten aus dem akademischen und unternehmerischen Umfeld standen unter dem Thema „Konventioneller Tunnelbau im Fels und Spritzbetontechnologie“. Der Trainingskurs bestand aus einem theoretischen und einem praktischen Teil. Im theoretischen Teil wurde von den internationalen Experten in über 11 Stunden reiner Vortragszeit in umfassender Weise über den Stand von Technik und Wissen aus ihren speziellen Bereichen berichtet. Zu den Hauptthemen gehörten Entwurfsgrundsätze, Aushub, Spritzbetontechnologie, Ausbau und Bewehrung.

Die 50 Teilnehmer aus 20 Ländern beteiligten sich sehr regen an den Diskussionen und ließen so ihr großes Interesse an der Thematik erkennen.

Die praktischen Demonstrationen im zweiten Teil fanden in einer unterirdischen Baustelle statt, die sich direkt unter dem Veranstaltungsort „Finlandia Hall“ befand. Sie wurden in diesem Jahr von 4 Sponsoren unterstützt und bestanden aus folgenden Einzeldemonstrationen: Bewährte Verfahren beim Spritzbetoneinbau (Normet), Qualitätsüberwachung bei Spritzbetonen (Versuchsstollen Hagerbach), Spritzbare Dichtungsmembranen (MEYCO-BASF und Faserverstärkter Spritzbeton (MAPEI).

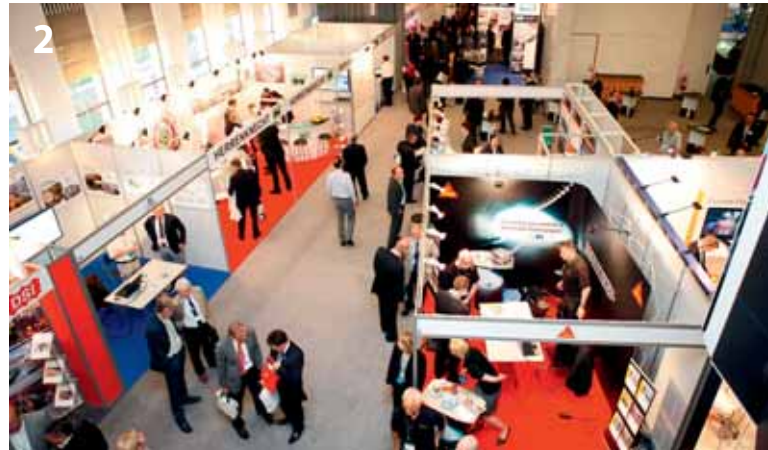
In der Eröffnungsveranstaltung am Montag wurden Grußworte von Helena Soimakallio (Vorsitzende des Organisationskomitees), Kari J. Korhonen (Präsident der Finnish Tunneling Association FTA, Bild 3) und In-Mo Lee (ITA-Präsident) gegeben.

Anschließend wurde auf dem diesjährigen WTC der zweite Vortrag im Gedenken an Sir Alan Muir-Wood gehalten. In dieser „Muir-Wood Lecture“ trug Prof. Robert Mair, Cambridge University (Großbritannien), vor zum Thema: „Tunnelbau in innerstädtischen Gebieten und sein Einfluss auf Infrastrukturen – Fortschritte in Forschung und Praxis“.

Mair gab in seinem Beitrag eine Übersicht, wie Setzungen und Verschiebungen in Folge eines Tunnelvortriebs berechnet werden können. Besonderes Augenmerk legte er dabei auf die Beurteilung, wie weit daraus die Gebäude an der Oberfläche geschädigt werden. Darüber hinaus berichtete er über moderne Überwa-



Welttunnelkongress 2011 in der Finlandia Hall  
2011 World Tunnel Congress in the Finlandia Hall



Die begleitende Fachausstellung war in den Pausen gut besucht  
The accompanying exhibition was well attended during the breaks

## 2 World Tunnel Congress 2011

The Congress was prepared and organised by the Finnish Tunneling Association in close collaboration with the ITA. The conference programme embraced 7 main themes and was presented at 24 technical sessions:

1. Planning the usage of subterranean spaces
2. Municipal services
3. Operational technologies
4. Traffic and logistics
5. Geologic disposal of nuclear waste
6. Renewable energy
7. Project management.

The contributions for the Conference programme were sup-

plemented by various poster presentations and an accompanying exhibition (Fig. 2).

As in previous years a special ITA training course was held prior to the Congress proper on May 20 and 21. The 14 papers presented by experts from the academic and entrepreneurial fields were captioned "Conventional Rock Tunneling and Sprayed Concrete Technology". The training course comprised a theoretical and practical section. In the theoretical part international experts provided a comprehensive insight during more than 11 hours of lectures of the level of technology and knowledge relating to their specific fields. The main topics examined Rock



Kari J. Korhonen, Präsident der Finnish Tunnelling Association FTA, begrüßt die Teilnehmer am WTC 2011

Kari J. Korhonen, president of the Finnish Tunnelling Association, welcomes the participants to the 2011 WTC

chungsmethoden, mit denen frühzeitig mögliche schädliche Tendenzen erfasst werden können. Insbesondere drahtlose Techniken versprechen hier Fortschritte für den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks.

Anschließend wurden 3 hochrangige Leitvorträge präsentiert:

1. Die Bedeutung unterirdischer Räume für die städtische Umwelt (Pekka Sauri, Stellvertretender Bürgermeister von Helsinki)
2. Fels- und Tunnelbau – der nordische Ansatz (Professor Håkan Stille, KTH – Royal Institute of Technology)
3. Entsorgung genutzter atomarer Brennelemente in Finnland – von der Planung zur Wirklichkeit (Timo Äikäs, Stellvertretender Vorstandsvorsitzender Posiva Oy).

Sauri gab mit seiner Präsentation einen Einblick in die vorhandenen und geplanten

unterirdischen Projekte in der finnischen Hauptstadt. Helsinki besitzt – auch aufgrund des standfesten Felses – schon außerordentlich viele unterirdischen Anlagen und hat für die Zukunft einen „Untergrund Master Plan“ aufgelegt, um die Nutzung des Untergrundes zielgerichtet voran zu treiben. Stille berichtete über die positiven Erfahrungen des Tunnelbaus im Fels und auch über die damit verbundenen Risiken. Äikäs beleuchtete in seinem Vortrag ergänzend dazu das in vielen Ländern noch nicht gelöste Problem der Endlagerung nuklearer Abfälle.

Die öffentliche Fachsitzung der ITA am Dienstag war in diesem Jahr dem Thema „Schaffung besserer und belastbarer Städte“ gewidmet.

Die Fachsitzung war Teil der sogenannten „ITA Global Perspective“, die unter dem Titel „Städtische unterirdische Räume in einer sich verändernden Welt“ steht. Die ITA wird in diesem und den nächsten 2 Jahren beleuchten, wie unterirdische Räume zur Lösung zweier weltweit vordringlicher Probleme beitragen können: Dies ist zum einen das Thema „Urbanisierung“, wie es vom United Nations Human Settlements Programme (UN-HABITAT) verfolgt wird, und zum anderen das Thema „Widerstandsfähigkeit der Städte gegen Naturkatastrophen und Auswirkungen des Klimawandels“, welches von den Vereinten Nationen (United Nations International Strategy for Disaster Reduction, UN-ISDR) verabschiedet wurde. Diesbezüglich ist es eines der ersten Ziele, zusammen mit 3 globalen Partner-Organisationen, in denen Stadtplaner, Stadtverwaltungen und Ingeni-

Tunnelling: Excavation, Support and Design; Sprayed Concrete Technology; Reinforcements to Sprayed Concrete Linings. The 50 participants from 20 countries took an active part in the discussions thus underlining their great interest in the subject matter.

The practical demonstrations during the second part took place in an underground construction site, located directly under the venue „Finlandia Hall“. This year 4 sponsors provided their support and the demonstrations consisted of the following individual presentations: Best Spraying Practices (Normet), Sprayed Concrete Quality Control (VSH Hagerbach Test Gallery), Sprayable Membranes (MEYCO-BASF) and Fibre-reinforced Sprayed Concrete (MAPEI).

At the opening session on the Monday welcoming addresses were forthcoming from Helena Soimakallio (chairperson of the organising committee), Kari J. Korhonen (president of the Finnish Tunnelling Association FTA, Fig. 3) and In-Mo Lee (ITA president).

Subsequently the second lecture in memory of Sir Alan Muir-Wood was presented at this year's WTC. In this "Muir-Wood Lecture" Prof. Robert Mair, Cambridge University (UK) examined "Tunnelling in urban Areas and Effects on Infrastructure – Advances in Research and Practice".

In his lecture Mair provided an overview of how settlements and displacements resulting from a tunnel excavation can be calculated. In this connection he placed particular emphasis on the extent of damage buildings on the surface are subject to. In addition he reported on modern monitoring methods by means of which possible tendencies leading towards damage can

be identified at an early stage. In this connection wireless techniques in particular indicate promise for the entire life cycle of a structure.

Then 3 high-quality keynote lectures were presented:

1. The Importance of Underground Spaces in the Underground Environment (Pekka Sauri, Deputy Mayor of City of Helsinki)
2. Rock Engineering and Tunnels – a Nordic Approach (Professor Håkan Stille, KTH – Royal Institute of Technology)
3. Disposal of spent Nuclear Fuel – From Plans to Reality in Finland (Timo Äikäs, Executive Vice President, Posiva Oy).

With his presentation Sauri provided an overview of existing and planned underground projects in the Finnish capital. Helsinki possesses – also on account of the stable rock – a relatively large number of underground facilities and has drawn up an "Underground Master Plan" for the future, in order to promote the use of underground space along the correct lines. Stille reported on the positive findings of tunnelling in rock and also on the associated risks. Äikäs followed up in his paper by looking at the problem of the final storage of nuclear waste, which has still to be resolved in many countries. The ITA Open Session on the Tuesday was this year devoted to the topic of "Delivering better and more resilient Cities".

The Open Session constituted part of the so-called "ITA Global Perspective" bearing the caption "Urban Underground Space in a Changing World". In the course of this and the next 2 years the ITA will illuminate how underground spaces can contri-

eure organisiert sind (ISOCARP, ICLEI und IFME), ein Dokument für politische Entscheidungsträger zu erarbeiten, das die Vorzüge unterirdischer Anlagen verdeutlicht.

In den nächsten beiden Jahren werden die Themen der „ITA Global Perspective“ die Planung („Planung besserer und belastbarer Städte“, 2012 in Bangkok) und die Entscheidungen („Entscheidungen für bessere und belastbare Städte“, 2013 in Genf) beleuchten. Insgesamt besteht die „ITA Global Perspective“ aus 7 Aktivitäten:

1. Organisation der 3 zuvor genannten Fachsitzungen durch ITACUS (beginnend

mit dem WTC in 2011); jede der Fachsitzungen wird durch eine der zuvor aufgeführten Organisationen aktiv begleitet (2011 in Helsinki: IFME; 2012 in Bangkok: ISOCARP; 2013 in Genf: ICLEI)

2. Aktive Einbindung von Arbeitsgruppen und Mitgliedsstaaten
3. Kontinuierliche Zusammenarbeit mit globalen Partnern (auf Basis einer entsprechenden Vereinbarung sowie einer erweiterten Wissensverbreitung über Kongresse und Workshops)
4. Erarbeitung eines Dokuments für politische Entscheidungsträger, das die Vorzüge unterirdischer An-

bute towards solving 2 urgent problems worldwide: the first of these is "Urbanisation" as pursued by the United Nations Human Settlements Programme (UN-HABITAT) and secondly "Making Cities resilient against natural Disasters and Effects of Climate Change", which was passed by the United Nations International Strategy for Disaster Reduction, UN-ISDR. Towards this end one of the first objectives is to produce a document together with 3 global partner organisations constituting urban planners, city administrations and engineers (ISOCARP, ICLEI and IFME) for political decision-makers underlining the advantages of underground facilities.

Over the next 2 years the topics of the "ITA Global Perspective" will examine "Planning better and resilient Cities" in Bangkok in 2012 and "Deciding better and resilient Cities" in Geneva in 2013. All told the "ITA Global Perspective" consists of 7 activities:

1. Organising the 3 previously mentioned sessions through ITA-CUS (starting with the WTC in 2011); each of the sessions will be accompanied actively by one of the abovementioned organisations (2011 in Helsinki: IFME; 2012 in Bangkok: ISOCARP; 2013 in Geneva: ICLEI)
2. Active incorporation of working groups and member countries

## ERSATZTEILE GEGEN MINERALISCHEN VERSCHLEISS

**Tunnel**

**U-Bahnen**

**Hochhäuser**

**Brückenbau**

**Talsperren**



**Betonpumpen**

**Nass- und Trockenspritzen**

**Fahrmischer  
(auch kpl. Aufbauten)**

**Zwangsmischer**

**Becherwerk**

[www.ett-s.de](http://www.ett-s.de)

**ETT Ersatzteil-Technik GmbH**

[info@ett-s.de](mailto:info@ett-s.de)

Benzstraße 5 · 71409 Schwaikheim · Tel. (0 71 95) 50 31 · Fax 5 70 24

lagen verdeutlicht; dieses Papier soll UN HABITAT und UN ISDR vorgestellt werden

5. Gewährung von Zuschüssen an Studenten (in Zusammenarbeit mit ITACET), um weitere Ergebnisse zu erlangen, wie unterirdische Räume zu den oben genannten globalen Themen beitragen können
6. Weiterentwicklung der ITA Global Perspective zu einer Initiative, zu deren Einhaltung sich weltweit agierende Unternehmen selbst verpflichten können
7. Durchführung jährlicher oder halbjährlicher Gipfeltreffen mit Entscheidungsträgern der Städte, um die „ITA Global Perspective“ weiter auszubauen und als Teil der Verpflichtung mit den beiden UN-Organisationen zu etablieren.

Innerhalb der ITA werden die diesbezüglichen Arbeiten durch das Komitee zur Nutzung des unterirdischen Raumes (ITACUS, Committee on Underground Space) koordiniert und durchgeführt. Das Komitee hat sich bereits bei seiner Gründung zur Aufgabe gestellt, in der Öffentlichkeit das Bewusstsein dafür zu schärfen, welche Möglichkeiten unterirdische Räume und Anlagen bieten.

Die Fachsitzung im Rahmen des WTC '11 wurde deshalb durch Han Admiraal, Vorsitzender von ITACUS, eröffnet und moderiert. Nach einleitenden Worten von ITA-Präsident In-Mo Lee und Dan-Henrik Långström, Präsident FAME und Repräsentant von IFME, wurde vom stellvertretenden Bürgermeister für Stadtplanung von Helsinki Hannu Penttilä, ein Auftaktbeitrag zum Thema „Großregion Helsinki: Vision

2050 und wie sie erreicht werden kann“ gegeben.

In der anschließenden ersten Podiumsdiskussion sind verschiedene Aspekte von unterirdischen Räumen unter Einbindung des Auditoriums vertieft worden. Zum Ende der Diskussion wurde eine Vereinbarung zur Zusammenarbeit mit der International Federation for Municipal Engineering (IFME) unterzeichnet.

Im zweiten Teil der Fachsitzung wurden die Themen durch Präsentationen von Jacques Besner, Canada, Berater für die Planung unterirdischer Anlagen und früherer Generalsekretär von ACUUS, Tetsuya Hanamura, emeritierter Professor der Universität von Okayama, Japan, und Mitglied des Lenkungsgremiums von ITACUS sowie von Andis Kublacovs, Stadt Riga, Lettland, und Leiter des „Riga Northern Transport Corridor“ Projekts, bereichert. In der folgenden Podiumsdiskussion wurden die verschiedenen Aspekte nochmals herausgearbeitet. Generell bestand – auch wohl aufgrund der Tatsache, dass alle Diskussionsteilnehmer dem unterirdischen Bauen gegenüber positiv eingestellt waren – Einigkeit bei den wesentlichen Punkten.

### 3 Mitgliederversammlung

Die Leitung der Mitgliederversammlung oblag Präsident In-Mo Lee, Korea (Bild 4). Zu Beginn der Versammlung erinnerte Generalsekretär Claude Berenguier an Victor Roisin, der am 11. Januar 2011 verstarb. Roisin war lange Zeit Vorsitzender des belgischen nationalen Tunnelbaukomitees ABTUS und von 1979 bis 1992 auch Mitglied im ITA-Vorstand.

3. Continuous cooperation with global partners (based on a corresponding agreement (MoU) as well as extended distribution of knowledge via congresses and workshops)
4. Producing a document for political decision-makers, which lays out the advantages of underground facilities; this paper is to be presented to UN HABITAT and UN ISDR
5. Providing grants to students (in conjunction with ITACET) in order to arrive at further results, as to how underground spaces can contribute to the above-mentioned global topics
6. Further development of the ITA Global Perspective to become an initiative, which can rely on the involvement of internationally active companies.
7. Summit meetings should be held with urban decision-makers at yearly or half-yearly intervals in order to promote the “ITA Global Perspective” even further and to establish it as part of the commitment with the 2 UN organisations.

Within the ITA the relevant work is coordinated and undertaken by the Committee on Underground Space (ITA-CUS). When it was set up the Committee committed itself to increasing public awareness of the possibilities afforded by underground spaces and facilities.

Consequently the Open Session within the scope of the WTC '11 was opened and presented by Han Admiraal, chairman of ITA-CUS. Following an introductory speech by ITA president In-Mo Lee and Dan-Henrik Långström, president of FAME and representative of IFME, the Deputy Mayor for City Planning, City of Helsinki, Finland Hannu

Penttilä presented an opening lecture on “Helsinki Metropolitan Area: Vision 2050 and how to make it real”.

Various aspects of underground spaces were followed up on during the ensuing podium discussion involving the audience. At the end of the debate a memorandum of understanding was signed with the International Federation for Municipal Engineering (IFME).

During the second part of the session the topics were enhanced by presentations from Jacques Besner, Canada, consultant for the planning of underground facilities and former secretary-general of ACUUS, Tetsuya Hanamura, emeritus professor at the University of Okayama, Japan and member of the ITA-CUS steering committee as well as from Andis Kublacovs, City of Riga, Latvia and head of the “Riga Northern Transport Corridor” project. During the podium discussion that followed the various aspects were once again dealt with. There was general agreement reached on the main points – last but not least as all those taking part in the discussion adopted a positive approach to underground construction.

### 3 General Assembly

President In-Mo Lee, Korea (Fig. 4) chaired the general assembly. At the beginning of the assembly secretary-general Claude Berenguier paid tribute to Victor Roisin, who died on January 11, 2011. Roisin was for many years chairman of the Belgian National Tunnelling Committee BTUS and a STUVA Executive Committee member from 1979 till 1992.

Subsequently Lee informed the delegates about membership developments. The number

Anschließend informierte Lee die Delegierten über die Mitgliederentwicklung. Die Zahl der Mitgliedsländer hat sich seit dem Vorjahr um 6 auf 64 erhöht. Neu aufgenommen wurden: Aserbaidschan, Nepal, Panama, Serbien, Vereinigte Arabische Emirate und Weißrussland. Darüber hinaus wurden 15 korporative und 5 individuelle neue Mitglieder aufgenommen. Damit verfügt die ITA unter Berücksichtigung der Austritte nunmehr über 64 Mitgliedsnationen, 187 korporative und 123 individuelle Mitglieder.

Ein wichtiger Punkt auf der Tagesordnung betraf die Änderung der Satzung und Geschäftsordnung der ITA. So wurde in der Organisationsstruktur des Vereins die Position des Generalsekretärs aufgehoben. Seine Verantwortlichkeiten werden zukünftig durch den Präsidenten wahrgenommen und seine Aufgaben werden an den Geschäftsführer übertragen. Bezüglich der Mitgliedschaften erfolgten Klarstellungen hinsichtlich der Rolle der Vorstandsmitglieder, der verschiedenen Mitgliedsarten (korporativ, individuell und ehrenhalber) sowie der Prime-

Sponsoren und Förderer. Darüber hinaus wurden die Regeln für die verschiedenen Wahlen präzisiert. Die Überarbeitung der Dokumente wurde auch dazu genutzt, verschiedene Begriffe zu vereinheitlichen und die Übereinstimmung zwischen der englischen und französischen Fassung zu verbessern.

Wie auch in den Vorjahren wurde im Einzelnen in der Mitgliederversammlung über die von der ITA genutzten Kommunikationsmittel und deren Entwicklung berichtet:

Die seit 2005 nur noch 1 x jährlich erscheinenden ITA-Nachrichten „Tribune“ waren in der Ausgabe 2011 auf den Tunnelbau in Finnland fokussiert. Außerdem waren die Tätigkeitsberichte von ITA-Mitgliedsländern sowie Firmenprofile von Prime-Sponsoren und Förderern der ITA aufgeführt.

Seit der Mitgliederversammlung 2010 im Mai in Vancouver (Kanada) sind 5 Ausgaben der „ita@news“ herausgegeben und per E-Mail versendet worden. Insgesamt wurden somit 39 x jeweils neueste Nachrichten aus der ITA, den Arbeitsgruppen und von den Mitgliedsländern über künftige tunnelbauspezi-



ITA-Mitgliederversammlung (v. l. n. r. Olivier Vion, In-Mo Lee, Martin Knights, Markus Thewes)

ITA General Assembly (from l. to r. Olivier Vion, In-Mo Lee, Martin Knights, Markus Thewes)

of member countries had risen by 6 to reach 64 since the previous year. New member countries are: Azerbaijan, Belarus, Nepal, Panama, Serbia and United Arab Emirates. Furthermore 15 corporative and 5 individual new members were welcomed. As a result the ITA now has 64 member nations, 187 corporative and 123 individual members making allowances for those who have bowed out.

Alterations to the statutes and the rules of procedure of the ITA represented an important point on the agenda. For example the function of the association's general-secretary was abolished. In future his re-

sponsibilities will be taken over by the president and his duties transferred to the executive director. As far as membership is concerned clarification ensued regarding the role of the Executive Council members, the various kinds of members (corporative, individual and honorary) as well as prime sponsors and patrons. Furthermore the rules for the different elections were tightened up. This revision process was also applied to standardise various terms and harmonise the English and French versions.

As in previous years the members were informed about the means of communication used by the ITA and their de-

Damit **Helden der Baustelle** weiterkommen!

Hartmetall-Werkzeugsysteme für Tunnelbau: [www.betek.de](http://www.betek.de)

**BETEK**  
Weiterkommen!

fische Tagungen, Ausstellungen, Workshops und Seminare sowie Hinweise auf die Aktivitäten der internationalen Schwesergesellschaften publiziert. Der Verteilerkreis der „ita@news“ umfasst insgesamt rd. 8.000 Personen, Firmen, Ingenieurbüros und sonstige Institutionen. Das ITA-Sekretariat ist daran interessiert, von regelmäßigen Lesern ein Feedback zu erhalten.

Auf das wissenschaftliche Organ der ITA, die Zeitschrift „Tunnelling and Underground Space Technology (TUST)“, haben die ITA-Mitglieder nur noch in elektronischer Form Zugriff – dieser umfasst jedoch das gesamte Archiv. Im Jahr 2010 (Jahrgang 25) sind 6 Ausgaben erschienen, die insgesamt knapp über 800 Seiten umfassen. Im Jahr 2011 (Jahrgang 26) sind bisher 5 weitere Hefte mit einem Gesamtumfang von rd. 650 Seiten erschienen.

Die ITA-Website wird von ca. 5.800 Besuchern pro Monat aus 130 verschiedenen Ländern frequentiert, wobei die durchschnittliche Verweildauer über 10 Minuten beträgt. Neben den öffentlich zugänglichen Seiten gibt es auch einen passwortgeschützten Bereich zum internen Datenaustausch. Daneben gibt es einen neu gestalteten Teil der Website, der sich an Entscheidungsträger und an die allgemeine Öffentlichkeit richtet. Hier werden Information zur Nutzung und Planung unterirdischer Anlagen gegeben sowie deren spezifische Vorteile dargestellt.

Der Bericht über die Tätigkeiten der verschiedenen ITA-Arbeitsgruppen hat wie auch in den Vorjahren einen wesentlichen Raum in der Mitgliederversammlung eingenommen. Einzelheiten hierzu sind in Kapitel 5 nachzulesen.

Für die Jahrestagung 2014 hatte die Mitgliederversammlung schließlich den Tagungsort festzulegen. Beworben hatten sich die Städte São Paulo (Brasilien), Sydney (Australien) und Singapur (Singapur). In der ersten Runde erreichte keiner der Kandidaten die erforderliche absolute Mehrheit der 48 anwesenden und per Stimmübertragung vertretenen Mitgliedsländer (18 Stimmen für São Paulo, 8 für Sydney und 22 für Singapur). In der zweiten Abstimmungsrunde entschieden sich die Delegierten dann knapp für São Paulo als Austragungsort (26 Stimmen; Singapur: 22 Stimmen). In diesem Zusammenhang sind die Daten und Austragungsorte der folgenden Jahrestagungen von Interesse:

- 18. bis 23. Mai 2012, 38. ITA-Jahrestagung in Bangkok, Thailand; das Rahmenthema lautet: „Tunnelbau und unterirdische Räume für eine globale Gesellschaft“
- 31. Mai bis 5. Juni 2013, 39. ITA-Jahrestagung in Genf (Schweiz); das Rahmenthema lautet: „Untertage – der Weg in die Zukunft“ (gegenüber den ersten Ankündigungen wurde das Datum geändert!)
- 9. bis 15. Mai 2014, 40. ITA-Jahrestagung in São Paulo (Brasilien); das Rahmenthema lautet: „Tunnel für bessere Lebensbedingungen“.

Am Ende der Mitgliederversammlung wurde der langjährige Generalsekretär der ITA, Claude Berenguier, nach Ablauf seiner letzten Wahlperiode in den wohlverdienten Ruhestand verabschiedet (Bild 5). Prof. Dr.-Ing. Alfred Haack, von 1999 bis 2001 Präsident der ITA, erinnerte an die gemeinsame Zeit



Claude Berenguier verabschiedet sich als Generalsekretär der ITA  
Claude Berenguier steps down as ITA secretary-general

velopment: the ITA Newsletter "Tribune" which has only been published once a year since 2005 focused on tunnelling in Finland in the 2010 issue. Furthermore it contains reports on activities of ITA member states as well as company profiles of ITA prime sponsors and patrons.

Five issues of the "ita@news" have been published since the 2010 General Assembly in Vancouver (Canada) and sent by e-mail. Thus altogether 39 times the latest news from the ITA, its working groups, the member countries, on future conferences relating to tunnelling, exhibitions, workshops and seminars as well as indications about the activities of international sister organisations have been published. The distribution of "ita@news" now embraces some 8,000 persons, companies, architectural offices and other organisations. The ITA Secretariat is interested in obtaining a feedback from regular readers.

The ITA scientific organ, the journal "Tunnelling and Underground Space Technology (TUST)" is now only accessible to ITA members in electronic form – albeit it contains the entire archives. In 2010 (year 25) 6 issues were published containing a to-

tal of just over 800 pages. In 2010 (year 26) so far a further 5 issues embracing around 650 pages have been brought out.

The ITA Website is visited by around 5,800 users per month from 130 different countries with the average session amounting to over 10 min. In addition to publicly available pages there is also a password-protected area for the internal exchange of data. Additionally there is a newly developed part of the Website, which is intended for decision-makers and the general public. Information on utilisation and planning of underground facilities is provided here as well as their specific advantages.

As in previous years, the report on the activities of the various ITA Working Groups (WGs) occupied a substantial amount of the General Assembly's time. The pertinent details are provided in Chapter 5.

The General Assembly decided on the venue for the 2014 Annual Meeting. The cities of Sao Paulo (Brazil) and Sydney (Australia) and Singapore (Singapore) had applied. In the first round no candidate attained the necessary absolute majority from among the 48 member countries present or voting by proxy (18 votes



mit Berenguier und benannte die wichtigsten Meilensteine in Berenguiers beruflichem Leben. Berenguier, geboren 1942 in Saint-Etienne westlich von Lyon (Frankreich), startete 1965 nach dem Bauingenieurstudium an der ENTPE (Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat, Vaulx-en-Velin, östlich von Lyon) seine berufliche Karriere bei CETU (Centre d'Etudes des Tunnels, Bron/Lyon). Von dort wechselte er für 3 Jahre nach Paris zum Ministerium für Wirtschaft und internationale Angelegenheiten, um anschließend für 6 Jahre an die ENTPE zurückzukehren.

Danach arbeitete Berenguier von 1989 bis 1992 bei SETRA, einem staatlichen Institut für Straßenwesen und weitere 4 Jahre bei CETE Méditerranée, einem Büro für Infrastrukturen in der Mittelmeerregion. Von 1996 bis 2000 war er bei CODATU beschäftigt, einer Vereinigung für die Entwicklung und Verbesserung städtischer und unterirdischer Infrastrukturen. Schließlich arbeitete er von 2000 bis 2002 bei CNAM, dem französischen Institut für technische Wissenschaft, bevor er nach 36 Jahren Dienstzeit als Beamter in den Ruhestand trat.

Seine Aktivitäten für die ITA begannen bereits 1975 mit der ersten ITA-Mitgliederversammlung in München, an der er als Sekretär der PIARC (Weltstraßenvereinigung) teilnahm. Auf der Mitgliederversammlung in Melbourne 1987 wurde er zum Generalsekretär der ITA gewählt und hat dieses Amt 25 Jahre ausgefüllt. Er hat viel zur Entwicklung der ITA beigetragen und mit 9 Präsidenten zusammengearbeitet: 1987 bis 1989 Einar Broch (NO), 1990 bis 1992 Colin Kirkland (UK), 1993 bis 1995 Dan Eisenstein (CA), 1996 bis 1998 Sebastiano Pellizza (IT), 1999 bis 2001 Alfred Haack (DE), 2002 bis 2004 Andre Assis (BR), 2005 bis 2007 Harvey Parker (US), 2008 bis 2010 Martin Knights (UK) und 2011 bis 2013 In-Mo Lee (KR). Sein diplomatisches Feingefühl, sein Gespür für kritische Formulierungen, seine Freude am Reisen, sein Interesse an fremden Kulturen sowie seine Gabe, kritische Situationen mit Humor zu lösen, haben der ITA oft weitergeholfen. Der Vorstand und die Mitgliederversammlung danken Claude Berenguier für sein jahrzehntelanges Engagement und wünschen ihm und seiner Frau Nan für die Zukunft alles Gute.

for Sao Paulo, 8 for Sydney and 22 for Singapore). In the second round of voting the delegates then narrowly decided in favour of Sao Paulo as the venue (26 votes; Singapore 22 votes). In this connection the dates and venues for the following annual meetings are surely of interest:

- May 18 to 23, 2012, 38th ITA Annual Meeting in Bangkok, Thailand: with the motto "Tunnelling and Underground Spaces for a global Society"
- May 31 to June 5, 2013, 39th ITA Annual Meeting in Geneva (Switzerland) captioned: "Underground – the Way to the Future" (the date originally proposed has since been amended).
- May 9 to 15, 2014, 40th ITA Annual Meeting in Sao Paulo (Brazil); the topic: "Tunnels for better Living".

At the end of the General Assembly the long-standing ITA secretary-general, Claude Berenguier stepped down after his final period of tenure (Fig. 5). Prof. Alfred Haack, ITA president from 1999 till 2001, recalled his joint term with Berenguier and referred to the most important milestones in Berenguier's professional life. Berenguier, born

1942 in St. Etienne to the west of Lyon (France), commenced his career in 1965 after studying construction engineering at the ENTPE (Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat, Vaulx-en-Velin, to the east of Lyon) at CETU (Centre d'Etudes des Tunnels, Bron/Lyon). From there he switched for 3 years to the Ministry for Economics and International Affairs in Paris before returning to the ENTPE for a 6 year period. Subsequently Berenguier worked from 1989 till 1992 for SETRA, a state institute for highways and a further 4 years for CETE Méditerranée, an office for infrastructures in the Mediterranean region. He was on the payroll of CODATU, an association for the development and improvement of urban and underground infrastructures from 1996 till 2000. Then from 2000 till 2002 he was with CNAM, the French institute for technical science, before he retired after 36 years as a civil servant.

His activities with the ITA began back in 1975 with the first ITA General Assembly in Munich, which he took part in as the secretary of the PIARC (World Road Association). He was selected to become the secretary-general of

# GROSSES BEWEGEN!



Maschinen  
Stahlbau



Dresden  
Niederlassung der Herrenknecht AG

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

#### 4 ITA-Vorstand

Mit der Vollversammlung in 2010 sind alle Mitglieder des Vorstandes für 3 Jahre gewählt bzw. bestätigt sowie für neue Aufgaben nominiert worden. Dementsprechend standen in 2011 keine Wahlen an. François Vuilleumier, Schweiz, war als Schatzmeister bis 2010 gewählt und ist zwischenzeitlich aus dem Vorstand ausgeschieden. Seine Aufgaben hat Felix Amberg übernommen, der 2010 bereits gewählt wurde. Der ITA-Vorstand setzt sich deshalb unverändert wie folgt zusammen:

**I.-M. Lee**, Korea, Präsident bis 2013  
**M. Knights**, Großbritannien, Altpräsident bis 2013  
**M. Thewes**, Deutschland, Erster Vizepräsident bis 2013  
**B. Yun**, China, Vizepräsident bis 2013  
**S. Eskesen**, Dänemark, Vizepräsident bis 2013  
**I. Hrdina**, Tschechische Republik, Vizepräsident bis 2013  
**A. Elioff**, USA (bis 2013)  
**P. Kocsonya**, Ungarn (bis 2013)  
**R. P. Lovat**, Kanada (bis 2013)  
**C. N. Ow**, Singapur (bis 2013)  
**D. Peila**, Italien (bis 2013)  
**F. Amberg**, Schweiz, Schatzmeister bis 2013

S. Calinescu, Rumänien, wurde durch die Mitgliederversammlung für ein weiteres Jahr als interner Rechnungsprüfer bestätigt. Pekka Särkkä, Finnland, war als Vertreter des Gastgeberlandes Finnland für den Welttunnelkongress 2011 im Vorstand vertreten und wird dementsprechend nach dem WTC '11 ausscheiden. Für die Welttunnelkongresse 2012, 2013 und 2014 werden dem ITA-Vorstand Vince Suwansawat, Thailand, Felix Amberg,

Schweiz, und Tarcisio Celestino, Brasilien, zur Seite gestellt. Ihre Amtszeiten laufen bis zum Jahr 2012, 2013 bzw. 2014. Daneben unterstützt seit 1. Januar 2009 Olivier Vion als hauptamtlicher Geschäftsführer der ITA den Vorstand.

Zwischenzeitlich wurden innerhalb des Vorstandes folgende Zuständigkeiten definiert:

- Technische Angelegenheiten: Thewes, Elioff und Peila
- Allgemeine Angelegenheiten: Eskesen, Ow und Kocsonya
- Sponsoren und Industriekontakte: Hrdina und Lovat
- Akquisition und Koordination mit Mitgliedsländern: Bai
  - Süd-Ost-Asien: Ow und H. Wagner (externer Experte)
  - Russland und Nachbarländer: Lovat und Belenkey (externer Experte)
- Kommunikation: Knights.

Darüber hinaus werden folgende Personen den Vorstand in speziellen Fragestellungen unterstützen:

- **Andre Assis und Piergiorgio Grasso**: Entwicklung der Verbände in Südamerika
- **Harvey Parker**: Beziehungen zu den Vereinten Nationen
- **Eivind Grov**: Beziehungen zur Industrie und zu ITA-TECH
- **Yann Leblais**: Tutor der Arbeitsgruppe 11.

#### 5 Tätigkeitsberichte der Arbeitsgruppen und Komitees

Von Seiten des ITA-Vorstandes wurde beschlossen, die Arbeit der Arbeitsgruppen stärker zu fördern, da sie maßgeblich zur positiven Außendarstellung der ITA beitragen. Gerade

the ITA at its 1987 General Assembly in Melbourne and filled this post for all of 25 years. He contributed a great deal towards the development of the ITA and collaborated with no less than 9 presidents: 1987 till 1989 Einar Broch (NO), 1990 till 1992 Colin Kirkland (UK), 1993 till 1995 Dan Eisenstein (CA), 1996 till 1998 Sebastiano Pellizza (IT), 1999 till 2001 Alfred Haack (DE), 2002 till 2004 Andre Assis (BR), 2005 till 2007 Harvey Parker (US), 2008 till 2010 Martin Knights (UK) and 2011 till 2013 In-Mo Lee (KR). His diplomatic finesse, his ability to find the right words, his love of travel, his interest in alien cultures as well as his ability to master critical situations with humour were often of help to the ITA. The Executive Council and the General Assembly would like to thank Claude Berenguier for his many years' involvement and wish him and his wife Nan all the best for the future.

#### 4 ITA Executive Council (EC)

All members of the EC were elected for 3 years or confirmed in office as well as nominated for new tasks at the 2010 General Assembly. As a result no elections took place in 2011. François Vuilleumier, Switzerland, was elected as treasurer until 2010 and has stepped down from the EC in the meantime. His duties have been taken over by Felix Amberg, who was elected in 2010. The ITA Executive Council is thus still made up as follows:

**I.-M. Lee**, Korea, president till 2013  
**M. Knights**, UK, past-president till 2013  
**M. Thewes**, Germany, 1st vice-president till 2013  
**B. Yun**, China, vice-president till 2013

**S. Eskesen**, Denmark, vice-president till 2013  
**J. Hrdina**, Czech Republic, vice-president till 2013  
**A. Elioff**, USA (till 2013)  
**P. Kocsonya**, Hungary (till 2013)  
**R. P. Lovat**, Canada (till 2013)  
**C. N. Ow**, Singapore (till 2013)  
**D. Peila**, Italy (till 2013)  
**F. Amberg**, Switzerland, treasurer till 2013

The General Assembly re-appointed S. Calinescu, Romania, as internal auditor for a further year. Pekka Särkkä, Finland, was represented in the EC on behalf of the host country Finland for the 2011 WTC but will accordingly step down after the event. Vince Suwansawat, Thailand, Felix Amberg, Switzerland and Tarcisio Celestino, Brazil are at the EC's disposal for the World Tunnel Congresses in 2012, 2013 and 2014 respectively. Olivier Vion, appointed executive director of the ITA on Jan. 1, 2009, also backs up the Executive Council.

In the interim the following activities have been defined within the EC:

- Technical Affairs: Thewes, Elioff and Peila
- General Affairs: Eskesen, Ow and Kocsonya
- Sponsor and Industry Relations: Hrdina and Lovat
- Member Nation Development and Coordination: Bai
  - South-East Asia: Ow and Wagner (external experts)
  - Russia and Neighbouring Countries: Lovat and Belenkey (external experts)
- Communication: Knights.

In addition the following persons will support the EC in special matters:

- **Andre Assis and Piergiorgio Grasso**: Development of the Associations in South America

in den Arbeitsgruppen wird die Zusammenarbeit von Personen aus verschiedenen Ländern realisiert und so der wichtige Erfahrungsaustausch ermöglicht. Das ITA-Sekretariat soll deshalb durch eine aktive Betreuung, durch den Einsatz eines Web-Meeting-Tools, durch ein verbessertes Web-Dokumenten-Management-System und durch verkürzte Peer-Review-Zyklen die Arbeitsgruppen unterstützen. Darüber hinaus soll auch beispielsweise durch den verstärkten Einsatz von Studenten versucht werden, die Leiter der Arbeitsgruppen zu entlasten. Der Bericht der AG-Leiter an den Vorstand soll zukünftig durch ein einseitiges Formular vereinfacht werden.

In Helsinki trafen sich 12 der aktiven ITA-Arbeitsgruppen zur Fortführung ihrer fachlichen Diskussionen. Die Vorsitzenden der Arbeitsgruppen berichteten in der Mitgliederversammlung am 25. Mai 2011 über den Stand der Arbeiten und die für die kommenden Monate geplanten Aktivitäten.

#### Arbeitsgruppe 2: Forschung

Leitung: Eric Leca, Frankreich; stellvertretende Leitung: Chung-Sik Yoo, Korea; Tutor: Søren Eskesen, Dänemark

An den Beratungen nahmen 14 Fachleute aus 12 Ländern teil.

Der aktuelle Entwurf des von der Arbeitsgruppe erarbeiteten Dokumentes zur „Überwachung und Steuerung von Arbeiten im Tunnelbau“, der sowohl die Anmerkungen der Arbeitsgruppenmitglieder als auch die des ITA-Vorstandes berücksichtigt, wurde besprochen. Die endgültige Fertigstellung war für Ende Juni 2011

geplant. Die Empfehlungen für „Baugrunduntersuchungen zur Vorbereitung von Untertagearbeiten“ werden gemeinsam mit der ISRM bearbeitet. In der Sitzung wurde der aktuelle Entwurf durchgesehen und aktualisiert. Eine neue Version soll ebenfalls bis Ende Juni 2011 vorliegen.

Beim Thema Risikomanagement war die „Terminologie“ ein Schwerpunkt der Beratungen. Basierend auf Arbeiten der AFTES soll dazu ein erster Abschnitt für die „Leitlinien zum Risikomanagement im Tunnelbau“ erarbeitet werden.

Darüber hinaus wurde eine Präsentation zu den aktuellen Entwicklungen bei hochfesten Betonen gegeben. Zu diesem Thema soll ebenfalls ein Papier erarbeitet werden, um diese Entwicklung weiter zu fördern.

Für die Zukunft wurde als Thema „Nachhaltigkeit im Tunnelbau“ identifiziert. Um diesbezügliche Informationen aus ITA-Mitgliedsländern zu sammeln und zu sichten, wurde eine Unterarbeitsgruppe gegründet.

#### Arbeitsgruppe 3: Vertragspraxis beim unterirdischen Bauen

Leitung: Arnold Dix, Australien; stellvertretende Leitung: Martin Smith, Großbritannien; Tutor: Martin Knights, Großbritannien

An der Sitzung nahmen neben 19 Experten aus 13 Ländern auch 3 externe Gäste teil: Enrico Vink (Geschäftsführer der FIDIC), Robert Gerrard (NEC3) und ein Vertreter des Schweizer Ingenieur- und Architektenverein SIA.

- **Harvey Parker:** Relations with United Nations
- **Eivind Grov:** Relations with Industry and ITA-TECH
- **Yann Leblais:** Working Group 11 Tutor.

#### 5 Activities of the Working Groups and Committees

The ITA Executive Council decided to promote the activities of the Working Groups (WGs) more strongly as they contribute decisively to the ITA's image in the world outside. Collaboration between persons from different countries is accomplished in the WGs in particular thus encouraging an important exchange

of experiences. As a result the ITA Secretariat will support the WGs by means of active backup, the application of a web meeting tool, an improved web document management system and shorter peer review cycles. Furthermore an attempt will be made e. g. through the increased deployment of students to relieve those heading the WGs. In future the WG animateur will provide his report to the EC as a single-page format to simplify matters.

In Helsinki 12 of the active ITA working groups met to continue their technical discussions. The animateurs of the WGs reported



#### Die sichere Rohr- und Kabelführung für Stollen, Bahn- und Strassentunnel von LANZ zu international konkurrenzfähigen Preisen:

- **LANZ Weitspann-Multibahnen** Kabelleiter nach IEC 61537. Bahnen für hohe Belastung und grosse Stützabstände.
  - **LANZ MULTIFIX Trägermaterial (pat.)** C-Profil mit eingewickelten, 5 mm verzahnten Flanken für die solide, abrutschsichere Montage von LANZ Weitspann-Mb und Rohrschellen.
  - **Elektro-Installationsrohre LANZ-ESTA** Ø M16 – M63.
  - **MULTIFIX Rohrschellen (pat.)** für Rohre Ø 15 mm – 115 mm.
  - **Handläufe mit Beleuchtung** für max. Personensicherheit.
- Aus Stahl tauchfeuerverzinkt oder aus Stahl rostfrei A4 WN 1.4571 und 1.4539 für höchste Korrosionsresistenz.  
 → Geprüft für Funktionserhalt im Brandfall E 30 / E 90.  
 → Schockgeprüft 3 bar und Basisschutz.

Beratung, Offerte, rasche preisgünstige Lieferung weltweit von **lanz oensingen ag 4702 Oensingen** Tel. 062 388 21 21 e-mail [info@lanz-oens.com](mailto:info@lanz-oens.com) Fax 062 388 24 24

Mich interessieren ..... Bitte senden Sie Unterlagen.  
 Könnten Sie mich besuchen? Bitte tel. Voranmeldung!  
 Name / Adresse / Tel. \_\_\_\_\_

K4



**lanz oensingen ag**

CH-4702 Oensingen  
 Telefon 062 388 21 21  
[www.lanz-oens.com](http://www.lanz-oens.com)

Südringstrasse 2  
 Fax 062 388 24 24  
[info@lanz-oens.com](mailto:info@lanz-oens.com)

Der ITA-Report Nr. 6 mit dem Titel „Checkliste für Vertragliche Rahmenbedingungen bei Bauverträgen für unterirdische Projekte“ ist erschienen. Dieses Dokument enthält wichtige Hinweise für die Gestaltung von Bauverträgen, um die Projektziele für alle Beteiligten mit möglichst fairen Rahmenbedingungen zu erreichen.

In einem nächsten Schritt sollen die Verträge, die nach verschiedenen Vertragsmustern aufgestellt wurden (z.B. FIDIC, NEC3 oder SIA) mit der Checkliste untersucht werden und mit den Erfahrungen aus realen Projekten verglichen werden. Zum Arbeitsgruppentreffen in 2012 soll ein erster Bericht vorgelegt werden, der dann nach einer weiteren Überarbeitung 1 Jahr später dem ITA-Vorstand überreicht wird.

#### **Arbeitsgruppe 5: Gesundheit und Sicherheit im Tunnelbau**

Leitung: Donald Lamont, Großbritannien; stellvertretende Leitung: Martin Vogel, Schweiz; Tutor: Ivan Hrdina, Tschechische Republik

Die anwesenden 7 Delegierten aus 7 Ländern haben die Überarbeitung des Heftes „Sicher arbeiten im Tunnelbau“, die mit finanzieller Unterstützung der BG Bau durchgeführt wurde, nunmehr fertig gestellt (Bild 6).

Die endgültige Version wurde zwischenzeitlich zur Durchsicht an den ITA-Vorstand gegeben. Darüber hinaus wurden Empfehlungen für Arbeiten unter Druckluft aufgestellt. Der aktuelle Entwurf soll sowohl dem britischen Tunnelbaukomitee als auch dem ITA-Vorstand zur Durchsicht vorgelegt werden. Ferner sind Empfehlungen für



Die überarbeitete deutsche Fassung des Leitfadens „Sicher arbeiten im Tunnelbau“ ist bereits verfügbar

The revised German version of the booklet "Safety in Tunneling" is now available

die Sicherheit bei Schachtbauarbeiten in Bearbeitung. Diese Arbeiten werden in enger Kooperation mit dem südafrikanischen Tunnelbaukomitee (SANCOT) durchgeführt.

#### **Arbeitsgruppe 6: Instandhaltung und Instandsetzung unterirdischer Bauwerke**

Leitung: Henry Russell, USA; stellvertretende Leitung: René van den Bosch, Niederlande; Tutor: Bai Yun, China

An der Sitzung beteiligten sich Fachleute aus 6 Ländern.

Die Beratungen in der Arbeitsgruppe betrafen den „Leitfaden für den baulichen Brandschutz bei U-Bahntunneln“. Dieses Dokument stellt eine wichtige Ergänzung zu dem entsprechenden Leitfaden für Straßentunnel dar, der bereits von der Arbeitsgruppe veröffentlicht wurde. Als weitere zukünftige Arbeitsfelder wurden zum Einsatz von Brandbekämpfungsanlagen in

to the General Assembly on May 25, 2011 on the stage reached by their work and the activities scheduled for the months ahead.

#### **Working Group 2: Research**

Animateur: Eric Leca, France; vice-animateur: Chung-Sik Yoo, Korea; Tutor: Søren Eskesen, Denmark 14 experts from 12 countries took part in the consultations.

The current draft of the document on "Monitoring and Control for Tunnelling Projects" compiled by the WG, which takes into account both reflections

put forward by members of the WG as well as comments from the ITA Executive Council, was discussed. The final draft was scheduled for completion in June 2011. The recommendations for the "Strategy for Site Investigations of Underground Works" are being jointly processed with the ISRM. The current draft was scrutinised and updated during the session. A new version is also to be made available by the end of June 2011.

With regard to risk management the deliberations honed in on "Terminology". Based on work by AFTES an opening section for the "Guideline on Tunnelling Risk Management" is to be compiled.

In addition a presentation on current developments for high-strength concretes was put forward. A paper is also to be drafted on this topic in order to further foster its development.

For the future the subject of "Sustainability in Tunnelling" was selected. A sub-WG was

set up to collect and scrutinise relevant data from ITA member countries.

#### **Working Group 3: Contractual Practices in Underground Construction**

Animateur: Arnold Dix, Australia; vice-animateur: Martin Smith, UK; tutor: Martin Knights, UK 19 experts from 13 countries participated in the session as well as 3 external guests: Enrico Vink (executive director of the FIDIC), Robert Gerrard (NEC3) and a representative of the Swiss Engineers and Architects Association SIA.

The ITA Report No. 6 captioned Contractual Framework Checklist for Subsurface Construction Contracts has been published. This document contains important pointers for drafting construction contracts in order to assure that the project objectives for all those involved are arrived at under the fairest possible conditions.

As a next step contracts, which were drafted in keeping with various contractual patterns (e.g. FIDIC, NEC3 or SIA) are to be perused and compared with findings derived from actual contracts. An initial draft is to be tabled at the WG session in 2012, which is to be passed on to the ITA Executive Council 1 year later following a subsequent revision.

#### **Working Group 5: Health and Safety in Tunnelling**

Animateur: Donald Lamont, UK; vice-animateur: Martin Vogel, Switzerland; tutor: Ivan Hrdina, Czech Republic

The 7 delegates attending from 7 countries have now completed the revision of the booklet "Safety in Tunnelling", which

Straßentunneln und zum anderen der Grundwasserzutritt während des Betriebs sowie die diesbezügliche Sanierung mit Injektionen festgelegt.

#### **Arbeitsgruppe 9: Seismische Effekte**

Leitung: Wenge Qiu, China; Vice Animateur: Gary Kramer, Kanada; Tutor: Daniele Peila, Italien

An den Diskussionen dieser Arbeitsgruppe beteiligten sich in Helsinki 8 Fachleute aus 5 Ländern.

Zunächst wurde die Überarbeitung zweier früher erstellter Berichte diskutiert. In dem einen geht es um den erdbebensicheren Entwurf unterirdischer Bauwerke (Aseismic Design of Underground Structures, 1987) und in dem zweiten um die Analyse von unterirdischen Bauwerken in Bezug auf Erdbebensicherheit (Seismic design and analysis of underground structures, 2001). Weiterhin wurde die Liste der Schäden an Tunneln, die durch Erdbeben verursacht wurden um die Auswirkungen des Erdbebens in Wenchuan (China, 2008) und Miyagi (Japan, 2011) ergänzt.

Darüber hinaus wurde festgelegt, einen neuen Leitfaden aufzustellen, in dem besonders die Erdbebensicherheit städtischer unterirdischer Bauwerke, die Sicherheit flacher Tunnel, die Sicherheit besonders langer Tunnel in großer Tiefe oder die Sicherheit von Tunneln in aktiven Störzonen im Vordergrund stehen. Dazu sollen zunächst bestehende Richtlinien, Normen und Vorschriften vor allem aus den Mitgliedsstaaten der ITA sowie Veröffentlichungen von Experten gesammelt werden. Ein erster Entwurf des Leitfadens ist für 2013 geplant.

#### **Arbeitsgruppe 11: Unterwassertunnel**

Leitung: Christian Ingerslev, USA; stellvertretende Leitung: Jonathan Baber, Großbritannien; Tutor: Yann Leblais, Frankreich

Die Diskussionen in dieser Arbeitsgruppe wurden von 24 Experten aus 8 Ländern geführt. Zunächst wurde eine Übersicht über 13 neue Projekte gegeben, die zu einer lebhaften Diskussion über die speziellen Herstellungstechnologien führte.

Seit der letzten Sitzung sind erste Teile eines Leitfadens für Eigentümer von Unterwassertunneln bereits fertig gestellt worden: Neben der Einleitung sind die ersten 6 von 40 Punkten soweit aufbereitet, dass sie auf der ITA-Webseite veröffentlicht werden können.

Am 5. und 6. Oktober 2010 wurde in Zusammenarbeit mit ITACET in Abu Dhabi ein zweitägiger Kurs mit dem Titel „Planung und Bau von Unterwassertunneln“ gehalten. Darüber hinaus wurde im Oktober 2010 auf dem International Symposium on Archimedes Bridge in China (ISAB-2010) eine Keynote Lecture über „Unterwasser- und schwimmende Tunnel“ gegeben.

Für die Zukunft ist die Erstellung eines Heftes über Umweltschutzgesichtspunkte von Unterwassertunneln vorgesehen. Daneben soll die Aktualisierung der Projektliste vorangetrieben werden und der oben genannte Leitfaden für Eigentümer um weitere 14 Kapitel ergänzt werden. Darüber hinaus ist für den nächsten Kongress die Erstellung einer Kurzdarstellung über Unterwassertunnel geplant.

was undertaken with the financial support of the BG Bau (Fig. 6). The final version has in the meantime been passed on to the ITA Executive Council to be scrutinised. In addition recommendations for working in compressed air “Guidelines for good Working Practice in high-pressure Compressed Air” have been drafted. The current draft is to be tabled to both the British Tunnelling Society as well as the ITA Executive Council for scrutiny. Furthermore safety recommendations for shaft construction work are being drafted in close collaboration with the South African National Committee on Tunnelling (SANCOT).

#### **Working Group 6: Maintenance and Repair of Underground Structures**

Animateur: Henry Russell, USA; vice-animateur: René van den Bosch, Netherlands; tutor: Bai Yun, China

Experts from 6 countries took part in the discussions.

The WG’s consultations centred on guidelines for “Structural Fire Protection for Metro Tunnels”. This document represents an important follow-up to the corresponding guidelines on road tunnels, which has already been published by the WG. It was determined that future activities would concern the application of fire-extinguishing systems in road tunnels as well as ingressing groundwater during operation and corresponding renovation by means of grouting,

#### **Working Group 9: Seismic Effects**

Animateur: Wenge Qiu, China, vice-animateur: Gary Kramer, Canada; tutor Daniele Peila, Italy

In Helsinki 8 experts from 5 countries took part in this working group’s discussions.

Firstly the revision of 2 previously completed reports was discussed. The one relates to “Aseismic Design of Underground Structures”, 1987 and the second to “Seismic Design and Analysis on Underground Structures”, 2001. Furthermore the list of damage to tunnels caused by seismic activity was augmented with the effects of the earthquakes in Wenchuan (China, 2008) and Miyagi (Japan, 2011).

It was also decided to compile new guidelines, which focus particularly on seismic safety of urban underground structures, the safety of shallow tunnels, the safety of especially long tunnels at great depth or the safety of tunnels in active fault zones. Towards this end first of all existing guidelines, norms and regulations principally from ITA member countries as well as publications by experts are to be collected. An initial draft of this document is scheduled for 2013.

#### **Working Group 11: Immersed and Floating Tunnels**

Animateur: Christian Ingerslev, USA; vice-animateur; Jonathan Baber, UK; tutor: Yann Leblais, France

24 experts from 8 countries attended the deliberations of this WG. First of all an overview of 13 new projects was provided, which led to a lively discussion on the special production technologies.

Since the last session the first parts of an “Owners’ Guide” for immersed tunnels has been compiled: in addition to the introduction the first 6 of 40 aspects have been prepared to

### Arbeitsgruppe 12: Anwendung von Spritzbeton

Leitung: Atsumu Ishida, Japan; stellvertretende Leitung: Odd-Bjorn Kleven, Norwegen; Tutor: Felix Amberg, Schweiz

Aus 14 Ländern beteiligten sich 23 Experten an den Diskussionen dieser Arbeitsgruppe.

Thematisch wurden die laufenden und zukünftigen Aktivitäten besprochen. In diesem Zusammenhang wurde der erste Entwurf eines ITA-Reports zu faserbewehrtem Spritzbeton diskutiert. Die Fertigstellung ist nach der Vollversammlung in 2012 geplant. Ferner wurde ein Papier zur Dauerhaftigkeit von Spritzbeton und die zugehörigen Qualitätssicherungstests verteilt und um Ergänzung durch die Mitglieder der Arbeitsgruppe gebeten. Darüber hinaus wurde eine Unterarbeitsgruppe gebildet, die sich mit spritzbaren Abdichtungssystemen beschäftigt. Bezüglich der Zertifizierung von Düsenführern wurde zwischenzeitlich der „Stand der Technik“ in verschiedenen Ländern eruiert und schließlich eine Zusammenarbeit mit ITA-CET und EFNARC beschlossen.

### Arbeitsgruppe 14: Mechanisierter Vortrieb

Leitung: Lars Babendererde, Deutschland; stellvertretende Leitung: Felix Amberg, Schweiz; Tutor: Katsuji Fukumoto, Japan

Die Zusammenstellung von herausragenden Projekten, die anschaulich die Möglichkeiten des maschinellen Vortriebs zeigen, wurde weiter um aktuelle Projekte ergänzt. Im Zuge der Verbesserung der Zusammenarbeit zwischen den einzelnen Arbeitsgruppen sol-

len in einem gemeinsamen Dokument „Schlüsselthemen im Tunnelbau“ Hinweise für die Anwendbarkeit verschiedener Tunnelbautechnologien gegeben werden. Die Arbeiten an diesem Dokument wurden fortgesetzt.

### Arbeitsgruppe 15: Tunnelbau und Umwelt

Leitung: Jan Rohde, Norwegen; stellvertretende Leitung: Yoshikazu Ota, Japan; Tutor: Amanda Elioff (USA)

Sechs Experten aus 6 Ländern nahmen an den Beratungen in Helsinki teil.

Zu Beginn der Sitzung wurden die zu erreichenden Ziele für die nächsten Jahre definiert. Hauptziel ist die Erstellung eines internationalen Syntheserberichtes über Umweltauswirkungen – unabhängig davon, ob nützlich oder schädlich – die der Tunnelbau auf die Umwelt hat. Anhand von Fallbeispielen soll dabei veranschaulicht werden, welche Auswirkungen spezielle Projekte auf die Umwelt und den Klimaschutz im Mitgliedsland und überregional hatten. Daneben soll die Sammlung über entsprechende Projekte der Mitgliedsländer fortgeführt werden. Der Abschluss dieser Arbeiten ist für 2012 und der endgültige Entwurf des Berichtes für 2013 geplant.

### Arbeitsgruppe 17: Lange Tunnel in großer Tiefe

Leitung: Gérard Seingre, Schweiz; stellvertretende Leitung: Jenny Yan, China; Tutor: Piergorgio Grasso, Italien

Auf der Sitzung, an der 10 Vertreter aus 10 Ländern teilnahmen, wurde zunächst Jenny Yan (China) als stellvertretende

solche an dem Text, dass sie in der Lage sind, veröffentlicht zu werden auf der ITA Website.

Am 5. und 6. Oktober 2010 wurde ein 2-tägiger Kurs in Abu Dhabi in Zusammenarbeit mit ITACET durchgeführt, der mit dem Titel „Design and Construction of Immersed Tunnels“ beschriftet war. Weiterhin wurde im Oktober 2010 auf dem Internationalen Symposium über die Archimedes-Brücke in China (ISAB-2010) eine Keynote-Vorlesung über „Immersed and Floating Tunnels“ gehalten.

Für die Zukunft ist die Zusammenstellung eines Berichts über die Umweltaspekte von Immersed- und Floating-Tunnels vorgesehen. In Ergänzung zu dieser Aktualisierung der Liste der Projekte ist die Fortsetzung der oben genannten Leitfaden für Eigentümer durch weitere 14 Kapitel vorgesehen. Weiterhin ist eine kurze Präsentation über Immersed- und Floating-Tunnels für den nächsten Kongress geplant.

### Working Group 12: Shotcrete Use

Animateur: Atsumu Ishida, Japan; vice-animateur: Odd-Bjorn Kleven, Norwegen; Tutor: Felix Amberg, Schweiz  
23 Experten aus 14 Ländern nahmen an den Beratungen der Arbeitsgruppe teil.

Die laufenden und zukünftigen Aktivitäten wurden diskutiert. In diesem Zusammenhang wurde der erste Entwurf eines ITA-Reports zu spritzbetonbewehrtem Tunnelbau diskutiert. Die Fertigstellung ist nach der Vollversammlung in 2012 geplant. Ferner wurde ein Papier zur Dauerhaftigkeit von Spritzbeton und die zugehörigen Qualitätssicherungstests verteilt und um Ergänzung durch die Mitglieder der Arbeitsgruppe gebeten. Darüber hinaus wurde eine Unterarbeitsgruppe gebildet, die sich mit spritzbaren Abdichtungssystemen beschäftigt. Bezüglich der Zertifizierung von Düsenführern wurde zwischenzeitlich der „Stand der Technik“ in verschiedenen Ländern eruiert und schließlich eine Zusammenarbeit mit ITA-CET und EFNARC beschlossen.

in verschiedenen Ländern in der Zwischenzeit und in Zusammenarbeit mit ITACET und EFNARC entschieden wurde.

### Working Group 14: Mechanisation of Excavation

Animateur: Lars Babendererde, Deutschland; vice-animateur: Felix Amberg, Schweiz; Tutor: Katsuji Fukumoto, Japan

Die Zusammenstellung von herausragenden Projekten, die anschaulich die Möglichkeiten des maschinellen Vortriebs zeigen, wurde weiter um aktuelle Projekte ergänzt. Im Zuge der Verbesserung der Zusammenarbeit zwischen den einzelnen Arbeitsgruppen sol-

### Working Group 15: Underground Works and the Environment

Animateur: Jan Rohde, Norwegen; vice-animateur: Yoshikazu Ota, Japan; Tutor: Amanda Elioff (USA)  
Sechs Experten aus 6 Ländern nahmen an den Beratungen in Helsinki teil.

Zu Beginn der Sitzung wurden die zu erreichenden Ziele für die nächsten Jahre definiert. Hauptziel ist die Erstellung eines internationalen Syntheserberichtes über Umweltauswirkungen – unabhängig davon, ob nützlich oder schädlich – die der Tunnelbau auf die Umwelt hat. Anhand von Fallbeispielen soll dabei veranschaulicht werden, welche Auswirkungen spezielle Projekte auf die Umwelt und den Klimaschutz im Mitgliedsland und überregional hatten. Daneben soll die Sammlung über entsprechende Projekte der Mitgliedsländer fortgeführt werden. Der Abschluss dieser Arbeiten ist für 2012 und der endgültige Entwurf des Berichtes für 2013 geplant.

Leiterin der Arbeitsgruppe als Nachfolgerin für Minoru Shimokawachi (Japan) gewählt.

Nachdem die Arbeitsgruppe bereits vor dem WTC 2010 in Vancouver den ITA-Report 4 „Lange Tunnel in großer Tiefe“ fertig gestellt hatte, hat sie die zukünftigen Arbeiten festgelegt. Zunächst soll ein Weißbuch zur Finanzierung von Mega-Projekten erarbeitet werden. Es ist beabsichtigt, dieses im Laufe des Jahres 2012 zu veröffentlichen. Darüber hinaus soll ein Bericht über Zugangsstollen und Schächte bis 2013 veröffentlicht werden.

#### **Arbeitsgruppe 19: Konventioneller Tunnelbau**

Leitung: Heinz Ehrbar, Schweiz; stellvertretende Leitung: Robert Galler, Österreich; Tutor: Markus Thewes, Deutschland

Insgesamt 13 Teilnehmer aus 11 Ländern beteiligten sich an den Beratungen dieser Arbeitsgruppe. Zu Beginn der Sitzung wurden 2 Vorträge gehalten: einer zur U-Bahn in San Francisco unter dem Titel „Traditionelle Praktiken beim konventionellen Tunnelbau im städtischen Umfeld in den USA“ und ein zweiter, der sich mit dem Vergleich von Design-Bid-Build (DBB) und Design-Build (DB) Verträgen beschäftigte.

Die Hauptaufgabe der Arbeitsgruppe 19 ist nach wie vor die Aufstellung eines Leitfadens für spezielle vertragliche Aspekte beim konventionellen Tunnelbau. Zur Sitzung wurde der zweite Entwurf vorgelegt und intensiv diskutiert. Es ist vorgesehen, den Leitfaden bis zur nächsten Sitzung in Bangkok soweit fertig zu stellen, dass dieser dem ITA-Vorstand vorgelegt werden kann.

Anknüpfend an die Diskussionen im Vorjahr ist geplant, ein gemeinsames Dokument zu Tunnelbauverfahren zu erstellen. Die Arbeiten dazu sollen 2012 begonnen werden.

#### **Arbeitsgruppe 20: Innerstädtische Probleme, unterirdische Lösungen**

Leitung: Wout Broere, Niederlande; stellvertretende Leitung: derzeit vakant; Tutor: Pál Kocsonya, Ungarn

Aus 13 Ländern nahmen 19 Experten an den Beratungen dieser Arbeitsgruppe teil.

Die Gruppe hat gute Fortschritte in der Ausarbeitung eines Überblicks über typische Herausforderungen städtischer Planungen und der dazu verfügbaren Lösungen durch Nutzung des unterirdischen Raumes erzielen können. Der endgültige Entwurf des Berichtes unter dem Titel „Städtische Probleme – unterirdische Lösungen“ wurde von der Gruppe auf der Sitzung verabschiedet.

Ein weiterer Schwerpunkt lag auf der Sammlung von Fallbeispielen, die den Vorteil von unterirdischen Anlagen verdeutlichen. Hierbei liegt der Fokus auf dem Einfluss der unterirdischen Infrastruktur auf Sachwerte sowie der Bereitstellung einer soliden Basis für die Kosten-Nutzen-Analyse.

#### **ITA-CET – Committee on Education and Training**

Das Komitee für Ausbildung und Training (ITA-CET) hat sich seit der Vollversammlung 2010 in Vancouver 2 x getroffen. Insgesamt wurden bisher 18 Trainingskurse angeboten, darunter einer in französischer Sprache und ein Online-Trainingskurs an der Universität

se activities are expected to be concluded in 2012 and the final draft of the report in 2013.

#### **Working Group 17: Long Tunnels at great Depth**

Animateur: Gérard Seingre, Switzerland; vice-animateur: Jenny Yan, China; tutor: Piergorgio Grasso, Italy

The WG session was attended by 10 representatives from 10 countries. First of all Jenny Yan (China) was appointed vice-animateur of the Working Group to succeed Minoru Shimokawachi (Japan).

After the WG had completed the ITA Report 4 „Long Tunnels at Great Depth“ prior to the WTC in Vancouver, it concentrated on prioritising future activities. Firstly a White Book on the financing of mega projects is to be compiled. The intention is to have it published in the course of 2012. Furthermore a report on access galleries and shafts is to be published by 2013.

#### **Working Group 19: Conventional Tunnelling**

Animateur: Heinz Ehrbar, Switzerland; vice-animateur: Robert Galler, Austria; tutor: Markus Thewes, Germany

Altogether 13 participants from 11 countries attended this WG's deliberations. Two lectures were presented at the beginning of the session: one dealing with the subway in San Francisco captioned „Traditional Practices of Conventional Tunnelling in Urban Environment in the United States“ and a second relating to comparing Design-Bid-Build (DBB) and Design-Build (DB) contracts.

WG 19's main task still concerns the compilation of a document relating to special contractual aspects of conventional

tunnelling. The second draft was tabled at the session and discussed intensively. It is intended to ensure that the guide has been completed to such an extent by the time of the next session in Bangkok that it can be tabled to the Executive Council.

Following up last year's discussions it is planned to compile a joint document featuring tunnelling methods. The related activities are due to start in 2012.

#### **Working Group 20: Urban Problems – Underground Solutions**

Animateur: Wout Broere, Netherlands; vice-animateur: currently vacant; tutor: Pál Kocsonya, Hungary

19 experts from 13 countries participated in this WG's deliberations.

The WG has been able to register good progress in drawing up an overview relating to typical challenges faced by urban planning and the related available solutions provided by underground space. The final draft of the report captioned „Urban Problems – Underground Solutions“ was approved by the WG at the session.

Further emphasis was laid on the collation of case examples, which lay out the advantage of underground facilities. In this connection focus is directed on the influence of the underground infrastructure on tangible values as well as the provision of a solid basis for cost-benefit analysis.

#### **ITA-CET – Committee on Education and Training**

The Committee on Education and Training (ITA-CET) has met twice since the 2010 General Assembly in Vancouver. Altogether 18 training courses have so far been offered, including one

Texas. Die Themen waren beispielsweise: Konventioneller Tunnelbau, Mechanisierter Tunnelbau, Spritzbeton, Abdichtung, Risiko-Management, Sicherheit und Gesundheit, Nutzung unterirdischer Räume, Überwachung und Betrieb, Unterwassertunnel, Versorgungstunnel in Städten, Entwurf von Tunneln und Innovationen im Tunnelbau. Die Aktivitäten erfolgen in enger Zusammenarbeit mit der ITA-CET-Stiftung.

#### **ITACET-Stiftung**

Die am 25. September 2009 gegründete „Stiftung für Ausbildung und Training im Tunnelbau und der Nutzung unterirdischer Räume (ITACET)“ dient zur administrativen und finanziellen Durchführung von Ausbildungs- und Trainingsmaßnahmen. Ihr Hauptziel ist es, insbesondere in Schwellenländern die Ausbildung von im Tunnelbau tätigen Personen zu fördern.

Der Stiftungsrat hat sich seit dem WTC 2010 2 x getroffen. Innerhalb des ersten vollen Jahres nach der Gründung ist zunächst das Sekretariat in enger Zusammenarbeit mit dem der ITA installiert und die Webseite ([www.itacet.org](http://www.itacet.org)) online gestellt worden. Darüber hinaus wurden bisher 7 Newsletter versendet. Insgesamt wurden bisher 18 Trainingsprogramme in Zusammenarbeit mit dem ITA-CET-Komitee vorbereitet sowie eine Experten-Datenbank aufgebaut.

Nach dem WTC '10 wurden folgende Trainingskurse durchgeführt: Unterwassertunnel (Abu Dhabi, Oktober 2010), Baumethoden (Buenos Aires, Oktober 2010), Entwurfsgrundlagen (Bangkok, November 2010, und Kuala Lumpur, Februar 2011) sowie Spritzbeton (Helsinki, Mai

2011 – WTC 2011). An den Kursen nahmen jeweils zwischen 40 und 160 Personen teil. In Summe haben seit der Gründung von ITA-CET rund 700 Personen Trainingskurse besucht. Darüber hinaus sind folgende Kurse konkret geplant: Numerische Methoden (Hagenberg, Österreich, Juli 2011), Betriebliche Sicherheit (Shanghai, China, November 2011), Tunnelbau (Phnom Penh, Kambodscha, Dezember 2011) sowie Städtischer Tunnelbau (Bangkok, Thailand, Mai 2012 – WTC 2012).

Generell ist beabsichtigt, Veranstaltungen für Schwellenländer finanziell zu sponsern sowie Rahmenvereinbarungen mit den ITA-Mitgliedsländern und der Tunnelindustrie zu unterzeichnen.

#### **ITA-COSUF – Committee on Operational Safety of Underground Facilities**

Leitung: Didier Lacroix, Frankreich; Tutor: Felix Amberg, Schweiz

Das Komitee für betriebliche Sicherheit in unterirdischen Anlagen (ITA-COSUF) hat derzeit korporative 71 Mitglieder aus 23 Ländern. COSUF versteht sich als ein Kompetenzzentrum für den weltweiten Austausch von Fachwissen und Informationen bezüglich Sicherheit in unterirdischen Anlagen. Der Kern des Komitees sind die 4 Arbeitsgruppen:

- AG 1: Interaktion mit europäischen und internationalen Aktivitäten
- AG 2: Empfehlungen und bewährte Verfahren
- AG 3: Forschung und neue Erkenntnisse
- AG 4: Europäisches Forum für Sicherheitsbeauftragte von Straßentunneln.

in French and an online training course at the University of Texas. The topics were for example: conventional tunnelling, mechanised tunnelling, shotcrete, sealing, risk management, safety and health, use of underground spaces, monitoring and operation, immersed and floating tunnels, supply tunnels in cities, tunnel design and innovations in tunnelling. These activities are in close cooperation with the ITA-CET Foundation.

#### **ITACET Foundation**

The establishment of a "Foundation for Education and Training on Tunnelling and Underground Space Use" (ITACET) decided on by the member countries at the 2009 General Assembly was implemented on Sept. 25, 2009. The foundation serves the administrative and financial execution of educational and training measures. Its main objective is to promote education for persons involved in tunnelling especially in threshold countries.

The Foundation Council has met twice since the 2010 WTC. Within the first full year since its inception the Secretariat was first set up in close collaboration with the ITA and the Website ([www.itacet.org](http://www.itacet.org)) placed online. Furthermore 7 newsletters have been dispatched so far. All told 18 training programmes have so far been prepared in conjunction with the ITA-CET Committee as well as an expert data bank established.

The following training courses were held following the WTC '10: Immersed and Floating Tunnels (Abu Dhabi, October 2010), Construction Methods (Buenos Aires, October 2010), Design Principles (Bangkok, November 2010 and Kuala Lumpur, February 2011) as well as Shotcrete (Helsinki 2011

– WTC 2011). Between 40 and 160 persons took part at the various courses. Altogether since the ITACET was set up around 700 persons have attended training courses. In addition the following courses are at the concrete planning stage: Numerical Methods (Hagenberg, Austria, July 2011), Operational Safety (Shanghai, China, November 2011), Tunnelling (Phnom Penh, Cambodia, December 2011) as well as Urban Tunnelling (Bangkok, Thailand, May 2012 – WTC 2012).

Generally speaking it is intended to sponsor events for threshold countries financially as well as to sign framework agreements with the ITA member countries and the tunnelling industry.

#### **ITA-COSUF – Committee on Operational Safety of Underground Facilities**

Animateur: Didier Lacroix, France; tutor: Felix Amberg, Switzerland

The Committee on Operational Safety of Underground Facilities (ITA-COSUF) currently has 71 members from 23 countries. COSUF is intended as a centre of competence for the worldwide exchange of expert knowledge and information relating to safety in underground facilities. The 4 activity groups form the core of the committee:

- AG 1: interaction with European and international activities
- AG 2: Regulation and best Practice
- AG 3: Research and new Findings
- AG 4: European Forum of Road Tunnel Safety Officers.

Shortly after the 2010 WTC in Vancouver the COSUF General Assembly was held in Frankfurt



# GROUND CONTROL SOLUTIONS

New System Solution for Tunneling:  
DYWI® Inject Systems



Each tunnel has a different geology and requires specific customized products and systems. DSI Tunneling Products and Systems match these requirements perfectly.

Our extensive R&D activities guarantee innovative, flexible and reliable underground support products to control every imaginable condition. We offer a complete line of high-quality ISO 9001: 2000 certified and patented products. DSI is leading in the development, production and application of ground control solutions to the tunneling market. In line with our strong service approach, we are always committed to satisfying our customers' demands.

DSI is global market leader in the development, production and application of Post-Tensioning and Geotechnical Systems as well as Concrete Accessories for the Construction industry. DSI is also the leading supplier of Ground Control Solutions for the Mining and Tunneling industry worldwide.

**ALWAG SYSTEMS**

THREADBAR® Anchors  
Rebar Rock Bolts and Spiles  
DYWI® Drill Hollow Bar Bolts and IBO Self-Drilling Spiles  
OMEGA-BOLT® Expandable Friction Bolt  
AT - POWER SET Self-Drilling Friction Bolt  
DYWIDAG Rock Bolts and Soil Nails  
Mortar-Mixing Pumps  
Steel Arches and TH-Beams  
Liner Plates  
PANTEX Lattice Girders  
AT - LSC™ Element (Lining Stress Controller)  
AT - Pipe Umbrella Support System  
AT - Drainage System  
AT - GRP Injection System  
DYWI® Inject Systems  
DSI Waterproofing System

**DYWIDAG-SYSTEMS INTERNATIONAL**



*Local Presence - Global Competence*

[www.dsi-tunneling.com](http://www.dsi-tunneling.com)

EMEA  
Austria  
[www.dywidag-systems.at](http://www.dywidag-systems.at)

South America  
Chile  
[www.dsi-chile.com](http://www.dsi-chile.com)

North America  
USA  
[www.dsiunderground.com](http://www.dsiunderground.com)

APAC (ASEAN)  
Australia  
[www.dsiningproducts.com/au](http://www.dsiningproducts.com/au)

Kurz nach dem WTC 2010 in Vancouver hat am 8. Juni 2010 die COSUF-Mitgliederversammlung in Frankfurt zusammen mit einem Workshop unter dem Titel „Gefährdungsbeurteilung – Stand der Technik zum Umgang mit Sicherheit in unterirdischen Anlagen“ stattgefunden. Der Tagungsband ist auf CD verfügbar. Ein weiterer interner Workshop wurde unter dem Titel „City-Tunnel in Stockholm – Mittel zum effizienten und sicheren Transport“ am 19. und 20. Oktober 2010 in Stockholm durchgeführt.

Die am 23. Mai 2011 im Zusammenhang mit dem WTC in Helsinki durchgeführte jährliche Mitgliederversammlung wurde wieder mit einem öffentlichen Workshop gekoppelt, auf dem 11 Fachvorträge gehalten wurden. Überschriften war der Workshop mit „Sicherheit in unterirdischen Anlagen – Wie weit muss man gehen?“ (Bild 7).

Die Präsentationen und Diskussionen behandelten folgende Themen:

- Gefährliche Zwischenfälle – Auswirkungen und Belastungen
- Simulation, Validierung und Maßnahmen zur Ausmaßminderung



Der ITA-COSUF-Workshop weckte großes Interesse

The ITA-COSUF workshop aroused great interest

- Erfahrungen aus der Umsetzung.

Die zahlreichen Teilnehmer beteiligten sich sehr rege an den Diskussionen, denen bewusst einen großer Zeiträumen eingeräumt worden war. Die Vortragsfolien wurden den Teilnehmern zwischenzeitlich auf einer CD zugesendet und können den COSUF-Mitgliedern auf Anfrage zur Verfügung gestellt werden.

Auf der Mitgliederversammlung berichteten der Vorsitzende und die Arbeitsgruppenleiter über die Aktivitäten des vergangenen Jahres und gaben einen Ausblick auf die geplanten Aktivitäten im kommenden Jahr.

Auf eigenen Wunsch hat der bisherige Vorsitzende Felix Amberg sein Amt niedergelegt. Die Mitgliederversammlung bestätigte daraufhin den Vorschlag der Lenkungsgruppe und wählte Didier Lacroix als neuen Vorsitzenden. Felix Amberg steht COSUF zukünftig als Tutor zu Verfügung.

Der „Preis für herausragende Arbeiten im Arbeitsgebiet von COSUF“ für 2010 wurde im Rahmen des Workshops an Stefan Kratzmeir aus Deutschland für seine Arbeiten auf dem Gebiet des Brandschutzes von Tunneln mit Wassernebelanlagen verliehen (Bild 8).

#### ITA-CUS – Committee on Underground Space

Das Komitee zur Nutzung des unterirdischen Raumes hat sich zur Aufgabe gestellt, in der Öffentlichkeit das Bewusstsein dafür zu schärfen, welche Möglichkeiten unterirdische Räume und Anlagen bieten. Unter dieser Zielsetzung hat ITACUS die öffentliche Fachsitzung des WTC '11 gestaltet. Darüber und über die Ziele



Verleihung des ITA-COSUF-Preises durch Felix Amberg (links) an Stefan Kratzmeir

Stefan Kratzmeir is awarded the ITA-COSUF Prize by Felix Amberg (on the l.)

on June 8, 2010 together with a workshop on “Risk Assessment – The State of the Art Approach to deal with Safety in Underground Facilities”. The proceedings are available on CD. A further internal workshop was held in Stockholm on October 19 + 20, 2010 entitled “City Tunnel in Stockholm – Means for efficient and safe Transportation”.

The annual General Assembly held in conjunction with the WTC in Helsinki on May 23, 2011 was again coupled with an open workshop, at which 11 papers were presented. The workshop bore the caption “Designing Underground Safety – How far to go?” (Fig. 7). The presentations and discussions were devoted to the following topics:

- Hazardous Incidents
- Impacts and Loads
- Simulation, Validation and Mitigation Measures
- Experience gained when putting into Reality.

The numerous participants took an active part in the discussions, for which a large time frame was deliberately made available. The presentations have in the meantime been sent to the participants on CD and can be made available to COSUF members on request.

The animateur and the heads of the various AGs reported on the past year’s activities at the General Assembly and provided an insight of the activities planned for the coming year.

At his own request the incumbent animateur Felix Amberg stepped down so that the General Assembly adopted the proposal by the steering group and chose Didier Lacroix as the new animateur. Felix Amberg will in future be available to COSUF as tutor.

The “Prize for Outstanding Work in the COSUF Working Sector” for 2010 was awarded to Stefan Kratzmeir from Germany within the scope of the workshop for his activities in the field of Tunnel Fire Protection by Water Mist Systems (Fig. 8).

#### ITA-CUS – Committee on Underground Space

The Committee on Underground Space regards its task to be that of encouraging the public to become more aware of the possibilities afforded by underground space and facilities. With this goal in mind ITA-CUS staged the 2011 WTC open session. There have already been lengthy reports concerning this and the objectives of ITA-CUS.

von ITACUS wurde bereits zuvor ausführlich berichtet.

#### ITA-TECH – Committee on Technologies and Development

Auf der diesjährigen Mitgliederversammlung haben die Ländervertreter beschlossen, ein neues Komitee für „Technologie und Entwicklung“ zu gründen. Mit diesem Komitee soll den in der ITA vertretenen Lieferanten und Herstellern eine Plattform gegeben werden, um Technologien und industrielle Entwicklungen für das unterirdische Bauen zielgerichtet verbessern zu können. Ziel ist die Förderung neuer und verbesserter Bautechnologien sowie die Förderung nachhal-

tiger Entwicklungen unterirdischer Räume.

ITA-TECH soll ein Forum werden, in dem Themen des unterirdischen Bauens offen diskutiert und die Schlussfolgerungen daraus in die Praxis umgesetzt werden können. So sollen insbesondere technologische Entwicklungen aktiv mit gestaltet werden, um die Herausforderungen der Tunnelbauindustrie zu meistern. Zu diesen Herausforderungen zählen beispielsweise die Forderung zur Verringerung der Risiken, der große Zeitdruck bei Projekten, die geforderte Kosteneffizienz, erweiterte Sicherheitsstandards sowie der Mangel an gut ausgebildetem technischem Personal.

#### ITA-TECH – Committee on Technologies and Development

At this year's General Assembly the representatives of the member nations decided to establish a new committee for "Technologies and Development". This committee is intended to provide the suppliers and manufacturers represented in the ITA with a platform to be able to improve technologies and industrial developments in a targeted manner. The aim is to promote new and improved construction technologies as well sustainable developments for underground spaces.

ITA-TECH is foreseen as a forum at which topics on underground construction are discussed open-

ly thus allowing conclusions to be turned into practice. Technological developments in particular are to be lent impetus in order to master the challenges set by the tunnelling industry. These challenges include for example the demand to reduce risks, major time pressure during projects, required cost efficiency, extended safety standards as well as the lack of well trained technical staff.

The ITA-TECH has concrete aims:

- Developing ideas and concepts for new and improved technologies for underground construction
- Establishing technical guidelines and recommendations as the basis for future standards

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



SYNCHRO PLUS Ges.m.b.H.  
Oberallach 2  
A-9852 Trebesing (K)  
% +43.(0)664.2008440  
Fax +43.(0)4732.37044  
E-Mail 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  
Fax (035751) 15346  
E-Mail synchro.plus@t-online.de  
Internet 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

Die Ziele von ITA-TECH sind konkret:

- Entwicklung von Ideen und Konzepten für neue und verbesserte Technologien beim unterirdischen Bauen
- Aufstellung technischer Richtlinien und Empfehlungen als Grundlage für zukünftige Standards
- Frühzeitige Erkennung von Markt- und Branchentrends
- Erarbeitung eines gemeinsamen Verständnisses für neue Technologien als Basis für die schnelle Umsetzung in marktfähige Produkte
- Bereitstellung einer Umgebung für aktiven regelmäßigen Austausch technischer Informationen zwischen Lieferanten, Auftragnehmern und Planern
- Formulierung von Sachargumenten aus Sicht der Industrie (Prime-Sponsoren) für politische Entscheidungsträger.

Von der Erreichung dieser Ziele profitieren nicht nur die Experten der verschiedenen Unternehmen sondern die gesamte Branche über der Verbesserung der Akzeptanz des unterirdischen Bauens.

ITA-TECH wird insgesamt 8 Arbeitsgruppen einrichten, wovon sich die ersten 7 an den Prozessen beim unterirdischen Bauen orientieren und eine weitere Gruppe sich übergreifend mit dem Entwurf von Tunneln beschäftigt:

- Erkundung
- Aushub
- Ausbau (temporäre Sicherung)
- Innenausbau und Abdichtung
- Installation und Betriebstechnische Ausstattung

- Überwachung und Monitoring
- Instandhaltung und Sanierung
- Entwurf (über alle vorgenannten Prozesse).

Die Ziele der Arbeitsgruppen sind die Sammlung von Informationen, die Erstellung von Berichten, die Erarbeitung von Konzepten, die Ausarbeitung von Leitlinien und Empfehlungen, die Initiierung von Forschungsvorhaben sowie die Formulierung von erforderlichen Ausbildungsprogrammen.

## 6 Veröffentlichungen und Auskünfte

Weitere Auskünfte über den Welttunnelkongress und die ITA-Jahrestagung 2011 in Helsinki sowie über die wichtigsten Beschlüsse der Mitgliederversammlung und die Aktivitäten der Arbeitsgruppen sind auf der Webseite [www.ita-aites.org](http://www.ita-aites.org), in den [ita@news](mailto:ita@news) (kostenlos zu abonnieren über [www.ita-aites.org](http://www.ita-aites.org)) sowie in dem Band der Kurzfassungen und dem zugehörigen USB-Stick zum Welttunnelkongress zu finden.

Weitergehende Auskünfte über die ITA und die künftigen ITA-Jahrestagungen erteilen: Geschäftsstelle des Deutschen Ausschusses für unterirdisches Bauen e.V. – DAUB, Mathias-Brüggen-Str. 41, D-50827 Köln ([www.daub-ita.de](http://www.daub-ita.de)) oder das Sekretariat der ITA – International Tunnelling and Underground Space Association (c/o EPFL), GC D 1 402 (Bât. GC), Station 18, CH-1015 Lausanne ([www.ita-aites.org](http://www.ita-aites.org)) sowie die Sekretariate der nationalen Tunnelbaugesellschaften in den verschiedenen ITA-Mitgliedsländern. 

- Early recognition of trends on the market and in the branch
- Coming up with a mutual understanding for new technologies as the basis for rapid transformation into marketable products
- Providing a backdrop for active exchange of technical information on a regular basis between suppliers, contractors and planners
- Formulating arguments from the viewpoint of industry (prime sponsors) for political decision-makers.

Both experts from the various companies as well as the entire branch profit from accomplishing these objectives through improving the acceptance of underground construction.

ITA-TECH intends setting up a total of 8 activity groups, with the first 7 oriented towards the processes involved in underground construction and a further group generally engaged with designing tunnels:


- Exploration
- Excavation
- Lining (temporary support)
- Inner lining and sealing
- Installation and technical furnishing for operation
- Supervision and monitoring
- Maintenance and redevelopment
- Design (concerning all previously mentioned processes).

The activity groups are geared to collecting information, compiling reports, evolving concepts, working out guidelines and recommendations, initiating research projects as well as formulating the required training programmes.

## 6 Publications and Information

Further details of the World Tunnel Congress and the ITA General Assembly 2011 in Helsinki as well as the most important resolutions passed at the General Assembly and the activities of the working groups are published on the webpage [www.ita-aites.org](http://www.ita-aites.org), in the [ita@news](mailto:ita@news) (can be subscribed free-of-charge via [www.ita-aites.org](http://www.ita-aites.org)) as well as in the Proceedings and the USB stick issued in conjunction with the World Tunnel Congress.

Further information relating to the ITA and future annual meetings is available from:

The Secretariat of the German Committee for Underground Construction Inc. (DAUB), Mathias-Brüggen-Str. 41, D-50827 Cologne ([www.daub-ita.de](http://www.daub-ita.de)) or the Secretariat of the ITA – International Tunnelling and Underground Space Association (c/o EPFL), GC D 1 402 (Bât. GC), Station 18, CH-1015 Lausanne ([www.ita-aites.org](http://www.ita-aites.org)) as well as the secretariats of the national tunnel associations of the various ITA member countries. 

## 6. Internationaler Fachkongress 2011 in Hamburg / D

### Verkehr und Sicherheit in Straßentunneln

Gibt es einen Zusammenhang zwischen unterirdischen Verkehrsanlagen und den Ereignissen im April des Jahres 2010, als relativ unerwartet ein Vulkan in Island ausbrach und das europäische Luftverkehrswesen und damit einen großen Teil des öffentlichen Lebens lahmgelegt hat? - Die Auswirkungen haben sehr anschaulich gezeigt, wie selbstverständlich Mobilität für unsere Gesellschaft heutzutage ist. Und sie haben auch gezeigt, wie sensibel der Verkehrssektor auf solche Einflüsse reagiert.

Besonders Tunnel stellen oft Nadelöhre innerhalb des Verkehrsnetzes dar. Darum bedürfen sie besonderer Aufmerksamkeit hinsichtlich ihrer Sicherheit und ihres Betriebs, vor allem ihrer Ausfallsicherheit.

Der Ausbruch des Vulkans Eyjafjallajökull hat glücklicherweise nicht zu einer besonderen Gefahr für Leib und Leben geführt, und auch die Auswirkungen der Eruption des isländischen Vulkans Grímsvötn im Mai 2011 blieben glücklicher-

weise hinter den zunächst befürchteten Szenarien zurück. Im Vergleich dazu verursachen Störungen in Straßentunneln vielfach lebensbedrohliche Situationen für die Verkehrsteilnehmer.

Es wird immer Ereignisse geben, die unerwartete Auswirkungen haben – auch das haben beide Vulkanausbrüche noch einmal verdeutlicht. Aber gerade darum bleibt es eine der vorrangigsten Aufgaben derer, die mit dem Bau, der Ausstattung und dem Betrieb von Straßentunneln zu tun haben, die bekannten Gefahren und Risiken zu minimieren.

Als Beitrag hierzu hatte Pöyry Infra Traffic vom 10. bis 12. Mai 2011 zum 6. Mal zum internationalen Fachkongress „Verkehr und Sicherheit in Straßentunneln“ nach Hamburg eingeladen. Mit diesem Kongress unterstützt Pöyry die European Road Safety Charter. Weitere Informationen dazu sind zu finden unter [www.erscharter.eu](http://www.erscharter.eu)

## 6<sup>th</sup> International Congress in Hamburg / D

### Traffic and Safety in Road Tunnels

Is there a link between underground transportation facilities and the events in April 2010 when relatively unexpected a volcano on Iceland erupted and grounded air traffic throughout Europe and in turn a large portion of public life? – The effects were clearly able to demonstrate just what mobility means to our society nowadays. And they also demonstrated just how sensitively the transport sector reacts to such influences.

Tunnels in particular often represent bottlenecks within the transport network. As a consequence they require special attention with respect to their safety and operation, above all their reliability.

The eruption of the volcano Eyjafjallajökull fortunately did not lead to any particular danger for life and limb and luckily the effects of the Icelandic volcano Grímsvötn in May 2011 were far less dramatic than originally expected. In comparison disturbances occurring in road tunnels in many cases cause life-threatening situations for motorists.

There will always be incidents, which have unexpected effects – the erupting of the two volcanoes once again underlined this fact. But for this very reason it remains a task of utmost priority for those, who are engaged in building, furnishing and operating road tunnels, to minimise the known dangers and risks.

Towards this end Pöyry Infra Traffic staged the international congress “Traffic and Safety in Road Tunnels” in Hamburg for the 6<sup>th</sup> time from May 10 to 12, 2011. With this congress Pöyry supports the European Road Safety Charter. You can obtain further details by accessing [www.erscharter.eu](http://www.erscharter.eu)

The congress presented, dealt with and discussed the following main themes:

- Guidelines and codes of practice – regional and international aspects
- The behaviour of motorists
- Risk analysis
- Guidance and evacuation systems
- Fire protection
  - stationary extinguishing systems

# PRESSLUFT FRANTZ

Baumaschinen- und  
Ersatzteilhandels GmbH

[www.pressluft-frantz.de](http://www.pressluft-frantz.de)

**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 tunnel 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



Folgende Themenschwerpunkte wurden im Rahmen des Kongresses vorgestellt, behandelt und diskutiert:

- Richtlinien und Regelwerke - regionale und internationale Aspekte
- Fahrerverhalten
- Risikoanalyse
- Leit- und Fluchtsysteme
- Brandschutz
  - Stationäre Löschanlagen
  - Entlüftung und Abluftsysteme
- Brand-, Störfall- und Gefahrenerkennung und -ortung.

Diese hatten sich herauskristallisiert, nachdem auf einen Call for Papers im Juni des vergangenen Jahres zahlreiche Fachleute ihre Vortragsentwürfe eingereicht hatten. Das vierköpfige Expertenkomitee, bestehend aus Sabine Vogler (Pöyry Infra Traffic, Deutschland), Prof. Alfred Haack (STUVA, Deutschland), Didier Lacroix (CETU, Frankreich) und Roberto Arditi (SINA S.p.A., Italien), hat die Auswertung vorgenommen.

Nach einer Begrüßung durch Sabine Vogler berichtete Federico Lenti vom italienischen Autobahnbetreiber Autostrada dei Fiori über die Umsetzung der europäischen Richtlinie 2004/54/EC, und wel-

che Rolle diese bei der Instandhaltung von doppelröhri- gen, zweispurigen Tunneln auf der E 80 hat. Der Beitrag von Axel Bassler (Gruner AG, Schweiz) stellte die Herausforderungen für die Tunnelsicherheit in Hochgebirgsregionen und die Sicherheitsprüfung des Tunnelinventars im Kanton Graubünden vor.

Unter der Überschrift „Fahrerverhalten“ referierte Günter Rattei (ASFİNAG, Österreich) über die Ergebnisse einer Auswertung von Daten, die sich mit der Frage beschäftigen, ob Sicherheitseinrichtungen in Straßentunneln wie vorgesehen genutzt werden. Dr. Alessandro Calvi von der Universität Rom stellte die Ergebnisse einer Studie aus einer virtuellen Fahrumgebung vor. Ebenfalls mit einer simulierten Fahrt durch die geplante Elbtunnel-erweiterung (Überdeckung) in Hamburg-Stellingen hat sich Prof. Thomas Jürgensohn von Human-Factors-Consult aus Berlin beschäftigt. Bei der durchgeführten Studie im Auftrag der DEGEG wurde die optimale Größe der Dauerlichtzeichen durch Blickfeldererkennung ermittelt.

Am 2. Tag stand das Thema Risikoanalyse auf dem Programm. Dr. Matthias Weh-



- ventilation and exhaust systems

- Fire, incident and danger detection and location.

This all was the outcome after numerous experts had handed in their drafts following a call for papers in June of last year. A committee of four consisting of Sabine Vogler (Pöyry Infra Traffic, Germany), Prof. Alfred Haack (STUVA, Germany), Didier Lacroix (CETU, France) and Roberto Arditi (SINA S.p.A., Italy) then made their choice.

Following a welcoming address by Sabine Vogler, Federico Lenti from the Italian motorway operator Autostrada dei Fiori reported on the implementation of European guideline 2004/54/EC and which role this plays in maintaining twin-bore, two-lane tunnels on the E 80. The contribution by Axel Bassler (Gruner AG, Switzerland) presented challenges for tunnel safety in mountainous regions and the measures for testing safety in tunnels in the Canton of Graubünden.

Under the caption “Motorists’ Behaviour” Günter Rattei (ASFİNAG, Austria) examined the results of an evaluation of data, which deal with the issue of whether safety installations in tunnels are used the way they should be. Dr. Alessandro Calvi

from the University of Rome presented the outcome of a study from a virtual driving scenario. Prof. Thomas Jürgensohn from Human-Factors-Consult in Berlin also dealt with a simulated journey through the Elbe Tunnel enlargement (top cover) in Hamburg-Stellingen. In the study carried out on behalf of the DEGEG the optimal size of the permanent light signals was established through determining the visual field.

On Day 2 the programme was devoted to risk analysis. Dr. Matthias Wehner and Jens König from HBI Haerter (Germany) put forward a quantitative risk analysis in keeping with RABT standards as well as a method for categorising in accordance with ADR 2007.

Christoph Sistenich from the Federal Highways Institute (BASt, Germany) and Christoph Neumann (ILF Beratende Ingenieure, Austria) delivered a joint presentation devoted to the results of a comparative study on various methodical approaches for quantitative risk analysis of road tunnels in Germany. Bernhard Kohl (also ILF Beratende Ingenieure) supplied a paper on the extended application of risk analysis at the Karawanken Tunnel in Austria with the assistance of the TuRisMo risk model.

ner und Jens König von HBI Haerter (Deutschland) stellten eine quantitative Risikoanalyse nach RABT-Standard sowie eine Methode zur Kategorisierung nach ADR 2007 vor.

Christof Sistenich von der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt, Deutschland) und Christof Neumann (ILF Beratende Ingenieure, Österreich) gaben eine gemeinsame Präsentation über die Ergebnisse einer Vergleichsstudie zu verschiedenen methodischen Ansätzen zur quantitativen Risikoanalyse für Straßentunnel in Deutschland. Von Bernhard Kohl (ebenfalls ILF Beratende Ingenieure) kam ein Beitrag über die erweiterte Anwendung der Risikoanalyse am Karawankentunnel in Öster-

reich unter Zuhilfenahme des Risikomodells TuRisMo.

Der folgende Vortragsblock drehte sich um Leit- und Fluchtsysteme und wurde von Dr. Frank Heimbecher von der BASt moderiert. Die Redner waren Michael Forster und Mario Goldbrich von Swareflex aus Österreich, Alexander Wierer von der ASFINAG sowie Juha Huovilainen von MariMils aus Finnland. Ihre Vorträge behandelten den Einsatz von LED-Technologie in Tunneln, sowohl für die Verkehrsführung als auch für Evakuierungen.

Zwei weitere Vorträge am 2. Kongresstag kündigten bereits das Thema Brandschutz an, dass am 3. Tag fortgesetzt werden sollte: Dr. Erik Iglesias vom VersuchsStollen Hagerbach brachte den Brand-

The following section of papers was devoted to guidance and evacuation systems and was chaired by Dr. Frank Heimbecher from the BASt. The speakers were Michael Forster and Mario Goldbrich of Swareflex from Austria, Alexander Wierer from the ASFINAG as well as Juha Huovilainen of MariMils from Finland. Their papers examined the application of LED technology in tunnels both for traffic guidance as well as evacuation purposes.

Two further lectures on Day 2 of the congress touched on the topic of fire protection, which was continued on Day 3: Dr. Erik Iglesias from the Hagerbach Test Gallery looked at fire protection in conjunction with the maintenance of road tunnel or to be more precise in renewing

the concrete; Bernd Konrath (IFI – Industrieaerodynamik) from Aachen introduced his audience to findings stemming from realistic fire tests of recent years.

A get-together on the evening of Day 2 afforded participants an excellent opportunity to exchange views with fellow experts in an informal atmosphere, develop ideas or quite simply relax and enjoy the food and mild temperatures against the backdrop of the Port of Hamburg.

Continuing the topic fire protection on Day 3 of Traffic and Safety in Road Tunnels, 4 speakers devoted their papers to "Stationary Extinguishing Systems". Pekka Nikkarika (Marloff, Finland) and Max Lakkonen (Fogtec, Germany) presented special aspects



## 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



schutz in Zusammenhang mit der Wartung von Straßenverkehrstunneln, genauer gesagt der Erneuerung des Betons; Bernd Konrath (IFI – Institut für Industrieaerodynamik) aus Aachen ließ seine Zuhörer an den Erfahrungen aus realistischen Brandversuchen der vergangenen Jahre teilhaben.

Eine Abendveranstaltung am Ende des 2. Tages bot den Teilnehmern eine gute Gelegenheit, sich in lockerer Atmosphäre mit anderen Fachleuten auszutauschen, Ideen zu entwickeln oder einfach nur den Abend bei leckerem Essen und milden Temperaturen mit Blick auf den Hamburger Hafen ausklingen zu lassen.

In der Fortsetzung des Themas Brandschutz am 3. Tag von Verkehr und Sicherheit in Straßentunneln widmeten 4 Referenten ihre Vorträge dem Schwerpunkt „Stationäre Löschanlagen“: Pekka Nikkari (Marioff, Finnland) und Max Lakkonen (Fogtec, Deutschland) stellten spezielle Aspekte von Wassernebellöschanlagen vor. Günter Dorau (OneSeven, Deutschland) erläuterte die Vorteile des Löschens von Bränden

in Straßentunneln mit Hilfe von Druckluftschäum. Rajko Rothe (IFAB, Deutschland) berichtete über das Forschungsprojekt SOLIT2.

Die Vorträge zweier weiterer Redner hatten die Entlüftung und Abluftsysteme zum Thema: Reto Buchmann (Pöry Infra AG, Schweiz) sprach über die Dimensionierung solcher Systeme, Jürgen Steltmann (TLT-Turbo, Deutschland) stellte am Beispiel des Nachrüstprogramms des Hamburger Elbtunnels einen neuen Abluftventilator vor.

Der letzte Vortragsblock behandelte das Thema Brand-, Störfall- und Gefahrenerkennung und -ortung und wurde von 6 Autoren aus unterschiedlicher Perspektive beleuchtet: Dr. Franz Graf (Joanneum Research, Österreich) berichtete über das weltweit erste akustische Überwachungssystem in einem Straßentunnel. Stephan Pouh (Siemens AG, Deutschland) schilderte die guten Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt SKRIBT, das sich mit der Erkennung potenziell gefährlicher Fahrzeuge beschäftigt. Um die Erkennung

of water mist extinguishing units. Günter Dorau (OneSeven, Germany) explained the advantages of extinguishing fires in road tunnels with the aid of compressed air foam. Rajko Rothe (IFAB, Germany) reported on the SOLIT2 research project.

The papers presented by 2 further speakers dealt with ventilation and exhaust systems: Reto Buchmann (Pöry Infra AG, Switzerland) talked on dimensioning such systems; Jürgen Steltmann (TLT-Turbo, Germany) put forward a new exhaust fan taking the retrofitting programme for the Hamburg Elbe Tunnel as an example.

The final series of papers examined the subject of fire, incident and danger detection and location and was explained from different perspectives by 6 authors: Dr. Franz Graf (Joanneum Research, Austria) reported on the world's first acoustic monitoring system in a road tunnel. Stephan Pouh (Siemens AG, Germany) touched on the good results from the SKRIBT research project, which related to the detection of potentially dangerous vehicles. Dr. Henrik Hoff (AP Sensing, Germany) dealt with the detection and monitoring of fire seats. Dr. Ludger






und Überwachung von Brandstellen ging es in dem Vortrag von Dr. Henrik Hoff (AP Sensing, Deutschland). Dr. Ludger Siepelmeyer sprach als Sachverständiger für vorbeugenden Brandschutz über Branderkennung per Video. Um die Frage, ob man einen Brand am besten über eine Temperatur- oder eine Sichttrübungsmessung erkennen kann, ging es in dem Vortrag von Dr. Arnd Rogner (Metaphysics, Schweiz). Ein aktuelles Anwendungsbeispiel aus dem Hamburger Elbtunnel kam von Dr. Peter Böhnke (ave Verkehrs- und Informationstechnik, Deutschland), der die Detektion von Störfällen in Straßentunneln mit Hilfe von innovativen Induktionsschleifen erläuterte.

Am Ende der 3 Tage mit zahlreichen interessanten Vorträgen stand wie gewohnt ein Schlusswort von Prof. Alfred Haack, der mit einem Augenzwinkern die Höhepunkte der einzelnen Referate zusammenfasste.

Alle Vorträge auf einem USB-Stick können bei Pöyry Infra Traffic bestellt werden.

Verkehr und Sicherheit in Straßentunneln wurde von einer internationalen Fachaus-




stellung begleitet, bei der ca. 30 Unternehmen ihre Produkte und Dienstleistungen sowie neueste Entwicklungen präsentierten. Eine Liste der ausstellenden Firmen sowie weitere Informationen finden Sie unter [www.tunnelkongress.de](http://www.tunnelkongress.de). 

Siepelmeyer as an expert for preventive fire protection talked on fire detection per video. Dr. Arnd Rogner's (Metaphysics, Switzerland) paper looked at the issue of whether a fire can best be detected by measuring temperature or visibility. Dr. Peter Böhnke (ave Verkehrs- und Informationstechnik, Germany), explained the detection of incidents in road tunnels using innovative induction loops taking the current example of the Hamburg Elbe Tunnel. At the end of 3 days containing

numerous interesting papers, Prof. Alfred Haack provided his by now traditional closing remarks, summing up the individual contributions with more than a hint of irony.

The proceedings can be ordered from Pöyry Infra Traffic stored on a USB stick.

Traffic and Safety in Road Tunnels was accompanied by an international exhibition, at which some 30 companies presented products and services as well as their latest developments. You can access a list of the exhibiting firms as well as further information at [www.tunnelkongress.de](http://www.tunnelkongress.de). 

**Stephanie Müller, Pöyry Infra Traffic GmbH, Hamburg/D,**  
[www.tunnelkongress.de](http://www.tunnelkongress.de)

 **PROFIL**  
BUCHHANDLUNG IM BAUVERLAG  
**fachbuchtipp**

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

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



## Bau-Marketing

Grundlagen, Anwendung, Beispiele  
Sammy Ziouziou  
2010 Oldenbourg Verlag  
ISBN 978-3-486-59008-1  
EUR 24,80

Bauunternehmen erwirtschaften heute einen wachsenden Anteil ihres Umsatzes durch baunahe Dienstleistungen. Sie generieren zudem einen hohen Anteil ihrer Gesamtbauleistungen außerhalb Deutschlands. Diese sukzessive Veränderung des Leistungsportfolios geht in den meisten Bauunternehmen mit einer wachsenden Bedeutung des Marketings einher.

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



### Gotthard-Basistunnel

## Komplexer Tunnelquerschnitt vollhydraulisch geschalt

Im Abschnitt Erstfeld des Gotthard-Basistunnels dient ein vollhydraulischer und flexibel anpassbarer Tunnelschalwagen zur Ausführung der Innenschale von 2 Verzweigungsbauwerken, die eine erhebliche Querschnittsverjüngung aufweisen.

Mit einer Länge von 57 km ist der zweiröhrige Gotthard-Basistunnel in der Schweiz nicht nur der längste Eisenbahntunnel der Welt. Auf Grund der schwierigen geologischen Rahmenbedingungen ist er auch eine bergmännische Pionierleistung. Die Alp Transit Gotthard AG beauftragte die Arge AGN aus Strabag AG Tunnelbau Schweiz und Strabag AG Spittal/Drau Österreich mit der Ausführung der beiden nördlichen Baulose Amsteg und Erstfeld mit einer Gesamtlänge von 19 km.

Das 7.400 m lange Baulose Erstfeld ist der nördlichste Teil des Gotthard-Basistunnels und umfasst auch zwei 400 m lange Verzweigungsbauwerke im Sprengvortrieb mit anschließender Ortbetonauskleidung. „Die beiden Röhren des Verzweigungsbauwerks sind auf Grund ihrer Geometrie und der logistischen Rahmenbedingungen sehr anspruchsvolle Bauabschnitte. Doka leistet mit technischem Know-how und starkem Support vor Ort einen wichtigen Beitrag für diese Projekts“, unterstreicht AGN-Projektleiter Beat Blindenbacher.

### Anpassung mit System

Eine signifikante Querschnittsänderung von 5,72 m Breite und 7,92 m Höhe im ersten Betonierabschnitt auf 17,65 m Breite und 10,40 m Höhe

### Gotthard Base Tunnel

## Fully-hydraulic Forming for complex Tunnel Cross-Section

In the Gotthard Base Tunnel's Erstfeld section a fully hydraulic and flexibly adjustable tunnel forming carriage served to execute the inner shell for 2 branching structures, which tapered greatly in their cross-sectional dimensions.

With a length of 57 km the twin-tube Gotthard Base Tunnel in Switzerland is the world's longest rail tunnel. Furthermore on account of the tricky geological general conditions it also represents a pioneering performance in mining. The AlpTransit Gotthard AG commissioned the AGN JV consisting of Strabag AG Tunnelbau Schweiz and Strabag AG Spittal/Drau Österreich to produce the 2 northern contract sections Amsteg and Erstfeld with a total length of 19 km.

The 7,400 m long Erstfeld contract section is the northernmost part of the Gotthard Base Tunnel also embracing two 400 m long

branching structures produced by drill+blast followed by in situ lining. The branching structure's 2 bores are extremely complex construction sections on account of their geometry and the logistical marginal conditions. According to AGN project manager Beat Blindenbacher, Doka provides an important contribution towards this project "with technical know-how and strong support".

### Systematic Adjustment

A significant change in cross-section from 5.72 m wide and 7.92 m high in the first concreting section to 17.54 m wide and 10.10 m high in the final one characterises the 2 branching structures. As the construction operations commence with the greater cross-section the tunnel forming carriage comprising rentable system parts can be "reduced" in the



Fotos: Doka

Vollhydraulischer Tunnelschalwagen für die beiden Verzweigungsbauwerke im Abschnitt Erstfeld des Gotthard-Basistunnels

Fully hydraulic tunnel forming carriage for the 2 branching structures in the Erstfeld section of the Gotthard Base Tunnel

im letzten Betonierabschnitt kennzeichnet die beiden Verzweigungsbauwerke. Da die Bauarbeiten am größeren Querschnitt beginnen, lässt sich der aus mietfähigen Systemteilen aufgebaute Tunnelschalwagen in jedem der insgesamt 37 Betonierabschnitte „verkleinern“ und so dem jeweils neuen Querschnitt anpassen. Um dabei der Vorgabe des Auftraggebers nach kurzen Taktzeiten, einfachen Ein- und Ausschaltvorgängen sowie einem wirtschaftlich optimierten Baufortschritt gerecht zu werden, haben die Schalungsspezialisten einen vollhydraulischen Tunnelschalwagen entworfen. Er ist bis ins letzte Detail auf die projektspezifischen Erfordernisse abgestimmt und gleichzeitig zu über 75 % aus mietfähigen Systemkomponenten aufgebaut. Damit erzielt die Arge extrem kurze Taktzeiten.

Die Ulmen der beiden Verzweigungsbauwerke entstehen vorab mit Trägerschalungsele-

menten Top 50 auf speziell für dieses Projekt konstruierten Abstützböcken. Diese vom schweizerischen Generalvertreter Holzco-Doka geplante Konstruktion zeichnet sich durch einen schlanken Aufbau aus, für uneingeschränkten Verkehr der Betriebsbahn.

### Hochtragfähig und absolut sicher

Das für hohe Lasten ausgelegte Traggerüst SL-1 dient als hochtragfähige und verwindungssteife Unterkonstruktion für die zweigeteilte Gewölbeshalung. Die große Querschnittsbreite erfordert einen Schalwagen, der in den ersten 12 Betonierabschnitten mit 6 Stützenreihen aufgebaut ist, mit Durchfahrtsöffnungen für die Betriebsbahn und den restlichen Baustellenverkehr. Eine CE-Kennzeichnung bestätigt, dass der Schalwagen den produktspezifisch geltenden europäischen Richtlinien entspricht. Höchste Arbeitssicherheit bie-

altogether 37 concreting sections so that it can be adjusted to the new section. In order to comply with the client's demand for short cycle times, straightforward forming up and stripping procedures as well as economically optimised progress in construction, the formwork specialists devised a fully hydraulic tunnel forming carriage. It is exactly geared to the project's specific requirements and at the same time set

up consisting of over 75 % system components. In this way the JV was able to arrive at extremely short cycle times.

The side walls of the branching structures are first created using Top 50 large-area formwork elements on steel trusses specially produced for this project. This construction was designed by Swiss general agent Holzco-Doka to be sufficiently slim so that it does not impede on-site rail traffic at all.

## Power auf Dauer!

Zuverlässige Schmutzwasser-Baupumpen vom Weltmarktführer

**AUCH ZUM MIETEN!**

24/7 Dauerbetrieb. Trockenlaufsicher. Kriechwasserschutz. Verschleißarm. Einfachste Wartung.

**TSURUMI PUMP**

Tel. 0211-417 937 450  
vertrieb@tsurumi.eu  
www.tsurumi.eu





Sehr kurze Taktzeiten durch einfache und schnelle Anpassung des Schalwagens an die extreme Querschnittsverjüngung

Extremely short cycle times through simple and rapid adjusting of the forming carriage to the extreme tapering of the cross-section


ten rundum geschlossene Bühnen auf allen Arbeitsebenen und Aufstiege mit integriertem Rückenschutz.

Die Gewölbeschalung besteht aus Trägerschalungselementen Top 50 auf insgesamt 144 Schwerlastspindeln. Für die einfache und praxisgerechte Anpassung der Schalung an die veränderliche Querschnittsbreite lassen sich die großflächigen Schalungshälften mit Hydraulikzylindern abschnittsweise nach innen zurückfahren. Anschließend baut man die überzähligen Schalungssegmente zurück und schließt die Gewölbeschalung wieder exakt. Diese durchdachte Lösung stellt in jedem Betonierabschnitt zügige und geregelte Arbeitsabläufe sicher. Die Querschnittsverjüngung erfordert nach dem 12. (Ost-Röhre) bzw. 14. Betonierabschnitt (Weströhre), das Traggerüst um 2 Stützenreihen zurückzubauen und die Gewölbeschalung auszutauschen.

### 170 t auf Knopfdruck umgesetzt

Der gesamte Ein- und Ausschalungsvorgang, sowie das Absenken und Verfahren des groß dimensionierten Schalwagens erfolgen vollautomatisch auf

Knopfdruck mit insgesamt 16 Hydraulikzylindern. So bewegen sich mehr als 170 t Traggerüst und Schalung präzise und schnell in den nächsten Betonierabschnitt. Das hohe Eigengewicht erfordert speziell für dieses Projekt entwickelte, besonders tragfähige Fahrwerke, angetrieben von 4 Hydraulikmotoren. Auch für das Heben und Senken sind doppelt so viele Hydraulikzylinder vorgesehen als bei herkömmlichen Schalwagen.

Die beiden Bauabschnitte befinden sich rund 4 km nach dem Nordportal und sind ausschließlich mit einer Betriebsbahn erreichbar. Auf Grund der begrenzten Platzverhältnisse musste das Traggerüst und die Gewölbeschalung in ihren Einzelteilen zu den Baustellen transportiert und dort unter extrem beengten Platzverhältnissen aufgebaut und montiert werden. „Die professionelle Unterstützung durch die Richtmeister von Doka hat den Aufbau des Schalwagens deutlich beschleunigt und einen reibungslosen Schalungseinsatz vom ersten Betonierabschnitt an sicher gestellt“, berichtet Baustellenchef Erich Werner. 

### Tremendously strong and totally safe


As the name suggests, Doka's SL-1 heavy-duty supporting system is built for heavy loads and provides the torsionally rigid bearing structure for the two-part crown-arch formwork for the tunnel roof. The starting cross-section is so wide that for the first 12 concreting sections the forming carriage uses 6 rows of propping structures set up to allow portals for the in-tunnel service rail wagons and other site traffic. The forming carriage is also CE-approved and has fully enclosed platforms at all working levels and ladders with integral cages to maximise safety for the entire crew.

The crown-arch formwork consists of Top 50 beam formwork sections and is carried by a total of 144 heavy-duty spindles. Adaptation of the formwork to the structure's changing width has to be easy and practical, so the large-area formwork assemblies that make up the 2 halves of the crown arch retract inward section by section on powerful hydraulic rams. The superfluous formwork segments are then removed and the arched formwork is precision-closed. This soundly planned solution ensures that rapid and regular working routines can be maintained through each concreting section in turn. After concreting section No. 12 in the eastern branch and No. 14 in the western, the cross-section tapers to the extent that two rows of props have to be removed from the supporting structure and new crown-arch formwork put in place.

### 170 t placed at the Touch of a Button

Sixteen high-performance hydraulic rams make forming up and stripping, lowering and moving the huge forming carriage

fully automatic operations with straightforward push button control. Each routine advance moves a supporting structure and formwork weighing 170-plus tonnes rapidly and accurately into position for the next concreting section. The rolling carriages designed specially for this project and built to handle the structure's tremendous deadweight are propelled by 4 powerful hydraulic motors. Similarly, there are twice as many hydraulic rams for lifting and lowering as would normally be carried on a forming carriage of more conventional proportions.

The 2 contract sections are about 4 kilometres in from the north portal of the Gotthard Base Tunnel and can be reached only by an in-tunnel service railway. Space is at a premium, so the load-bearing structure and the crown-arch formwork had to be transported to site section by section and assembled and set up in the extremely tight space available. „The professional support provided by the Doka site foremen significantly speeded up assembly of the carriage and ensured smooth formwork progress right from the very first concreting section on“, reports site director Erich Werner. 



### Kroatien

## AT-Rohrschirme sichern Bau des Tunnels Omis

Die Hauptverbindung zwischen den kroatischen Hafenstädten Split und Makarska ist die Bundesstraße D8. Die Straße wurde in den 1960er Jahren sehr dicht entlang der Adriaküste gebaut. Dies führte dazu, dass sie inzwischen mitten durch diverse in den letzten Jahrzehnten gewachsene Ortschaften verläuft. Aufgrund des stetig steigenden Verkehrsaufkommens beschloss die Regierung den Ausbau der Küstenstraße sowie bei einigen Ortschaften den Bau von großräumigen Umfahrungen.

Ein wichtiger Teil dieses Projektes zur Verbesserung der lokalen Infrastruktur war der Bau

eines 1.471 m langen Tunnels im Zuge der Ortsumgehung der Stadt Omis, ca. 25 km südlich von Split. Aufgrund der hier vorherrschenden relativ geringen Überdeckung war es nötig, am Tunnelportal zuerst einen Rohrschirm zu bohren. Hierfür lieferte DSI das bewährte AT-Rohrschirmsystem, Typ 114 mm, in dessen Schutz die ersten Abschlüsse sicher ausgeführt werden konnten.

Die Vortriebsarbeiten erfolgten mechanisch mit Baggern und Spritzbetonausbau nach der Neuen Österreichischen Tunnelbaumethode (NÖT). DSI lieferte für den weiteren Tunnelausbau zur Ortsbrustsicherung

### Croatia

## AT-Pipe Umbrella Support System allows safe Driving of Omis Tunnel

The most important route between the Croatian seaports of Split and Makarska is the D8 National Road. This road was built very near to the shoreline of the Adriatic Sea in the 1960s. Today, the road finds itself in the middle of numerous towns which have grown in the last decades. Due to continuously increasing traffic volume, the government decided to expand this coast road and to construct spacious bypasses for several towns.


A critical part of this infrastructure upgrade project was the construction of a 1,471 m long tunnel as part of the bypass of the town of Omis, some 25 km south of Split.

Due to the comparatively small depth of cover at the tunnel location, it was necessary to start with a pipe umbrella support at the portal. DSI supplied its reliable Type 114 mm AT-Pipe Umbrella Support System, which provided the protection and safety for the first tunnel driving work. Tunneling was carried out mechanically using excavators and shotcrete in accordance with the New Austrian Tunneling Method (NATM). For further tunnelling works, DSI supplied DYWI® Drill Hollow Bar Self-Drilling Anchors in lengths of 3,000 mm each to secure the heading face. However, the geology encountered often required short-term re-

DYWI® Drill-Selbstbohrranker in Längen von je 3.000 mm. Die anstehende Geologie erforderte allerdings oftmals eine meist kurzfristige Neuberechnung der notwendigen Ankerkräfte. Daher wurden zur Sicherung der Vortriebsarbeiten verschiedene Typen der DYWI® Drill-Hohlstäbe verwendet. Das Hohlstabsystem ist für eine einfache und flexible Anpassung der DYWI® Drill-Bohrkronentypen und -durchmesser an die wechselnden Gebirgsverhältnisse entwickelt worden. Verschiedene Typen gewährleisten die einfache Auslegung der erforderlichen Ankerkräfte. Notwendige Anpassungen der Ankerlängen können schnell durch die Verwendung von



entsprechenden Muffen vorgenommen werden.

Die Fertigstellung und Inbetriebnahme des neuen Straßentunnels bei Omis ist für Ende 2012 geplant. 

calculations of the necessary anchoring forces. Hence, different types of DYWI® Drill Hollow Bars were used. The Hollow Bar System is designed for differing rock mass conditions: The DYWI®

Drill Hollow Bar drill bit design and diameter can be easily and flexibly adjusted. Various types maintain the basic dimensioning of the required anchoring forces. Eventually, necessary functional adjustments of the required anchor lengths can be carried out easily using the appropriate couplers.

The opening of the new Omis bypass tunnel is scheduled for the end of 2012.

[www.dywidag-systems.com](http://www.dywidag-systems.com)

### Erfassung von Bergwasser

## Speziell entwickelte Noppenbahn im Gotthard-Basistunnel

Zur flächenhaften Erfassung von Sicker- und Kluftwasser wurde im Gotthard-Basistunnel eine speziell entwickelte Noppenbahn verbaut.

Eine der wichtigsten Voraussetzungen für die Betriebssicherheit und Langlebigkeit eines Tunnels besteht darin, schädliches Bergwasser von der inneren Auskleidung und dem Verkehrsraum fernzuhalten. Leistungsfähige und langlebige Dränageschichten sind deshalb besonders wichtig. Auch beim Gotthard-Basistunnel wird das nachsickernde Bergwasser flächenhaft erfasst und zu einem Dränrohr mit 600 mm Durchmesser am Fußpunkt des Tunnelgewölbes abgeleitet. Dafür wird eine speziell für diesen Einsatz entwickelte Kunststoff-

noppenbahn der Dörken GmbH & Co. KG, Herdecke/D, direkt gegen die stabilisierende und filternde Spritzbetonschicht montiert. Sie soll verhindern, dass die Kunststoffdichtungsbahn als eigentliche Tunnelabdichtung durch drückendes Wasser belastet wird.

### Zulassungsprüfung für Abdichtungssysteme

Bei den beiden in Bau befindlichen Schweizer AlpTransit-Basistunneln stellen die schwierigen Rahmenbedingungen durch hohe Überlagerungen und hohe Gebirgstemperaturen sowie die lange Gebrauchsdauer, extreme Anforderungen an die Abdichtung und an die Dränage der Tunnelbauwerke. Die Gefährdungsbilder rund

### Collecting Underground Water

## Specially developed Membrane in Gotthard Base Tunnel

A specially devised dimpled sheeting was installed in the Gotthard Base Tunnel to collect seepage and crack water over large areas.

One of the most important prerequisites for the operational safety and longevity of a tunnel relates to ensuring that harmful underground water is kept out of the inner lining and the traffic zone. As a consequence effective and long-lasting drainage layers are particularly significant. Seeping underground water is also collected extensively and transferred to a 600 mm diameter drainage pipe at the base of the tunnel vault. Towards this end a plastic dimpled sheeting specially devised for the purpose produced by the Dörken GmbH & Co. KG Herdecke/D is placed

directly onto the stabilising and filtering shotcrete layer. It is intended to prevent the plastic sealing membrane as the actual tunnel seal being affected by pressing water.

### Approval Test for Sealing Systems

In conjunction with the construction of the 2 Swiss AlpTransit Base Tunnels, currently being produced, the difficult marginal conditions resulting from high overburdens and rock temperatures as well as the long service life pose extreme demands on the waterproofing and drainage of the tunnel structures. The danger scenarios relating to underground water on the one hand and the high requirements placed on the materials that are

Fotos: Dörken GmbH &amp; Co. KG



Die Bahnen sind zunächst nur im Überlappungsbereich fixiert  
 Firstly the sheets are only fixed in the overlapping area

used on the other prompted the client to call for an approval test procedure for sealing systems. During the execution of these extensive tests it was shown that given the state of the art from 1996 corresponding standard waterproofing systems failed to fulfil the demands for the AlpTransit Base Tunnels. However within the scope of the approval test it turned out to be possible to develop such systems even further thanks to the findings obtained so that verification of suitability could be attained for this high requirement profile as well. During the development and execution of the test method it also became evident that it is not simply the quality of the materials employed that counts but that the seal and

um das Bergwasser einerseits und die hohen Anforderungen an die eingesetzten Werkstoffe andererseits haben die Auftraggeber veranlasst, ein Zulassungsprüfungsverfahren für Abdichtungssysteme auszuschreiben. Bei der Durchführung der umfangreichen Prüfungen hat sich gezeigt, dass die dem Stand der Technik von 1996 entsprechenden Standard-Abdichtungssysteme die Anforderungen für die AlpTransit-Basistunnel nicht erfüllen konnten. Mit den gewonnenen Erkenntnissen ist es jedoch im Rahmen der Zulassungsprüfung gelungen, die Systeme so weiter zu entwickeln, dass der Gebrauchstauglichkeitsnachweis auch für dieses hohe Anforderungsprofil erbracht werden konnte. Bei der Entwicklung und Durchführung des Prüfverfahrens ist außerdem deutlich geworden, dass nicht allein die Qualität der eingesetzten Materialien

entscheidend ist, sondern dass Abdichtung und Drainage unter Berücksichtigung der Baustellenbedingungen als System betrachtet werden müssen.

### Hoch alkalisch, sauer und heiß

Aus diesem Grund ging Dörken eine Systempartnerschaft mit einem Abdichtungsbahnenhersteller ein und die gemeinsame Lösung wurde als Abdichtungssystem von der AlpTransit Gotthard AG zertifiziert und zugelassen. Wichtigste Auflage dabei: Die verwendeten Drainagebahnen müssen eine Lebensdauer von mindestens 100 Jahren haben - das Ganze bei sehr ungünstigen Rahmenbedingungen, denn das hochalkalische Sicker- und Kluftwasser ist stellenweise sauer und durch geothermische Effekte bis zu 45° C heiß. Für den Gotthard-Basistunnel wurde deshalb eine spezielle, in höchstem Maße chemisch stabilisierte

## TROCKEN und DICHT mit ADEKA ! Waterswelling Sealing Material

**ADEKA ULTRA SEAL** wasserquellfähige Dichtungsmaterialien gewährleisten eine zuverlässige Abdichtung für zahlreiche Anwendungsgebiete und ist sehr einfach, sauber und wirtschaftlich zu verarbeiten.

Speziell entwickelte Profile auf Naturkautschuk-Basis für:

- Arbeitsfugen
- Dehnfugen
- Anschlussfugen
- Rohrdurchführungen
- Sanierungen

bieten dem Anwender optimale Abdichtungs-lösungen

**ADEKA P-201** kann sowohl als eigenständige Paste als auch zum Anbringen und Hinterfüllen der Bandprofile von ADEKA verwendet werden.



**ITEC Consult GmbH + Co. KG**  
 Höglwörther Straße 1, D-81369 München  
 Tel: +49 89 74361-0  
 Fax: +49 89 74361-292  
 sales@itec-online.com





Die Drainagebahn wird direkt gegen die stabilisierende und filternde Spritzbetonschicht montiert

The drainage sheeting is assembled directly onto the stabilising and filtering shotcrete layer



Die Abdichtungsbahn wird verlegt...

The sealing membrane is laid...

Drainagebahn entwickelt. Delta-AT 1200 ist dabei äußerst robust und stabil, hat ein Flächengewicht von 1200 g/m<sup>2</sup> und eine Druckfestigkeit von 950 kN/m<sup>2</sup>.

### Strenge Auflagen bei Entwicklung und Produktion

Im Prozess der Entwicklung, Abstimmung und Modifizierung bis hin zur Freigabe durchlief die neue Noppenbahn ein sehr strenges Zulassungs- und Prüfungsverfahren. So wurden die Bahnen über 24 Monate gealtert; dabei wurden sie bei 50°C heißer, 0,5-prozentiger Schwefelsäure und bei 70°C heißem, mit Sauerstoff angereichertem Wasser gelagert und anschließend erneut getestet. Auch die Produktion der Bahnen erfüllt höchste Standards. Während

der Fertigung werden regelmäßig Muster entnommen und mit einem Oxidation Induction Times (OIT) Test auf Einhaltung der festgelegten Rezeptur und Qualität geprüft. Zusätzlich werden im Auftrag der Schweizer Bauleitung regelmäßig Rollen der jeweiligen aktuellen Produktion entnommen und in akkreditierten Schweizer Prüflaboren wie der Tecnotest AG und dem EMPA auf Einhaltung der technischen Daten überprüft. Erst nach Freigabe der Qualität durch die Schweizer Prüflabore dürfen die produzierten Chargen der Drainagebahn auf der Tunnelbaustelle angeliefert werden.

Seit 2009 wird noch eine weitere Hochleistungsdrainagebahn im Gotthard-Basistunnel verbaut. Delta-AT 800 ist eine etwas leichtere Variante



Endgültig befestigt werden sie durch Rondelle, an die später die Abdichtungsschicht geschweißt wird

Finally they are attached via rotary elements onto which the sealing layer is welded



... und an die Rondelle angeschweißt

...and welded at the rotary elements

drainage must be regarded as a system taking the on-site conditions into consideration.

### Highly alkaline, acidic and hot

As a result Dörken entered a system partnership with a sealing membrane producer in order to come up with a joint solution, which was certificated and approved by the AlpTransit Gotthard AG.

The most important condition was: the drainage sheets that were used had to possess a service life of 100 years – even given extremely unfavourable marginal conditions, for the highly alkaline seepage and crack water is in some cases acidic and up to 45 °C hot owing to geothermic influences. Consequently a high-grade chemically stabilising drainage sheeting was developed specially for the

Gotthard Base Tunnel. In addition Delta-AT 1200 is extremely robust and stable, possesses 1,200 g/m<sup>2</sup> basis weight and a compressive strength of 950 kN/m<sup>2</sup>.

### Strict Specifications for Development and Production

The new dimpled sheeting underwent an extremely strict approval and test procedure during the development, harmonisation and modification stages. For instance the sheets were aged over a 24-month period; in the process they were stored in hot, 0.5 % sulphuric acid at 50 °C and in hot water enriched with oxygen at 70 °C and then again tested. The sheets were also manufactured in compliance with the highest standards. Samples were taken on a regular basis during produc-






Über 500.000 m<sup>2</sup> der Drainagebahn Delta-AT 1200 wurden bis Mai 2011 verbaut

More than 500,000 m<sup>2</sup> of the Delta-AT 1200 drainage sheeting has been installed till May 2011

der Delta-AT 1200 und wurde für Bereiche entwickelt, wo die Anforderungen insgesamt etwas geringer sind. Die Bahn ist durch den Einsatz derselben hochwertigen Rezeptur zwar ebenso langlebig, hat jedoch


ein Flächengewicht von „nur“ 800 g/m<sup>2</sup> und eine Druckfestigkeit von 650 kN/m<sup>2</sup>.

Über 500.000 m<sup>2</sup> Delta-AT 1200 und 350.000 m<sup>2</sup> Delta-AT 800 wurden bis Mai 2011 im Gotthard-Basistunnel verbaut. 

tion and examined by means of an Oxidation Induction (OIT) test to make sure they fulfilled the determined recipe and quality. In addition rolls were taken from the current production run and examined by accredited Swiss test labs such as the Technotest AG and the EMPA on behalf of the Swiss construction management to ensure they complied with the technical specifications. First after the Swiss test labs had approved the quality was it possible to supply the batches produced for the drainage sheeting on the tunnelling site.

Since 2009 a further high-grade drainage sheeting has been installed in the Gotthard Base Tunnel. Delta-AT 800 is a slightly lighter version of Delta-

AT 1200. It was developed for areas, where the requirements are generally not quite so high. Although the sheeting is equally durable thanks to the application of the same high-grade recipe, its basis weight is „only“ 800 g/m<sup>2</sup> and its compressive strength 650 kN/m<sup>2</sup>.

By May 2011 more than 500,000 m<sup>2</sup> of Delta-AT 1200 and 350,000 m<sup>2</sup> of Delta-AT 800 have been incorporated in the Gotthard Base Tunnel. 

[bvf@doerken.de](mailto:bvf@doerken.de)  
[www.doerken.de](http://www.doerken.de)

## GEO Projects 2011 in Sofia/Bulgaria

### First International Conference for Geotechnical and Tunnel Construction

12<sup>th</sup> – 14<sup>th</sup> October 2011, Sofia/Bulgaria

Information:

BAGTC – Bulgarian Association for Geotechnical and Tunnel Construction  
Eng. Anna Buneva,  
BAGTC Secretary  
6 Aleksandar Zhendov Str, Fl. 6  
1113 Sofia/Bulgaria  
Tel.: +359-2-8073152  
Tel.: +359-2-8734676  
E-Mail: [office@bagtc.bg](mailto:office@bagtc.bg)  
[www.bagtc.bg](http://www.bagtc.bg)

## 60. Geomechanik-Kolloquium 2011

13. + 14. Oktober 2011, Salzburg/A,  
Workshops: 12. Oktober 2011  
Exkursion: 15. Oktober 2011  
Österreichische Gesellschaft für Geomechanik,

Bayerhamerstraße 14,  
5020 Salzburg/A,  
Tel.: +43 (0) 662 / 875519  
Fax: +43 (0) 662 / 886748  
E-Mail: [salzburg@oegg.at](mailto:salzburg@oegg.at)  
[www.oegg.at](http://www.oegg.at)

## 2. Oldenburger Tunnel-tage 2011

13. + 14. Oktober 2011, Oldenburg/D  
Vortragsprogramm mit begleitender Fachausstellung  
Bundestechnologiezentrum für Elektro- und Informationstechnik e.V. (bfe)  
Donnerschweer Straße 184,  
26123 Oldenburg/D  
Veranstalter:  
Tunnel-Portal e.V.  
Anmeldung und Kontakt:  
Angelika Schedetzki  
bfe-TIB GmbH  
Tel.: +49 (0) 441 / 34092-132  
Fax: +49 (0) 441 / 34092-129  
E-Mail: [anmeldung@bfe.de](mailto:anmeldung@bfe.de)  
[www.tunnel-portal.de](http://www.tunnel-portal.de)

## Underground Spaces for tomorrow

17<sup>th</sup> – 19<sup>th</sup> October 2011, Lyon/France,  
13<sup>th</sup> AFTES International Congress

Organized by: AFTES

Information:

AFTES/CETU  
Mme. Nicole Plasse  
25, avenue Francois Mitterand,  
69674 Bron, France,  
Fax: +33-4 72 14 34 90  
E-Mail: [pascale.pouyet@gl-events.com](mailto:pascale.pouyet@gl-events.com)  
[aftes.cetu@developpement-durable.gouv.fr](mailto:aftes.cetu@developpement-durable.gouv.fr)  
[www.aftes.asso.fr](http://www.aftes.asso.fr)

## Deutsches tunnel-Forum 2011

18. Oktober 2011, Köln/D,  
von 9.30 bis 16.45 Uhr,  
Seminarreihe zum Thema  
Design-Aspekte bei Verkehrstunneln  
2011: Verkehrssicherheit und Verkehrsfluss

2012: Licht, Farbe und soziale Sicherheit  
2013: Architektur und Technik  
Veranstalter:  
tunnel und STUVA  
Leitung:  
Prof. Dr.-Ing. Alfred Haack  
Informationen, Programm und Anmeldung:  
[www.tunnel-online.info/forum](http://www.tunnel-online.info/forum)

## Spezialtiefbauarbeiten

20. Oktober 2011  
Praxis Geotechnik 2011 – Probleme und Lösungen  
Nürnberg/D,  
Informationen:  
Dr. Christian Geistmann  
TÜV Rheinland Akademie GmbH  
Tel.: +49 (0) 911 / 655-4976  
Fax: +49 (0) 911 / 655-4969  
E-Mail: [christian.geistmann@de.tuv.com](mailto:christian.geistmann@de.tuv.com)  
[www.tuv.com/akademie-nuernberg](http://www.tuv.com/akademie-nuernberg)

## Inserentenverzeichnis / Advertising list

Advertisers	Internet	Page
A.S.T. Bochum, Bochum / D	www.astbochum.de	15
BASF Construction Chemical (Europe), Zürich / CH	www.meyco.basf.com	U4
Betek GmbH & Co. KG, Aichhalden / D	www.betek.de	37
DSI Holding GmbH, München / D	www.dywidag-systems.de	47
ELA Container für Baustellen und Industrie GmbH, Haren / D	www.container.de	27
ETT Ersatzteil-Technik GmbH, Schwaikheim / D	www.ett-s.de	35
HBI Haerter AG, Zürich / CH	www.hbi.ch	7
Herrenknecht AG, Schwanau / D	www.herrenknecht.de	U2
Itec Consult, München / D	www.itec-online.com	61
Lanz Oensingen AG, Oensingen/SO / CH	www.lanz-oens.com	41

Advertisers	Internet	Page
Liebherr-Hydraulikbagger GmbH, Kirchdorf / D	www.liebherr.com	21
Maschinen- und Stahlbau Dresden, Dresden / D	www.msd-dresden.de	39
Penell GmbH, Ober-Ramstadt / D	www.penell-gmbh.de	49
Peri GmbH, Weißenhorn / D	www.peri.de	9
Pressluft-Frantz GmbH, Frankfurt / D	www.pressluft-frantz.de	51
Rowa Tunnelling Logistics AG, Wangen / CH	www.rowa-ag.ch	53
Schwenk Zement KG, Ulm / D	www.schwenk.de	3
TechnoBochum, Bochum / D	www.techno-bochum.de	17
Tsurumi (Europe) GmbH, Düsseldorf / D	www.tsurumi.de	57
Wacker Chemie AG, München / D	www.wacker.com	19

**bau | | verlag**

We give ideas room to develop

www.bauverlag.de

**tunnel** 30. Jahrgang / 30<sup>th</sup> Year  
www.tunnel-online.info

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

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

**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. 29 vom 1. 10. 2010  
Advertisement Price List No. 29 dated 1. 10. 2010 is currently valid

**Auslandsvertretungen/Representatives:**  
Frankreich/France:  
CoMediA srl., Piazza Matteotti, 17/5, I-16043 Chiavari  
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@comediarsl.it

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

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

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

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

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

**Leiterin 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 persönlich 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** € 22,00  
(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 tis jährlich inkl. Versandkosten:**  
€ 188,40 (Ausland: € 195,00)

**Combined subscription for Tunnel + tis including postage:**  
€ 188,40 (outside Germany: € 195,00).

Ein Abonnement gilt zunächst für 12 Monate und ist danach mit einer Frist von 4 Wochen vor Ablauf eines Halbjahres schriftlich kündbar. A subscription is valid initially for 12 months and after that it can be cancelled by giving notice in writing no later than four weeks before the end of a half-year.

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

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

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

**Druck/Printers:**  
Merkur Druck, D-32785 Detmold



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

# 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



Go online wherever you are!

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

 **BASF**

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

BASF Performance Products GmbH  
Niederlassung Krieglach  
Roseggerstrasse 101  
A-8670 Krieglach  
Tel. +43 3855 2371 0  
[www.basf-cc.at](http://www.basf-cc.at)



## Expanding Horizons

## Underground

**MEYCO**