

www.tunnel-online.info

tunnel

6

October

Offizielles Organ der STUVA · Official Journal of the STUVA

2017

Cover Story: Stuttgart 21 – Injections to restrict
ingressing Water in Rock containing Anhydrite | 18
Rheintalbahn Closure lifted on 2 October | 10
2017 World Tunnel Congress in Bergen | 52



bau || || verlag

Wir geben Ideen Raum

JOSEPH PARIS
FAYAT GROUP
7, BOULEVARD GÉNÉRAL KOENIG 44100 NANTES

HERRENKNECHT
Tunneling Systems

Greatness

The Herrenknecht EPB shield S-900 (Ø 15.87 m) is currently the largest tunnel boring machine in Europe. It will soon be ready to bore the 7,528 meter long **Santa Lucia Tunnel** in the Apennines.

pavimental

Together

More than **225 kilometers** of high-class road tunnels have been built globally, using cutting-edge Herrenknecht tunnelling technologies.

Contractor:
› Pavimental S.p.A. (Gruppo Atlantia)

Client:
› Autostrade per l'Italia S.p.A.

Pioneering Underground Technologies

› www.herrenknecht.com



tunnel 6/17

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



Mit dem Durchbruch der beiden letzten Tunnelbohrmaschinen in die Zielgrube des Bauabschnitts 40 in Oberhausen, Deutschland, sind seit dem 12. Juni 2017 die Tunnel- und Rohrvortriebsarbeiten für den Abwasserkanal Emscher (AKE) abgeschlossen

With the breakthrough of the last two tunnel boring machines into the target pit of construction section 40 in Oberhausen on June 12, 2017 the tunnel and pipe jacking work for the Emscher sewer in Germany has been completed

Quelle/credit: Herrenknecht

(Seite/page 14)

Title

Injektionen zur Begrenzung von Wasserzutritten in anhydritführendes Gebirge beim Projekt Stuttgart 21; Injektionsversuch im Tunnel nach Feuerbach. Ausführendes Unternehmen: Marti Geotechnik; verwendetes Material: Acrylatgel Rubbertite, TPH Bausysteme

Injections to restrict ingressing water in rock containing anhydrite for the Stuttgart 21 project; grouting test in the tunnel leading to Feuerbach.

Test executed by: Marti Geotechnik; injection agent: acrylate gel Rubbertite, TPH Bausysteme

Quelle/credit: WBI

(Seiten/pages 18 + 26)

Nachrichten / News

2

Titelstory / Cover Story

Stuttgart 21: Injektionen zur Begrenzung von Wasserzutritten in anhydritführendes Gebirge 18

Stuttgart 21: Injections to restrict ingressing Water in Rock containing Anhydrite
Prof. Dr.-Ing. Walter Wittke; Dr.-Ing. Martin Wittke; Dr.-Ing. Claus Erichsen; Dipl.-Ing. Dieter Schmitt; Christoph Lienhart

Nachweis der Eignung von Injektionsstoffen für abdichtende Gebirgsinjektionen – Polyurethanharze und Acrylatgele 26

Proof of the Suitability of Injection Agents for Sealing Rock Injections – Polyurethane Resins and Acrylate Gels
Dipl.-Ing. Matthias Rudolph; Dr.-Ing. Ute Hornig

International / TBM

Interview mit Hongyu Xue, Lovsuns Tunneling Canada 34

Interview mit Hongyu Xue, Lovsuns Tunneling Canada
Dipl.-Ing. Roland Herr

Forschung & Entwicklung / Research & Development

SCAUT – Kompetenzzentrum für die innovative Nutzung des Untergrundes 38

SCAUT – Swiss Center of Applied Underground Technologies
Marvin Klostermeier

STUVA-Ausstellerinfo / STUVA Exhibitor Information

DMI Injektionstechnik; A.S.T. Bochum; Herrenknecht; 42
Agru; Bekaert Maccaferri;
Bergmann Maschinenbau; Hölscher Wasserbau; Ingenieurbüro Vössing;
Dätwyler Sealing Technologies; Implenla; Babendererde/TPC tunnelsoft;
Bauernfeind; ITC SA; Porr; Geodata; H+E Logistik; Hodapp; Elkuch Group; Langmatz

Fachtagungen / Conferences

ITA-Jahrestagung und World Tunnel Congress 2017 in Bergen 52

ITA Annual Meeting and 2017 World Tunnel Congress in Bergen
Dr.-Ing. Roland Leucker

Produkte / Products

Digitale Beton-Sensortechnologie 67

Digital Concrete Sensor Technology

Tübbing-Lagerklötze aus Recyclingkunststoff 69

Segment Storage Blocks made of Recycling Plastic

Informationen / Information

Veranstaltungskalender / Event Calendar 71

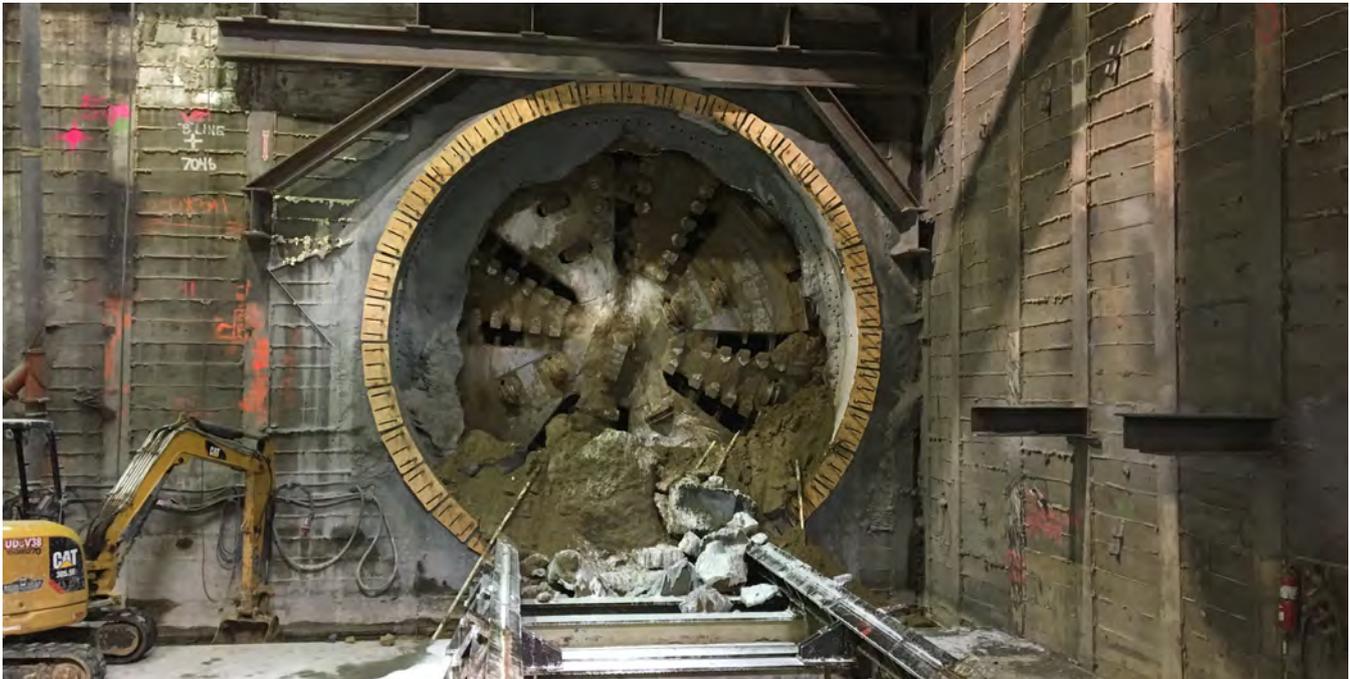
Impressum / Imprint 72

USA

Strategische U-Bahn-Erweiterungen in Los Angeles

USA

Strategic Subway Extensions in Los Angeles



Quelle/Credit (2): Herrenknecht

EPB-Schild „Harriet“ schloss im April 2017 seine insgesamt 3,2 km lange Tunnelmission unter Los Angeles plangemäß ab. Der neue Crenshaw/LAX Transit Corridor wird die innerstädtischen Fahrzeiten verkürzen und die Anbindung zum internationalen Flughafen LAX verbessern

In April 2017 EPB Shield "Harriet" completed its tunnelling mission totaling 3.2 km under Los Angeles as scheduled. The new Crenshaw/LAX Transit Corridor will reduce inner city travel times and improve the connection to the international airport LAX

Los Angeles erstickt während der Rush Hour im Verkehr. Daher treibt die Los Angeles Metropolitan Transportation Authority (Metro) den Ausbau der lokalen Verkehrsanbindung mit Hochdruck voran. In den kommenden Jahren wird das bestehende Metro-Schienennetz gleich an mehreren Stellen erweitert.

Crenshaw/LAX Transit Corridor

Aktuellstes Beispiel ist der Crenshaw/LAX Transit Corridor. Die knapp 14 km lange, neue Light Rail-Strecke soll die Verbindung zwischen den urbanen Zentren Crenshaw und Inglewood sowie der Region um den internationalen Flughafen von Los Angeles (LAX) verbessern. Den hohen Bedarf an öffentlicher Nahverkehrskapazität zeigt allein die Passagierzahl am LAX: 2016 wurden mehr als 80 Millionen Fluggäste abgefertigt – Tendenz steigend.

Für einen Teilabschnitt des Crenshaw/LAX Transit Corridors arbeitete sich zwischen Mai 2016 und April 2017 der Erddruckschild (EPB) „Harriet“ im Untergrund voran. Die Herrenknecht-TBM (Ø 6,51m) fuhr zunächst einen 1,6 km langen Tunnel zwischen den zukünftigen Stationen Expo/Crenshaw und Leimert Park auf. Anschließend wurde sie demontiert und für die zweite, parallele Strecke zum Startschacht zurücktransportiert. Im April 2017 schloss „Harriet“ mit dem zweiten Durchbruch im Zielschacht an der Station Leimert Park ihre Mission unter Los Angeles ab. Dank Wochenbestleistungen von 170 Metern

Los Angeles suffocates in traffic during rush hour. For this reason the Los Angeles Metropolitan Transportation Authority (Metro) is pushing ahead at full speed with the expansion of local transport links. In the coming years, the existing metro rail network will be expanded in a number of different places.

Crenshaw/LAX Transit Corridor

The latest example is the Crenshaw/LAX Transit Corridor. The nearly 14 km long new light rail route will improve the connection between the urban centers of Crenshaw and Inglewood as well as the region around Los Angeles International Airport (LAX). LAX passenger numbers alone show the high demand for public transport capacity: in 2016, more than 80 million passengers were processed – and the trend is rising.

Between May 2016 and April 2017 the Earth Pressure Balance Shield (EPB) »Harriet« worked its way forward underground for a section of the Crenshaw/LAX Transit Corridor. The Herrenknecht TBM (Ø 6.51m) first excavated a 1.6 km long tunnel between the future stations of Expo/Crenshaw and Leimert Park. It was then disassembled and transported back to the launch shaft for the second, parallel section. In April 2017 "Harriet" completed her mission below Los Angeles with the second breakthrough in the target shaft at the Leimert Park station. Thanks to weekly best performances of

kann der Crenshaw/LAX Transit Corridor voraussichtlich plangemäß im Jahr 2019 in Betrieb gehen.

Regional Connector Transit Corridor

Im Februar 2017 erfolgte währenddessen der Startschuss für den Erddruckschild „Angeli“. Die TBM bohrt derzeit einen Teilabschnitt des Regional Connector Transit Corridors. Er dient dazu, bestehende Metrostrecken der Gold-, Blue- und Expo-Linien zu neuen und schnelleren Direktverbindungen zu verknüpfen. Dadurch können Passagiere ab 2020 ohne Umstieg in Nord-Süd-Richtung von Azusa nach Long Beach und in Ost-West-Richtung von East Los Angeles nach Santa Monica reisen. „Angeli“ hat gerade die erste von zwei 1,7 km langen Vortriebsstrecken beendet. Am 18. Juli kam sie im Zielschacht der 4th Street wieder zum Vorschein. Als nächstes wird sie einen Paralleltunnel graben; der finale Durchbruch ist für Ende des Jahres 2017 geplant.

Mögliche Gasvorkommen

Eine der größten Herausforderungen beim maschinellen Tunnelbau unter L. A. sind die möglichen Gasvorkommen. Um diese zu meistern, haben sich die bauausführenden Joint Ventures für spezielle Technik von Herrenknecht entschieden. Die elektrischen Komponenten

170 m the Crenshaw/LAX Transit Corridor is expected to go on line on schedule in 2019.

Regional Connector Transit Corridor

Meanwhile, in February 2017 the Earth Pressure Balance Shield „Angeli“ got under way. The TBM is boring a section of the Regional Connector Transit Corridor. It will link the existing Gold, Blue and Expo Metro Lines to new and faster direct connections. From 2020 this will allow passengers to travel north-south from Azusa to Long Beach and east-west from East Los Angeles to Santa Monica without having to change. „Angeli“ has just finished the first of two 1.7 km long tunnelling routes. On July 18th she reappeared in the target shaft at 4th Street. Next she will dig a parallel tunnel with the final breakthrough scheduled for the end of the year.

Possible Gas Deposits

One of the greatest challenges in mechanized tunnelling under L. A. are the possible gas deposits. In order to master these safely, the contracting joint ventures have opted for special technology from Herrenknecht. The electrical components in „Harriet“ and „Angeli“ are explosion-protected so that safe tunnelling can be realized at all times. This measure has previously proved its worth worldwide in various



Mixing and Injection Technology
is our competence.

Talk to the experts!

HÄNY
Mixing and Injection Technology

von „Harriet“ und „Angeli“ sind explosionsgeschützt ausgeführt, damit ein jederzeit sicherer Vortrieb gewährleistet werden kann. Eine Maßnahme, die sich zuvor weltweit bei verschiedenen Referenzprojekten bewährt hat. Trotz der anspruchsvollen geologischen Bedingungen und des innerstädtischen Vortriebs unter dicht bewohntem Gebiet haben die beiden Erddruckschilde dank der aktiven Kommunikation der Metro bei der Bevölkerung von L. A. bereits einen gewissen Kultstatus erlangt. Der vielgelesene Twitter-Account von „Harriet“ wurde nach deren Durchbruch geschlossen, „Angeli“ kommuniziert weiterhin über den Account: Angeli@regionaltbm.

Purple Line Extension

Unterdessen tüfteln Konstrukteure und Ingenieure bei Herrenknecht bereits am nächsten Auftrag für Los Angeles. Denn auch die bestehende Purple Line soll um rund 14,5 km und sieben Stationen wachsen. Hierfür sollen im Frühjahr 2018 und im Frühjahr 2019 jeweils zwei weitere Erddruckschilde ihren Vortrieb starten. Die vier Bohrer werden in wenigen Jahren gemeinsam über 11 km Tunnelröhren herstellen. Bereits vor einem Jahrzehnt hatten zwei EPB-Schilde von Herrenknecht für den Ausbau der Gold Line unter ähnlichen Voraussetzungen eine insgesamt 4 km lange Tunnelstrecke bewältigt. 



Insgesamt sechs Herrenknecht-Tunnelbohrmaschinen realisieren für die Los Angeles Metro-Rail Extension moderne Metro-tunnel

A total of six Herrenknecht tunnel boring machines are realizing state-of-the-art metro tunnels for the Los Angeles metro rail extension

reference projects. Despite the complex geological conditions and the inner city drive beneath densely populated areas, thanks to the active communication of Metro the two Earth Pressure Balance Shields have already gained a certain cult status with the population of L. A. The much-read Twitter account of “Harriet” was closed after its breakthrough, “Angeli” continues to communicate with the interested population (account: Angeli@regionaltbm).

Purple Line Extension

In the meantime, Herrenknecht designers and engineers are already working on the next order for Los Angeles. The existing

Purple Line is also planned to grow by 14.5 km and seven stations. To this end, in both the spring of 2018 and the spring of 2019 two additional Earth Pressure Balance Shields each are to be launched. In just a few years the four machines will produce over 11 km of high quality tunnel tubes. A decade ago, under similar conditions two EPB Shields from Herrenknecht had already built a total of 4 km of tunnel for the expansion of the Gold Line. 

PROJEKTDATEN / PROJEKT DATA

Crenshaw/LAX Corridor

EPB-Schild/EPB Shield, Schilddurchmesser/Shield diameter 6514 mm

Tunnellänge/Tunnel Length: 2x 1600 m

Geologie: Alluvium, fein- bis mittelkörnige Sande und Kiese, Steine und Blöcke, Schluffe und Tone

Geology: alluvium, fine to medium grain sands and gravels, stones and blocks, silts and clays

Kunde/Contractor: Walsh/Shea Corridor Constructors (The Walsh Group, Ltd.; J.F. Shea Construction; HNTB Corporation)

Bauherr/Client: Los Angeles Metropolitan Transportation Authority

Regional Connector Transit Corridor

EPB-Schild/EPB Shield, Schilddurchmesser/Shield diameter 6560 mm

Tunnellänge/Tunnel Length: 2x 1700 m

Geologie: Verwitterte Schluff- und Tonsteine, lokal Sande mit Kies, Steinen und Findlingen

Geology: weathered silt- and claystones, local sands with gravel, stones and boulders

Kunde/Contractor: Regional Connector Constructors (Skanska USA Civil West California District Inc.; Traylor Bros., Inc.)

Bauherr/Client: Los Angeles Metropolitan Transportation Authority

Purple Line Extension, Section 1

2x EPB-Schild/EPB Shield, Schilddurchmesser/Shield diameter 6620 mm

Tunnellänge/Tunnel Length: 2x 5250 m

Geologie: Sande, Schluff, Steine und Findlinge sowie leicht verwitterte Schluff- und Tonsteine

Geology: sands, silt, stones and boulders as well as slightly weathered silt- and claystones

Kunde/Contractor: Skanska/Traylor/Shea JV (Skanska USA Civil West California District Inc.; Traylor Bros., Inc.; J.F. Shea Construction)

Bauherr/Client: Los Angeles Metropolitan Transportation Authority

Purple Line Extension, Section 2

2x EPB-Schild/EPB Shield, Schilddurchmesser/Shield diameter 6620 mm

Tunnellänge/Tunnel Length: 2x 3200 m

Geologie: Sande, Schluff, Steine und Findlinge sowie leicht verwitterte Schluff- und Tonsteine

Geology: sands, silt, stones and boulders as well as slightly weathered silt- and claystones

Kunde/Contractor: Tutor Perini/O&G JV

Bauherr/Client: Los Angeles Metropolitan Transportation Authority



WHEN PARTNERSHIP AND PERFORMANCE GO HAND IN HAND THAT'S BUILDING TRUST

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

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

Schweiz

Ceneri-Basistunnel – Der Einbau der Bahntechnik hat begonnen

Beim Nordportal des Ceneri-Basistunnels hat im Sommer 2017 in der Oströhre der Einbau der Bahntechnik begonnen. Der 15,4 km lange Basistunnel zwischen Camorino und Vezia wird im Verlaufe der nächsten Jahre mit den bahntechnischen Installationen wie Fahrbahn, Fahrleitung, Bahnstrom- und Stromversorgungsanlagen, Telekommunikations- und Sicherungsanlagen sowie der Leittechnik ausgerüstet. Seit dem Herbst 2016 sind auf dem Installationsplatz Bahntechnik bei Camorino auf rund 60 000 m² Leitstellen, Hallen, Werkstätten und Büros als logistische Basis für den Einbau der bahntechnischen Anlagen entstanden.

Einbau der Fahrbahn

Begonnen wurde in Vigana mit dem ersten Abschnitt der schotterlosen, festen Fahrbahn. Bis Ende Juli waren bereits 200 m Fahrbahn einbetoniert worden; in der Folge fand deren Qualitätsprüfung statt. Anschließend können die Gleisbau-Spezialisten mit dem Einbau der festen Fahrbahn Richtung Südportal Vezia fortfahren. Auch in der Weströhre werden dann die Arbeiten mit dem Auslegen eines Hilfsgleises aufgenommen. Zu Spitzenzeiten werden bis zu 200 Personen im Ceneri-Basistunnel mit dem Einbau der Bahntechnik beschäftigt sein.

Elektromechanische Ausrüstung

Nach dem Einbau der Fahrbahn folgt die Montage der Fahrleitung (Deckenstromschiene) sowie der elektrischen Anlagen für die Stromversorgung der bahntechnischen und tunnelspezifischen Ausrüstung, der Telekommunikationsanlagen, der Leittechnik und der Sicherungsanlagen. Ab Frühling 2020 soll unter der Leitung der AlpTransit Gotthard AG der Testbetrieb aufgenommen werden. Der anschließende Probebetrieb steht unter der Hauptverantwortung der SBB. Gemäß Bauprogramm wird der Ceneri-Basistunnel im Dezember 2020 für den fahrplanmäßigen Bahnbetrieb bereit sein.

Vier Lose für die Bahntechnik

Die AlpTransit Gotthard AG den Einbau der Bahntechnik im Ceneri-Basistunnel vier Lose unterteilt:

Los Bahntechnik & Logistik: Das Konsortium Mons Ceneris (Federführung Mancini&Marti AG, Bellinzona; Marti Contractors Ltd., Moosseedorf; Marti Tunnelbau AG, Moosseedorf; Pizzarotti SA - Impresa Generale Costruzioni, Bellinzona; Pizzarotti & C. S.p.A. - Impresa Costruzioni, Parma; GCF S.p.A.– Generali costruzioni Ferroviarie, Grottaglie; Gefer S.p.A., Rom) ist unter anderem für die Planung, Lieferung, Einbau und Inbetriebsetzung der Fahrbahn (feste Fahrbahn im Tunnel, Schotterfahrbahn auf den Strecken im Freien) und der Weichen im Ceneri-Basistunnel verantwortlich sowie für die gesamte Transport- und Umschlaglogistik beim Einbau der Bahntechnik im Ceneri-Basistunnel und auf der offenen Neubaustrecke Nord.

Switzerland

Ceneri Base Tunnel – Installation of Railway Equipment has begun

At the north portal of the Ceneri Base Tunnel, installation of railway equipment in the east bore started in summer 2017. The 15.4 km long base tunnel between Camorino and Vezia will be equipped in the next few years with railway installations such as track, overhead, traction power and electricity supply, telecommunications and safety systems and control systems. Since autumn 2016, more than 60 000 m² of control centres, halls, workshops and offices have been installed on the railway installation area in Camorino to provide the logistic basis for the installation of railway equipment.

Track Laying

Work started in Vigana on the first section of the ballastless slab track. By the end of July, 200 m of permanent way had already been concreted; then the quality was tested. Then the specialist track laying contractor continued with the installation of the slab track working towards the south portal in Vezia. Then work will also start in the west bore with the laying of a temporary track. At peak times, more than 200 people will be working on the installation of railway equipment in the Ceneri Base Tunnel.

Mechanical and electrical Installation

After the laying of the track, the overhead (conductor rail) will be erected as well as the electrical systems for power supply for the railway and tunnel-specific equipment, the telecommunications systems, control and safety systems. From spring 2020, test operation should start under the management of the AlpTransit Gotthard AG. The following trial operation will be under the main responsibility of the SBB. According to the construction schedule, the Ceneri Base Tunnel should be ready for regular services in December 2020.

Four Railway Equipment Contracts

The AlpTransit Gotthard AG has divided the installation of railway equipment in the Ceneri Base Tunnel into four contracts:

Railway equipment and logistics: The consortium Mons Ceneris (lead Mancini&Marti AG, Bellinzona; Marti Contractors Ltd., Moosseedorf; Marti Tunnelbau AG, Moosseedorf; Pizzarotti SA - Impresa Generale Costruzioni, Bellinzona; Pizzarotti & C. S.p.A. - Impresa Costruzioni, Parma; GCF S.p.A.– Generali costruzioni Ferroviarie, Grottaglie; Gefer S.p.A., Rome) is responsible for works including the design, delivery, installation and commissioning of the track (slab track in the tunnel, ballast track for the open-air sections) and the switches in the Ceneri Base Tunnel as well as the entire transport and handling logistics for the installation of railway equipment in the Ceneri Base Tunnel and the north open-air section.

Railway equipment and overall coordination: The consortium CPC (lead Cablex AG, Bern; Porr Suisse AG, Altdorf; Società Italiana per Condotte d'Acqua S.p.A., Rome; LGV Impresa costruzioni SA,

Los Bahntechnik & Gesamtkoordination: Das Konsortium CPC (Federführung Calex AG, Bern; Porr Suisse AG, Altdorf; Società Italiana per Condotte d'Acqua S.p.A., Rom; LGV Impresa costruzioni SA, Bellinzona; Cossi Costruzioni S.p.A., Sondrio) ist hauptsächlich für die Planung, Lieferung, Einbau und Inbetriebsetzung der bahntechnischen Ausrüstung (Fahrstrom 16.7 Hz, Stromversorgung 50 Hz und Kabel, Telecom Festnetz und Funk) des Tunnels inklusive der offenen Neubaustrecke Nord und der Bahntechnikgebäude Vigana und Vezia sowie für die Gesamtkoordination zwischen allen beteiligten Unternehmen verantwortlich.

Los Tunnelleittechnik: Der Unternehmer Tunnelleittechnik ALU (Nokia Schweiz, Zürich) ist für Planung, Lieferung, Einbau und Inbetriebsetzung der Tunnelleittechnik (TLT) für die Neubaustrecke des Ceneri-Basistunnels inklusive der Integration in die bestehende TLT und Umsysteme des Gotthard-Basistunnels zuständig. Damit ist gewährleistet, dass ein Gesamtsystem TLT über den Gotthard- und Ceneri-Basistunnel entsteht, welches von der Betriebszentrale Süd (Pollegio) aus überwacht und gesteuert wird.

Los Sicherungsanlagen: Der Unternehmer Sicherungsanlagen TRSS (Thales Rail Signalling Solutions AG, Zürich) ist für die Planung, Lieferung, Einbau und Inbetriebsetzung der Sicherungsanlagen (SA) inklusive der Bahntechnik des Ceneri-Basistunnels zuzüglich der offenen Neubaustrecken Nord und Süd und deren Integration in die Systeme der SBB verantwortlich. Damit ist gewährleistet, dass ein Gesamtsystem SA über den Gotthard- und Ceneri-Basistunnel entsteht, welches wie die Tunnelleittechnik von der Betriebszentrale Süd aus gesteuert wird. 

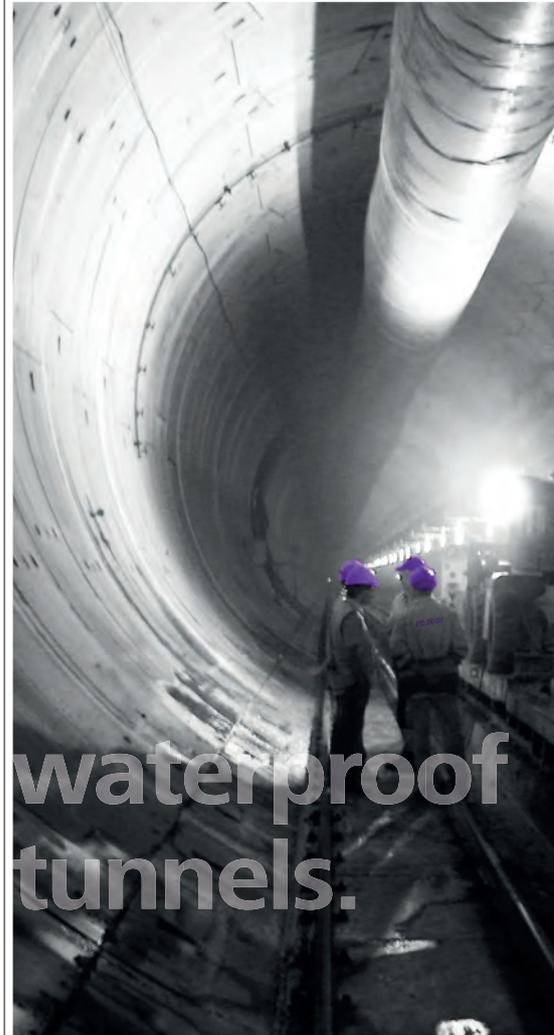
Bellinzona; Cossi Costruzioni S.p.A., Sondrio) is mainly responsible for the design, delivery, installation and commissioning of the railway equipment (traction power 16.7 Hz, electricity supply 50 Hz and cabling, telecoms land line and wireless) of the tunnel including the north open-air section and the railway technology buildings in Vigana and Vezia as well as overall coordination between all contractors.

Tunnel control systems: The contractor Tunnelleittechnik ALU (Nokia Schweiz, Zürich) is responsible for the design, delivery, installation and commissioning of the tunnel control systems for the new line in the Ceneri Base Tunnel including the integration into the existing control and peripheral IT systems of the Gotthard Base Tunnel. This will ensure that an overall control system is created covering the Gotthard and Ceneri Base Tunnels, which will be monitored and controlled from the south operations centre in Pollegio.

Safety systems: The contractor Sicherungsanlagen TRSS (Thales Rail Signalling Solutions AG, Zürich) is responsible for the design, delivery, installation and commissioning of the safety systems including the railway control systems of the Ceneri Base Tunnel including the north and south open-air sections and their integration into the systems of the SBB. This will ensure that an overall safety system covering the Gotthard and Ceneri Base Tunnels will be created, which like the tunnel control systems will be controlled from the south operations centre. 

rascor®

Pioneers in waterproofing



waterproof
tunnels.

As pioneers in waterproofing-engineering, we develop products for highest demands – the absolute dryness for your tunnelling projects. Solution-oriented and customised remedial or preventive sealing concepts guarantee success!

Rascor Tunnel- und
Spezialtiefbau GmbH
Ratsgasse 6
DE-97688 Bad Kissingen

Phone +499711302738
Fax +499711336251
info@rascor.com
www.rascor.com

Österreich

Semmering-Basistunnel: Letzter Tunnelabschnitt im Bau

Austria

Semmering Base Tunnel: Last Section under Construction



Quelle/credit: ÖBB/Grafebner

Der Abschnitt Grautschenhof des Semmering-Basistunnels wird von den Sohlen zweier 1000 m tiefer Schächte aus im Bagger- und Sprengvortrieb aufgeföhren
The Grautschenhof section of the Semmering Base Tunnel is being excavated from the bottom of two 1000 m deep shafts with excavators and blasting

Der 27,3 km lange Semmering-Basistunnel neu ist Hauptbestandteil der neuen Österreichischen Südbahn. Am 30. Juni 2017 haben die bergmännischen Arbeiten beim dritten und letzten Tunnelabschnitt Grautschenhof begonnen. In diesem rund 7 km langen, steirischen Abschnitt zwischen Spital am Semmering und Müzzzuschlag sind bereits die zwei 1000 m tiefen Schächte abgeteufelt. Vom Schachtfuß aus werden jetzt die beiden Tunnelröhren mit Bagger und Sprengungen sowohl in Richtung Müzzzuschlag als auch in Richtung Gloggnitz aufgeföhren.

Gebaut wird auf der Tunnelbaustelle in Grautschenhof schon seit Mai 2016 von der Arbeitsgemeinschaft Marti GmbH/Marti Tunnelbau AG im Auftrag der ÖBB-Infrastruktur AG – zunächst für die Vorarbeiten, wie Lärmschutzwände und Gewässerschutzanlagen – und ab Mitte September 2016 für die Schachtbauten. Die Gesamtinvestitionen für den Semmering-Basistunnel betragen 3,3 Milliarden Euro. Ab der geplanten Inbetriebnahme 2026 werden Züge in zwei Stunden und 40 Minuten von Wien nach Klagenfurt und in 45 Minuten von Graz nach Klagenfurt fahren können.
G. B.

The 27.3 km long new Semmering Base Tunnel is the key structure of the new Austrian Südbahn line. On 30 June 2017, tunnelling works started on the third and last tunnel section, Grautschenhof. The two 1000 m deep shafts have already been sunk on this approx. 7 km long section between Spital am Semmering and Müzzzuschlag in Styria. The two tunnels are being excavated with excavators and blasting both in the direction of Müzzzuschlag and in the direction of Gloggnitz.

The joint venture Marti GmbH/Marti Tunnelbau AG Work has already been working on the contract for ÖBB-Infrastruktur AG at the tunnel site in Grautschenhof since May 2016 – starting with preliminary works such as noise protection walls and water treatment – with shaft sinking from September 2016. The total investment for the new Semmering Base Tunnel is 3.3 billion euros. After the planned opening in 2026, trains will be able to travel from Vienna to Klagenfurt in two hours 40 minutes and in 45 minutes from Graz to Klagenfurt.
G. B.

Literatur/References

- [1] Semmering-Basistunnel neu, Bau begonnen. tunnel 7/2012, S. 12
- [2] Koralmtunnel und neuer Semmering-Basistunnel – Stand der Dinge. tunnel 2/2014, S. 56–60
- [3] Semmering-Basistunnel neu: Vorarbeiten in Gloggnitz beendet. tunnel 1/2015, S. 2–3

Deutschland

Durchschlag im Fildertunnel

Der Fildertunnel verbindet auf einer Länge von 9.5 km den im Talkessel liegenden Stuttgarter Hauptbahnhof mit der rund 155 m höher liegenden Filderebene. Die vier Abschnitte der beiden Tunnelröhren werden mit einer Multi-Mode-Vortriebsmaschine (TVM) mit 10,82 m Schilddurchmesser nacheinander aufgeföhren – der untere Tunnelteil auf rund 3,6 km und der obere Teil auf rund 4 km Länge. In der 1162 m langen geologischen Übergangszone mit unausgelaugtem Gipskeuper (etwa in Tunnelmitte) wird die TVM nicht eingesetzt.

Am 4. Juli 2017 hatte die TVM im oberen Abschnitt der Weströhre die geologische Übergangszone erreicht und ihre zweite Schildfahrt erfolgreich beendet. Um die dritte beginnen zu können, durchfährt die TVM den konventionell hergestellten Abschnitt der Übergangszone und wird in der Wendekaverne vor dem Stuttgarter Hauptbahnhof unter Tage gedreht, um bergauf den letzten Abschnitt des Fildertunnels ab Herbst 2017 in Angriff zu nehmen. 

G. B.

Germany

Breakthrough in Filder Tunnel

The 9.5 km long Filder Tunnel connects Stuttgart Central Station, lying in a valley basin, with the Filder plateau located some 155 m higher. The four sections of its two tunnel tubes are being driven one after the other by means of a Multi-Mode tunnel boring machine (TBM) with 10.82 m shield diameter – the lower portion of the tunnel over roughly 3.6 km and the upper one over a length of approx. 4 km. The TBM is not applied in the 1162 m long geological transition zone (roughly in the middle of the tunnel) consisting of unleached gypsum keuper.

On July 4, 2017, the TBM reached the geological transition zone in the upper portion of the west tube, thus successfully completing its second shield passage. In order to accomplish its third passage, the TBM moves through the transition zone tackled by conventional means and is turned round underground in the cavern foreseen for this purpose in front of Stuttgart Central Station prior to embarking on the final section of the Filder Tunnel as from autumn 2017. 

G. B.

Literatur/References

- [1] Stuttgart 21: Baustart des Fildertunnels. tunnel 6/2014, S.6–7
 [2] Vortriebsmaschine im Fildertunnel hat erste Schildfahrt beendet. tunnel 8/2015, S. 3

**1 Selbstbohrsystem –
7 Anwendungen****Mikropfahl TITAN**

- Portal- und Böschungssicherung 1 2
- Verbundschirm, Spieße, Radialanker 3 4 5
- Ortsbrustanker 6
- Kalottenfußpfahl zur Setzungsminimierung 7

Weitere Infos: www.ischebeck.de

FRIEDR. ISCHEBECK GMBH
 Loher Str. 31-79 | DE-58256 Ennepetal

ISCHEBECK
TITAN



Innovativer – Kompetenter – Zuverlässiger

**Gemeinsam stärker
im Tunnelbau**

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

- | | | |
|---|-----------|-----------------------|
|  | Pressluft | <i>compressed air</i> |
|  | Wasser | <i>water</i> |
|  | Beton | <i>concrete</i> |



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**

Deutschland – Tunnel Rastatt

Rheintalbahns-Sperrung wurde am 2. Oktober aufgehoben

Germany – Rastatt Tunnel

Rheintalbahns Closure lifted on 2 October



Quelle/credit: Deutsche Bahn/Armin Skierlo

Eine rund 120 m lange und 1 m dicke Betonplatte dient als Grundlage für die Wiederherstellung der Rheintalbahns-Gleise, die aufgrund der Tunnelbauarbeiten am 12. August durch bis zu 30 cm tiefe Bodenabsackungen beschädigt wurden

Construction of a concrete slab about 120 m long and 1 m thick, which serves as the foundation for the relaying of the tracks of the Rheintalbahns. The tracks were damaged on August 12, due to a collapse in the east bore of the Rastatt Tunnel which was being excavated below the tracks

Am Vormittag des 12. August 2017 war es zu einem Einbruch von Wasser und Erde in die im Bau befindliche östliche Röhre des Rastatter Tunnels gekommen. Oberbau und Gleise der darüber führenden Rheintalbahns senkten sich in diesem Bereich um bis zu 30 cm ab. Zwischen Rastatt und Baden-Baden bestand seitdem eine Sperrung der wichtigen Magistrale für den Personen- und Güterverkehr; auch die Vortriebsarbeiten im Tunnel Rastatt wurden umgehend eingestellt.

Tübbinge verschoben

Das Eindringen von Wasser und Erdmasse in den Tunnel ereignete sich auf einer Länge von rund 40 m, nachdem sich Tübbinge in der maschinell gebauten Oströhre verschoben hatten. Für die Sicherung des Tunnelvortriebs bei geringer Überdeckung unterhalb der Bahnstrecke war zuvor eine Ringvereisung über eine Länge von rund 200 m angelegt worden, die in dieser Größenordnung ein Novum im maschinellen Tunnelbau darstellte.

Tunnelverfüllung und Reparatur der Gleisanlagen

Zur Stabilisierung wurde der Tunnelabschnitt unterhalb der Rheintalbahns auf einer Länge von 160 m über sieben Bohrlöcher mit insgesamt 10 500 m³ Beton verfüllt. Auch die 18 Millionen Euro teure TVM wurde mit einbetoniert. Unmittelbar im Anschluss

On the morning of 12 August 2017, water and earth collapsed into the east bore of the Rastatt Tunnel in the course of construction works. The permanent way and tracks of the Rheintalbahns (Rhine valley line) above the tunnel settled by up to 30 cm in the affected area, since when the important main line between Rastatt and Baden-Baden has been closed for passenger and goods traffic; tunnelling works in the Rastatt Tunnel were also stopped immediately.

Segments displaced

Water and earth penetrated into the tunnel along a length of about 40 m after segments had displaced in the course of the mechanised tunnelling works in the east bore. In order to provide pre-support for tunnel driving at this location with shallow cover under the railway line, a ring of ground had first been frozen along a length of about 200 m, which, in this magnitude, represents an innovation in mechanised tunnelling.

Tunnel Backfilling and Repair of the Tracks

In order to stabilise the tunnel section under the Rheintalbahns, altogether 10 500 m³ of concrete was filled through seven boreholes along a length of 160 m. The TBM, which had cost 18 million euros, was also concreted in. Immediately after this, work started on removing the tracks and preparations for the construction of a concrete slab

begannen der Gleisrückbau und die Vorbereitungen für den Bau einer rund 120 m langen und 1 m dicken Betonplatte, die als Grundlage für die Wiederherstellung der Gleise im betroffenen Abschnitt der Rheintalbahn diente.

Die anfänglich optimistische Einschätzung, die Streckensperrung bis zum 26. August aufheben zu können musste nach kurzer Zeit revidiert werden. Eine knapp zwei Monate andauernde Stilllegung der betroffenen Rheintalbahnstrecke bis zum 7. Oktober wurde nun eingeplant. Gemeinsam mit den beteiligten Baufirmen gelang es der Deutschen Bahn den logistischen Einsatz von Personal und Maschinen nochmals zu optimieren, sodass die Freigabe des Verkehrs auf der Rheintalbahn über die komplette Strecke auf den 2. Oktober vorverlegt wurde.

Schienenersatzverkehr

Die ausfallenden Personenzüge – täglich rund 70 Fern- und 50 Regionalzüge – mussten durch Bussen ersetzt werden: Bis zu 23 große Gelenkbusse beförderten täglich nahezu 3000 Reisende zwischen Rastatt und Baden-Baden. Eine wichtige Aufgabe war insbesondere die Organisation von Umleitungsverkehren für den Güterverkehr bis zur Wiederinbetriebnahme der Strecke. Auf der Rheintalbahn als einer der zentralen europäischen Güterverkehrsmagistralen sind in Spitzenzeiten täglich bis zu 200 Güterzüge auf dem Nord-Süd-Korridor zwischen Karlsruhe und Basel unterwegs.

Als eine von elf kurzfristig angepassten Baumaßnahmen für die möglichst effektive Umleitung des Güterverkehrs sorgte die vorgezogene Wiederinbetriebnahme der Gäubahn am 7. September für etwas Entspannung. Zudem waren rund 70 zusätzliche Lokführer, zum Teil auch von Nachbarbahnen aus dem Ausland, im Güterverkehr im Einsatz – vor allem für die Routen über Frankreich und Süddeutschland Richtung Italien. Die zusätzlichen Kosten der Umleitungen für Bahn und betroffene Wirtschaftsunternehmen bewegen sich im dreistelligen Millionenbereich.

about 120 m long and 1 m thick, which served as the foundation for the relaying of the tracks on the affected section of the Rheintalbahn.

The originally optimistic estimation that the track closure could be lifted on 26 August had to be revised after a short time. A closure of the affected section of the Rheintalbahn lasting almost two months until 7 October was now planned. Together with the involved construction companies, German Railways DB managed to optimise the logistical deployment of personnel and machines once more so that the complete reopening of the Rheintalbahn could be brought forward to 2 October.

Replacement Services and Diversions

The cancelled passenger services – about 70 long-distance and 50 regional trains daily – had to be replaced with buses: up to 23 bendy buses carried approximately 3000 passengers between Rastatt and Baden-Baden each day. One important task was the organisation of diversions for goods trains until the section could be reopened. The Rheintalbahn is one of the main European goods routes, with up to 200 trains daily running on the north-south corridor between Karlsruhe and Basle.

As one of eleven construction measures revised at short notice for the most effective possible diversion of goods traffic, the early reopening of the Gäubahn on 7 September provided some relief. About 70 additional train drivers, some from railway companies in neighbouring countries, were deployed to drive goods trains – above all for the routes through France and South Germany. The additional costs of the rail diversions for DB and the affected companies amount to three figures of millions.

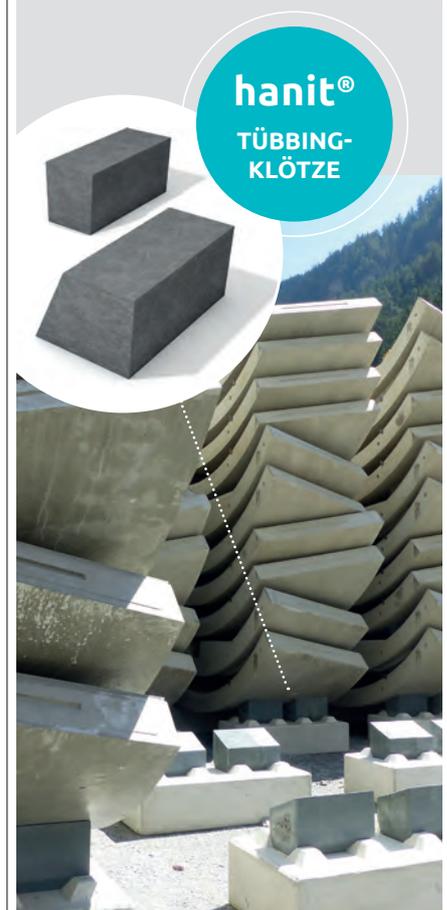
LEICHTGEWICHT FÜR TONNEN- LAST

Kein Tunnel ohne Tübbinge. Doch bei Transport und Lagerung dieser Betonteile fallen gigantische Gewichte an – ein Fall für die hanit®-Tübbingklötze aus Recyclingkunststoff.

» Bis zu 90 Tonnen Traglast

» Korrosions- & verspannungs-
freie Lagerung (3-Punkt)

» Projektbezogen anpassbar



HAHN
KUNSTSTOFFE
www.hanit.de

Gebäude 1027, 55483 Hahn-Flughafen

Weiterbau der Weströhre

Die Tunnelbauarbeiten am Rastatter Tunnel gehen weiter. Die Deutsche Bahn und die Arbeitsgemeinschaft Tunnel Rastatt haben gemeinsam ein Konzept erarbeitet, wie das Projekt weitergeführt wird. Die Tunnelvortriebsarbeiten in der nicht beschädigten Weströhre laufen wieder an, teilte die DB bereits Anfang September mit. „Der Ausbau der Rheintalbahn sorgt für eine deutlich höhere Schienenkapazität auf einem der wichtigsten europäischen Korridore. Der Weiterbau ist ein klares Signal: Wir stehen hinter diesem Projekt“, sagt Prof. Dr.

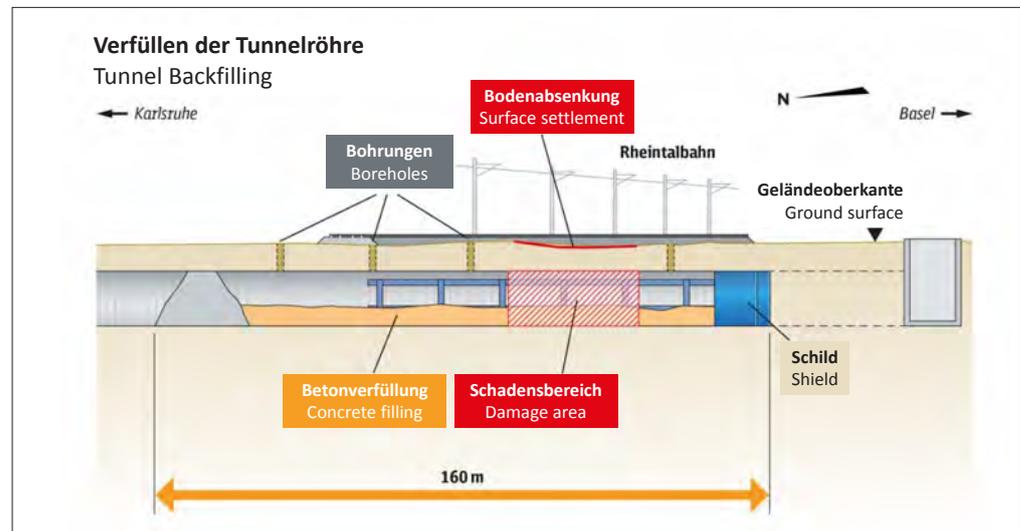
Dirk Rompf, Vorstand für Großprojekte bei der DB Netz AG.

Die Tunnelvortriebsmaschine Sibylla-Augusta hatte im September 2016 ihre Arbeit für die Weströhre aufgenommen. Aktuell befindet sich die Maschine rund 800 m von der Rheintalbahn entfernt und wird diese in den nächsten zwei bis drei Monaten erreichen. Um bei der zweiten Unterquerung der Rheintalbahn zusätzlich abgesichert zu sein, haben sich die Projektverantwortlichen entschlossen, eine zweite Betonplatte zur weiteren Stabilisierung des Bodens zu bauen. Die zweite Röhre wird rund 150 m nördlich von der ersten die Schienenstrecke unterqueren, und die zweite Betonplatte sichert dann die Gleise der Rheintalbahn auch in diesem Bereich zusätzlich ab.

„Die Ursachenermittlung läuft noch. Aber wir gehen den ganz sicheren Weg und bauen sprichwörtlich einen doppelten Boden ein“, sagt Dirk Rompf. Der Bau des zweiten Betonbodens erfolge parallel zu den schon laufenden Arbeiten der ersten Platte und hat somit keine Auswirkung auf den Zeitplan.

Die Oströhre des Tunnels Rastatt soll laut der DB nach wie vor auf der ursprünglichen Streckenführung vollendet werden. Die restlichen 40 m der Vereisungsstrecke werden im konventionellen Vortrieb aufgeföhren, die derzeitige Betonverfüllung wird entfernt und die mit einbetonierte Tunnelbohrmaschine geborgen. 

M. K./G. B.



Stabilisierung der Rheintalbahn durch Verfüllung mit Beton über eine Strecke von 160 m im Tunnel Rastatt

Stabilisation of the Rheintalbahn by filling with concrete over a length of 160 m in the Rastatt Tunnel

Quelle/credit: Deutsche Bahn

Continued Construction of the West Bore

Tunnelling works in the Rastatt Tunnel are continuing. DB and the Tunnel Rastatt joint venture have together developed a plan for the continuance of the project. Tunnelling works in the undamaged west bore are continuing, as DB already announced at the start of September.

“The improvement of the Rheintalbahn will provide considerably increased rail capacity on one of the most important European corridors. Continued construction is a clear signal: we stand behind this project”, says Prof. Dr. Dirk Rompf, chairman of large projects at DB Netz AG.

The tunnel boring machine Sibylla-Augusta had started work in the west bore in September 2016. At the moment, the machine is about 800 m away from the Rheintalbahn and will reach it in the next two or three months.

In order to be additionally safe for the second crossing of the Rheintalbahn, the project parties decided to construct a second concrete slab to stabilise the ground. The second bore will cross the line about 150 m north of the first crossing, and the second concrete slab will then additionally secure the tracks of the Rheintalbahn at this location.

“Investigation of the causes is still continuing. But we are taking a very safe route and literally installing a second floor”, says Dirk Rompf. The construction of the second concrete floor slab is being carried out parallel to the already progressing works on the first slab and will thus have no effect on the schedule.

According to DB, the east bore of the Rastatt Tunnel is going to be finished on the initially planned alignment. The remaining 40 m inside the freezing zone will be excavated by conventional means. The concrete filling under the Rheintalbahn tracks and the encased TBM have to be removed from the tunnel. 

M. K./G. B.

Österreich

Koralmbahn: Letzter Tunnelanschlag

Am 7. Juli 2017 fand der Anschlag für den Koralmbahn-Tunnel Untersammelsdorf in Kärnten, Österreich, statt. Der letzte von sechs Tunneln im Abschnitt zwischen Mittlern und Althofen/Drau stellt laut Klaus Berger, Projektleiter der ÖBB, die größte technische Herausforderung der gesamten Koralmbahn dar. Die geologische Situation ist schwierig, da der 665 m langen Tunnel Untersammelsdorf weitgehend in feinkörnigem Untergrund, dem sogenannten Seeton, zu liegen kommt. Unter dem Seeton liegen Schichten aus Vorstoßschotter und Moräne, bevor das feste Grundgebirge aus Phyllit ansteht. Zum Stabilisieren des Baugrundes mussten deshalb vorab über 1000 Bohrpfähle mit einer Länge von bis zu 38 m und 6000 DSV-Säulen durch den weichen Seeton bis in das feste Grundgebirge niedergebracht werden. Der Tunnel wird größtenteils in geschlossener Bauweise mittels Bagger hergestellt, in den Portalbereichen auch in Deckelbauweise. G. B. 

Austria

Koralmbahn: Final Drive

The start of excavation for the Koralmbahn's Untersammelsdorf Tunnel in Carinthia, Austria, took place on July 7, 2017. According to Klaus Berger, ÖBB's project manager, the last of six tunnels in the section between Mittlern and Althofen/Drau will present the greatest technical challenge of the entire Koralmbahn. The geological situation is tricky as the 665 m long Untersammelsdorf Tunnel is largely located in fine grained subsoil known as sea clay. Layers of glacial drift and moraine are to be found below the sea clay, until the solid bedrock consisting of phyllite is encountered. Consequently more than 1000 piles with a length of up to 38 m and 6000 jet-grouted columns had first to be drilled through the soft sea clay into the solid bedrock in order to stabilise the subsurface. The tunnel is largely driven by cut-and-cover means using excavators, with the top-cover method also being applied in the portal zones. 

G. B.

Literatur/References

- [1] Koralmtunnel: Gewaltiger Bohrkopf, Präzise Verschraubung. tunnel 6/2013, S. 56–58
- [2] Koralmtunnel: Baubeginn im Hauptabschnitt. tunnel 7/2013, S. 4
- [3] Koralmtunnel und neuer Semmering-Basistunnel: Stand der Dinge. tunnel 2/2014, S. 56–60

Driving progress in tunnel projects.



Guided by VMT. Lowering costs and improving efficiency in modern tunnel construction. With smart modular solutions from **VMT**. Precise navigation, full documentation and effective data management will give you that crucial advantage. **Find out more.**

Deutschland

Finaler Doppeldurchbruch am Abwasserkanal Emscher

Mit dem Durchbruch der beiden letzten Tunnelbohrmaschinen in die Zielgrube des Bauabschnitts 40 in Oberhausen sind seit dem 12. Juni 2017 die Tunnel- und Rohrvortriebsarbeiten für den Abwasserkanal Emscher (AKE) abgeschlossen.

In dem europaweit einzigartigen Umwelt- und Abwasserprojekt der Emschergenossenschaft waren über einen Zeitraum von 25 Jahren eine Vielzahl von Herrenknecht-Vortriebsmaschinen im Einsatz. Die beiden von der Baufirma Porr eingesetzten EPB-Schilde (Ø 3397 mm) errichteten mit Unterstützung von Herrenknecht-Service-Experten zwischen Oktober 2014 und Juni 2017 die beiden jeweils 10 km langen Hauptsammlerstrecken. Die Baustellencrews konnten dabei die durchschnittliche Maschinenverfügbarkeit über die gesamte Vortriebszeit bei über 95 % zu halten.

Kompakte Vortriebsanlage

Die beiden EPB-Schilde sind die einzigen Maschinen im gesamten Projekt gewesen, die im Tübbingausbauverfahren gearbeitet

Germany

Final Double Breakthrough at the Emscher Sewer

With the breakthrough of the last two tunnel boring machines into the target pit of construction section 40 on June 12, 2017 the tunnel and pipe jacking work for the Emscher sewer has been completed. Over a period of 25 years numerous Herrenknecht tunnelling machines were used in the Europe-wide unique environmental and sewage project of Emschergenossenschaft. Between October 2014 and June 2017 the two EPB Shields (Ø 3397 mm) used by construction company Porr built the two 10 km long main collectors with the support of Herrenknecht service experts. The site crews were able to keep the average machine availability above 95 % over the entire tunnelling period.

Compact Tunnelling System

The two EPB Shields were the only machines in the entire project using the segmental lining method. With an inside diameter of 2.6 m, the twin tubes of construction section 40 are among the smallest segmentally lined tunnels in the world. The entire tunnelling system



Am 12. Juni 2017 durchstießen die beiden EPB-Schilde im Bauabschnitt 40 des Abwasserkanals Emscher präzise die Zielwand beim Pumpwerk Oberhausen. Damit sind die Tunnel- und Rohrvortriebsarbeiten für die Renaturierung der Emscher planmäßig abgeschlossen worden

On June 12, 2017 the two Herrenknecht EPB Shields precisely broke through the target wall at the Oberhausen pumping station. The tunnel and pipe jacking work for the renaturation of the Emscher has been completed on schedule



Quelle/Credit (3): Herrenknecht

Die zwei von Porr eingesetzten EPB-Schilde errichteten zwischen Oktober 2014 und Juni 2017 die beiden je 10 km langen Hauptsammlerstrecken

Between October 2014 and June 2017 the two EPB Shields used by construction company Porr built the two 10 km long main collectors

haben. Mit einem Innendurchmesser von 2,6 m zählen die Doppelröhren im Bauabschnitt 40 zu den kleinsten Tübbingtunneln der Welt. Entsprechend kompakt wurde die gesamte Vortriebsanlage mit einer Länge von rund 85 m konstruiert. Auch die Logistik war für den kleinen Durchmesser angepasst: So kam ein Abraumkonzept mit Förderlok zum Einsatz, bei dem der Abraum in Kübeln zum Schacht und die fertigen Segmente zur Ortsbrust transportiert wurden.

Technisch anspruchsvolle Tunneltrassierung

Zu den besonderen Aufgaben bei der Realisierung des Bauabschnitts 40 gehörte die technisch anspruchsvolle Tunneltrassierung mit mehreren teilweise engen Kurvenradien von bis zu 200 m. Die Trasse führt größtenteils unter der Autobahn A2 und einer Vielzahl von innerstädtischen Versorgungsleitungen entlang. Hinzu kam die Durchfahrung einer etwa 300 m langen geologischen Störzone mit sandigem und grundwasserführendem Baugrund. Die begrenzten Platzmöglichkeiten an den insgesamt drei Startschächten setzten ein genau durchdachtes Logistikkonzept voraus.

25 Jahre im Projekt Emscher-Umbau

Die Arbeiten am Gesamtprojekt Emscher-Umbau begannen bereits im Jahr 1992 und umfassen mehr als 400 km an neuen unterirdischen Abwasserkanälen. Besondere Herausforderungen bei der Erstellung der notwendigen Tunnelbauwerke ergaben sich durch den inhomogenen Baugrund, die bis zu 40 m tiefe Rohrlage, lange Rohrvortriebsstrecken, die streckenweise anspruchsvolle Logistik und die unterschiedlichsten Bausituationen. Fast 25 Jahre lang und über 60 km der Haupt- und Nebenstrecken setzten die ausführenden Bauunternehmen für den Vortrieb in den Bauabschnitten 20, 30 und 40 auf projektspezifisch angepasste Vortriebstechnik von Herrenknecht. Darunter zahlreiche AVN-Maschinen für gesteuerten Rohrvortrieb im kleineren Durchmesserbereich, EPB-Schilde im Rohrvortriebs-



Mit einem Innendurchmesser von 2,6 m zählen die Doppelröhren im Bauabschnitt 40 zu den kleinsten Tübbingtunneln der Welt

With an inside diameter of 2.6 m, the twin tubes of construction section 40 are among the smallest segmentally lined tunnels in the world

with a length of around 85 m was designed to be accordingly compact. The logistics were also adapted for the small diameter. Thus, for example, a muck removal concept with a locomotive was used, where excavated material was transported in buckets to the shaft and the finished segments were transported to the tunnel face.

Technically demanding Tunnel Alignment

One of the special tasks in the realization of construction section 40 was the technically demanding tunnel alignment with several partially tight curve radii of up to 200 m. The alignment runs mostly below the A2 motorway and a multitude of inner city supply lines. In addition, an approximately 300 m long geological fault zone with sandy and groundwater-bearing subsoil had to be passed through. The limited space available at the total of three launch shafts necessitated a well-thought-out logistics concept.

Emscher Conversion has been running for 25 Years

Work on the overall Emscher conversion project began back in 1992, covering more than 400 km of new underground sewer tunnels. The inhomogeneous ground, the pipe position in up to 40 m depth, the long pipe jacking distances, the partially complex logistics and the wide range of different construction situations posed particular challenges in the creation of the necessary tunnel structures. Over almost 25 years and 60 km of the main and secondary sections the contractors relied on Herrenknecht's project-specific tunnelling technology for the underground excavation work in construction sections 20, 30 and 40. This included numerous AVN machines for pipe jacking in the smaller diameter range, EPB Shields using the pipe jacking and segmental lining methods as well as a Vertical Shaft Sinking Machine or VSM to sink a 23 m deep launch shaft. In individual construction phases, Herrenknecht Group partners supported the construction process. VMT supplied TBM navigation systems as well as various communication, data management and safety systems (also see the

und Segmental-Lining-Ausbauverfahren sowie eine Schachtabsenkanlage VSM zum Abteufen eines 23 m tiefen Startschachts. Bei einzelnen Bauabschnitten unterstützen die Herrenknecht-Konzernpartner den Bauablauf. VMT lieferte TBM-Navigationssysteme sowie verschiedene Kommunikations-, Datenmanagement- und Sicherheitssysteme (siehe auch Artikel in *tunnel* 7/17). Herrenknecht Formwork produzierte Tübbing-Schalungen, MSD Rolling Stock, eine Hebetaverse und einen Kipptisch für das Rohrwerk in Gelsenkirchen.

Inbetriebnahme des Abwasserkanals Emscher für 2020 geplant

Die Emscher, deren Quelle in Holzwickede östlich von Dortmund entspringt, passiert auf ihrem rund 80 km langen Weg eine Reihe von Städten des deutschen Ruhrgebiets, bevor sie in den Rhein mündet. Seit Beginn der Industrialisierung um 1850 wurde der kleine Tieflandfluss als offener Kanal für Abwasser, Regenwasser und Hochwasser genutzt und verkam zum dreckigsten Fluss Europas. Mit der Renaturierung des Flusses, eine der Hauptaufgaben der 1899 gegründeten Emschergenossenschaft, werden Abwasser und Regenwasser künftig wieder getrennt, unterirdisch abgeleitet und in Zwischenklärwerken gereinigt. Der Fluss wird dadurch langfristig wieder sauber werden. Für Ende 2020 ist die Inbetriebnahme des 51 km langen Abwasserkanals Emscher geplant. 

article in the next issue, *tunnel* 7/2017). Herrenknecht Formwork produced segment moulds and MSD supplied rolling stock, a lifting beam and a tilting table for the pipe plant in Gelsenkirchen.

Commissioning of the Emscher Sewer planned for 2020

The Emscher, whose source rises in Holzwickede to the east of Dortmund, passes through a series of cities in the German Ruhr area on its 80 km path before it flows into the Rhine. Since the beginning of industrialization around 1850, the small lowland river was used as an open channel for sewage, flood and rainwater and degenerated into the dirtiest river in Europe. With the renaturation of the stream, one of the main tasks of the Emschergenossenschaft founded in 1899, in future sewage and rainwater will be separated again, drained away underground and purified in intermediate treatment plants. As a result the river will become clean again in the long term. Commissioning of the 51 km long Emscher sewer is planned for the end of 2020. 

Malaysia

Kuala Lumpurs MRT Linie 1 ist vollständig in Betrieb

Montag, der 17. Juli 2017, begann für viele Pendler in Malaysias Hauptstadt Kuala Lumpur besonders komfortabel – mit der ersten Fahrt in der neuen Linie 1 des „Klang Valley Mass Rapid Transit“-Metro-Systems (KVMRT). Die 51 km lange Metro-Linie verbindet die Hauptstadt mit den umgebenden Gebieten und ist Teil des staatlichen Konzepts, ein belastbares Rückgrat in den öffentlichen Nahverkehr für den Großraum Kuala Lumpur und die Klang-Valley-Region einzuziehen. Die Metro von Sungai Buloh nach Kajang (Linie 1/SBK Line) ist die erste von insgesamt drei geplanten Metro-Strecken. Sie verläuft über 41,5 km als Hochbahn mit 24 Stationen und über weitere 9,5 km unterirdisch mit sieben Stationen. Mit diesem neuen Streckennetz will Malaysias Regierung die chronische Verkehrsüberlastung in Kuala Lumpur abfedern.

Sechs Jahre Bauzeit für die MRT Linie 1

Das auf drei Strecken ausgelegte Metro-System ist Malaysias bislang größtes Infrastrukturprojekt Die Linie 1 von Sujang

Malaysia

Kuala Lumpur MRT Line 1 started full Operation

For commuters in Kuala Lumpur, Malaysia, Monday, July 17, 2017, started with a very comfortable first ride in the new Klang Valley Mass Rapid Transit (KVMRT) Line 1. The 51 km long rail line connects the Malaysian capital to outlying areas and is part of the governments vision to create a transportation backbone for the greater Kuala Lumpur and Klang Valley region. The MRT from Sungai Buloh to Kajang (SBK Line or Line 1) is the first of three planned Metro Lines. It runs 41.5 km on elevated and 9.5 km on underground tracks consisting 24 elevated and seven underground stations. With that new connection, the Malaysian government hopes to ease Kuala Lumpur's notorious traffic congestion.

Six Years Construction for MRT Line 1

The Mass Rapid Transit system, eventually comprising three lines, is Malaysia's biggest infrastructure project to date. The first line – connecting Kuala Lumpur to Sungai Buloh in the northeast and Kajang in the southwest – took six years to build and cost 21 billion ringgit (approx. 4.89 billion US dollars). "As Malaysians, we can stand tall

Buloh im Nordosten nach Kajang im Südwesten, benötigte eine Bauzeit von sechs Jahren und kostete 21 Milliarden Ringgit (rund 4,2 Milliarden Euro). „Malaysia kann stolz sein auf ein Projekt von Weltrang zum Nutzen der Bevölkerung“, erklärte Premierminister Najib Abdul Razak bei der Eröffnungszeremonie. „Wenn unser Blick sich auf die MRT richtet, sehen wir zugleich auch die Zukunft Malaysias Form annehmen.“ Mit der Eröffnung der zweiten Phase ist die 51 km lange SBK Line vollständig in Betrieb und vereinfacht den Fahrgästen die Erreichbarkeit der zentralen Stadtteile, so zum Beispiel ins „Goldene Dreieck“ oder in das alte Chinatown-Viertel. Die zweite Bauphase erstreckt sich von der Haltestelle Semantan bis zur Haltestelle Kajang und beinhaltet die 9,5 km unterirdischer Streckenführung mit sieben Stationen sowie 20,5 km auf der südlichen Hochbahnstrecke mit 12 Stationen. Phase 1 beinhaltet die 21 km lange nördliche Hochbahnstrecke und wurde am 16. Dezember 2016 in Betrieb genommen. Auch die sieben Umsteigestationen der SBK Line sind nun alle in Betrieb und verbinden die Metrolinie mit Kuala Lumpurs weiteren Verkehrssystemen.

Kuala Lumpur muss das öffentliche Verkehrsnetz weiter ausbauen

Die Entwicklung der öffentlichen Verkehrsnetze in Malaysia wurde in der Vergangenheit vernachlässigt, da frühere Regierungen sich auf den Straßenbau und die Förderung der Automobilindustrie fokussiert hatten. Letztendlich führte das zu schwersten Stau-Problemen, denen die MRT-Metro entgegensteuern soll. Das Klang-Valley-Gebiet, das von der MRT bedient wird und Kuala Lumpur, den Verwaltungssitz Putrajaya sowie die umgebenden Bezirke beinhaltet, wir laut Regierungsschätzungen ein Einwohnerwachstum von 6 Millionen (2010) auf 10 Millionen (2020) verkraften müssen. Ohne die Durchsetzung eines leistungsfähigen Nahverkehrssystem müssten die Straßen dann voraussichtlich rund sieben Millionen Autos bewältigen.

Laut einer Studie der Weltbank aus dem Jahr 2015 verbringen die Bewohner des Klang Valley kumuliert 250 Millionen Stunden pro Jahr im Verkehrsstau. Die MRT ist Teil von Premierminister Najibs ambitioniertem Plan, Kuala Lumpur mit einem ausgeklügelten öffentlichen Nahverkehrssystem auszustatten, ähnlich wie in London, New York oder Tokio.

Die zweite MRT-Linie, Sungai Buloh–Serdang–Putrajaya, soll dafür bis 2022 fertiggestellt sein, während sich die dritte „Circle Line“, derzeit noch in der Planungsphase befindet. Seine Hoffnung sei es, so Najib, diese dritte Linie ab 2027 in Betrieb nehmen zu können.

Das MRT-System ist ausgelegt auf ein Zusammenspiel mit den existierenden drei Straßenbahnlinien, den Pendlerzügen und der KLIA-Transit-Schnellbahn, die das Zentrum mit dem 60 km entfernten Flughafen verbindet. Die MRT Linie 1 soll im täglichen Durchschnitt rund 150 000 Fahrgäste befördern. Das Verkehrsministerium geht davon aus, dass die Straßen der Hauptstadt damit von rund 160 000 Fahrzeugen entlastet werden. 

today as we have a world-class project for the people. We are seeing not just the MRT but the shape of the future of Malaysia before our eyes“, said Prime Minister Najib Abdul Razak at the opening ceremony.

The opening of Phase Two completes the entire 51 km long SBK Line and commuters are now able to reach easily the centre of Kuala Lumpur, such as the Golden Triangle and the old Chinatown quarter by using SBK Line. The second phase stretches from Semantan Station to Kajang Station which includes the 9.5 km underground and the 20.5 km southern elevated sections with 12 elevated and seven underground stations. Phase One was opened on December 16, 2016, and runs from the Sungai Buloh Station to the Semantan Station, comprising the 21 km northern elevated section of the line. Also the altogether seven interchange stations of the SBK Line started operation now and connect commuters easily to other transportation systems of Kuala Lumpur.

Huge Demand of public Transportation in Kuala Lumpur

Public transport in Malaysia has been woefully neglected as past administrations focused on nurturing a national auto industry and building roads and highways. Over time that led to world-class traffic jams, which the MRT system is intended to keep from worsening and hopefully reduce. The government has projected the population of the Klang Valley (the area served by the MRT system, which encompasses Kuala Lumpur, the federal administrative capital Putrajaya, and surrounding districts) will grow to 10 million by 2020 from 6 million in 2010. And the number of cars is expected to rise to 7 million if there is no marked shift to public transport.

According to a World Bank study in 2015, Malaysians living in the Klang Valley spent 250 million hours a year stuck in traffic. The MRT is part of Najib's ambitious plan to transform Kuala Lumpur into a metropolis on par with London, New York and Tokyo, cities with elaborate mass transit networks.

The second line, the Sungai Buloh–Serdang–Putrajaya line, is slated for completion in 2022, while the third line, known as the “Circle Line“, is still in the planning stage, though Najib said he hopes it will begin operating by 2027.

The MRT is designed to integrate with the existing three light rail lines, commuter trains, and KLIA Transit, the super-express train service linking central Kuala Lumpur with Kuala Lumpur International Airport about 60 km away. The MRT Line 1 is expected to carry an average of 150 000 passengers a day. The transport ministry expects that the first MRT line will cause the number of vehicles on the Malaysian capital's roads to drop by at least 160 000. 

Dipl.-Ing. Roland Herr, International Freelancing Journalist, Wetzlar/Germany and Bangkok/Thailand, herrroland@t-online.de

Tunnel nach Feuerbach und Bad Cannstatt des Projekts Stuttgart 21

Injektionen zur Begrenzung von Wasserzutritten in anhydritführendes Gebirge

Mehr als 15 km der im Stadtgebiet von Stuttgart liegenden Tunnel des Bahnprojekts Stuttgart–Ulm liegen im anhydritführenden Gipskeuper, der bei Wasserzutritt quillt. Aufgrund der dabei entstehenden Quelldrücke und der quellbedingten Verschiebungen ist es in der Vergangenheit bei vielen Tunneln zu großen Schäden gekommen. Deshalb werden die entsprechenden Abschnitte der Tunnel im Stadtgebiet von Stuttgart absolut trocken aufgefahren.

Tunnels to Feuerbach and Bad Cannstatt for the Stuttgart 21 Project

Injections to restrict ingressing Water in Rock containing Anhydrite

More than 15 km of the tunnels for the Stuttgart–Ulm rail project located in the Stuttgart urban area lie in gypsum keuper containing anhydrite, which swells in contact with water. Owing to the swelling pressures that occur and the displacements caused by swelling, major damage has resulted in the case of many tunnels in the past. As a consequence, the corresponding sections of the tunnels in the Stuttgart urban area are driven absolutely dry.

Prof. Dr.-Ing. Walter Wittke, Dr.-Ing. Martin Wittke, Dr.-Ing. Claus Erichsen, Dipl.-Ing. Dieter Schmitt,

WBI Prof. Dr.-Ing. W. Wittke Beratende Ingenieure für Grundbau und Felsbau GmbH Worldwide Engineering, Weinheim, Deutschland/Germany

Christoph Lienhart, DB Projekt Stuttgart–Ulm GmbH, Stuttgart, Deutschland/Germany

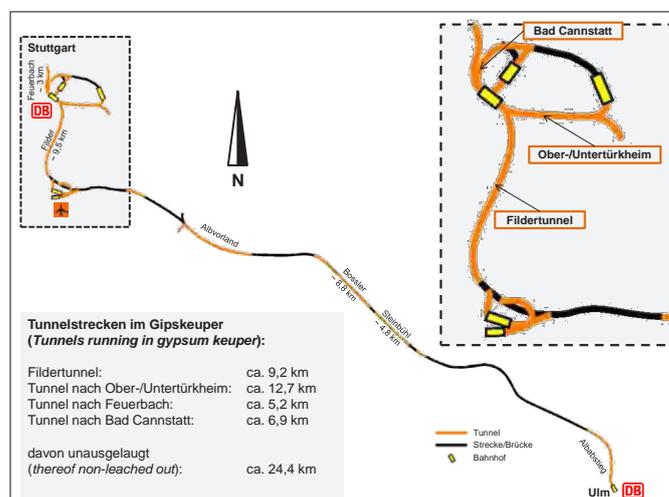
Die wasserführende Auslaugungsfront wird über dem Vortrieb vorauslaufenden Bohrungen durch Einpressungen von Polyurethan abgedichtet, damit kein Grundwasser an das anhydritführende Gebirge gelangen kann. Aus demselben Grund wird die Längsläufigkeit von Wasser durch die den Tunnel umgebende Auflockerungszone mit Hilfe von Abdichtungsbauwerken unterbunden. In der Umgebung der Abdichtungsbauwerke wird das Gebirge über radiale Bohrungen mittels Acrylatgelinjektionen abgedichtet. Zusätzlich wird die ausbruchbedingte Auflockerungszone in der Umgebung der Tunnel in anhydritführenden Tunnelabschnitten bereichsweise durch Acrylatgelinjektionen abgedichtet.

Im vorliegenden Artikel werden die Ergebnisse eines Injektionsversuchs beschrieben, der im Tunnel Feuerbach durchgeführt wurde; ferner wird über laufende Acrylatgelinjektionen im Cannstatter Tunnel berichtet.

The water-bearing leaching front is sealed by means of drilling in advance of the excavation by grouting polyurethane so that no groundwater can come into contact with the anhydrite-bearing rock. For the same reason the longitudinal path of water is hindered from passing through the loosening zone surrounding the tunnel with the aid of waterproofing wall structures. Around these waterproofing wall structures the rock is sealed using acrylate gels injections via radial drilling. In addition, the loosening zone resulting from the excavation in the proximity of the tunnel in anhydrite-bearing tunnel sections is sealed area by area using acrylate gel injections.

This article examines the results of a grouting test, which was carried out in the Feuerbach Tunnel; in addition ongoing acrylate gel injections in the Cannstatt Tunnel are dealt with.

The route of the Stuttgart–Ulm rail project (Fig. 1) leads from the

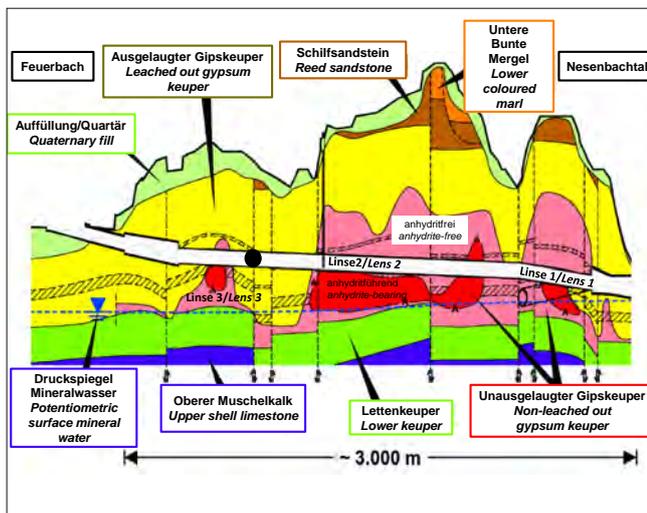


1 Bahnprojekt Stuttgart–Ulm, Übersicht
Stuttgart–Ulm rail project, overview

Quelle/Credit (3): WBI

1 Project

The route of the Stuttgart–Ulm rail project (Fig. 1) leads from the



2 Tunnel nach Feuerbach, Längsschnitt
Tunnel to Feuerbach, longitudinal section

1 Projekt

Die Trasse des Bahnprojekts Stuttgart–Ulm (**Bild 1**) führt vom neuen Hauptbahnhof über den 9,5 km langen Fildertunnel auf die Filderebene, von dort über die Altbauftiegtunnel (Boßler- und Steinbühlentunnel) auf die Schwäbische Alb und über den Altabstiegstunnel in den Hauptbahnhof Ulm. Die Tunnel bestehen jeweils aus zwei eingleisigen Tunnelröhren. Der Flughafen wird über den Flughafentunnel an die Hochgeschwindigkeitsstrecke angebunden, und die Strecke nach Zürich über die sogenannte Flughafenkurve.

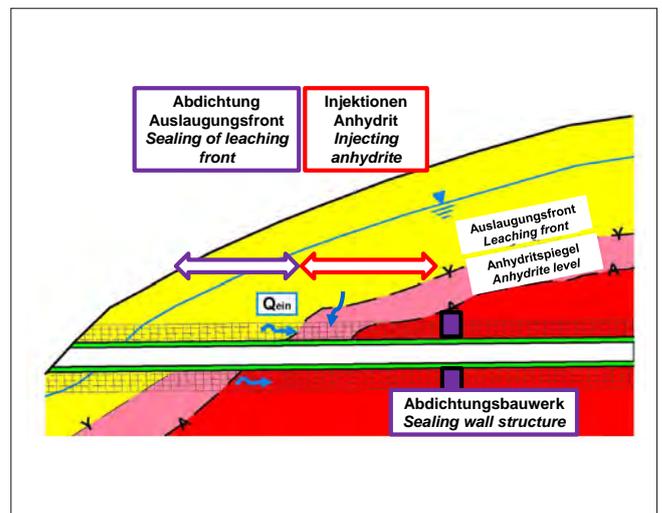
Die Anbindung des neuen Stuttgarter Hauptbahnhofs an die Schnellfahrstrecke von Mannheim nach Stuttgart erfolgt über zwei eingleisige Tunnelröhren nach Stuttgart-Feuerbach. Die bestehende Strecke durch das Neckartal wird über die Tunnel nach Bad Cannstatt und Ober-/Untertürkheim an den neuen Hauptbahnhof angeschlossen (**Bild 1**, Ausschnitt).

Die beiden Röhren des Fildertunnels werden in einem mittleren Abschnitt mit einer TBM aufgeföhrt. Die anderen Abschnitte dieses Tunnels werden, wie alle anderen Tunnel im Stadtgebiet von Stuttgart, konventionell vorgetrieben.

2 Baugrund

Ein geologischer Längsschnitt für den Tunnel nach Feuerbach findet sich im **Bild 2**. Danach liegen die Tunnelröhren vollständig in den Schichten des Gipskeupers. Unterhalb des Gipskeupers stehen der Lettenkeuper und der obere Muschelkalk an. Oberhalb des Gipskeupers wurden im Rahmen der Voruntersuchungen bereichsweise der Schilfsandstein und die Unteren Bunten Mergel erbohrt.

Der Gipskeuper steht in drei Erscheinungsformen an, die auf den Sulfatgehalt der Tonschluffsteine dieser Formation zurückzuführen sind. Die in **Bild 2 und 3** in roter Farbe dargestellten Schichten enthalten Sulfat in Form von Anhydrit. Dieses geht bei Wasserzutritt in Lösung und kristallisiert an Ort und Stelle wieder als Gips aus, falls die Lösung nicht mit dem Grundwasser



3 Abdichtungsmaßnahmen
Sealing measures

new Central Station via the 9.5 km long Filder Tunnel on to the Filder plain, from which it runs via the Altbauftiegtunnel (Boßler and Steinbühl Tunnels) on to the Swabian Alb and then through the Altabstiegstunnel to Ulm Central Station. Each of the tunnels consists of two single-track tubes. The Airport is linked to the high-speed line by means of the Airport Tunnel, and the connection to Zurich via the so-called Airport Curve (Flughafenkurve).

The new Stuttgart Central Station is connected to the high-speed route from Mannheim to Stuttgart via two single-track tunnel tubes leading to Stuttgart Feuerbach. The existing line through the Neckar Valley is linked up with the new Central Station via the tunnels to Bad Cannstatt and Ober-/Untertürkheim (**Fig. 1**, excerpt).

The central section of the two Filder Tunnel tubes is driven by means of a TBM. The other sections of this tunnel are excavated by conventional means like all the other tunnels in the Stuttgart urban area.

2 Subsoil

A geological longitudinal section for the tunnel leading to Feuerbach is displayed in **Fig. 2**. It reveals that the tunnel tubes are located entirely in layers of gypsum keuper. Lower keuper and upper shell limestone are to be found below the gypsum keuper. Above the gypsum keuper, reed sandstone and lower coloured marl were located in certain sections within the scope of preliminary tests.

The gypsum keuper occurs in three forms, attributable to the sulphate content of the clay siltstones of this formation. The layers shown in red in **Figs. 2 + 3** contain sulphate in the form of anhydrite. This dissolves in contact with water and recrystallises immediately as gypsum unless the solution is removed by the groundwater; in nature this process occurs in geological periods.

Above, the sulphate content in the layers shown in pink consists of gypsum. This still relates to solid rock, which, however, is no longer swellable. At the surface of this layer, the so-called leaching front, the gypsum dissolves upon contact with water and is removed with the groundwater. The leached gypsum shown in yellow remains – what is known as residual rock (see **Figs. 2 + 3**). This layer possesses

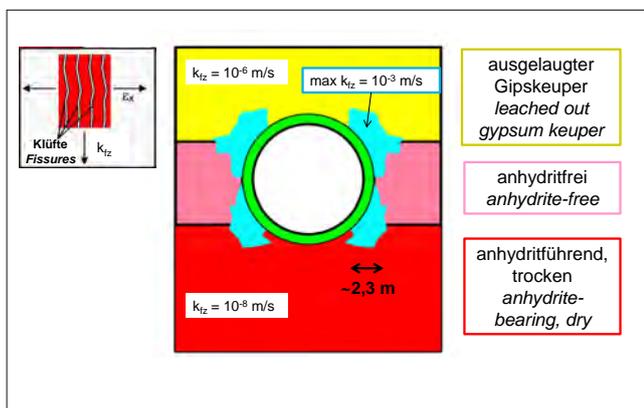
Der Bau der Tunnel in den anhydritführenden Schichten erfolgt deshalb absolut trocken. Das trockene Bohren, Sprengen und Schüttern ist mit einer starken Staubeentwicklung verbunden und erfordert umfangreiche Entstaubungsmaßnahmen [4].

Außerdem müssen Wasserzutritte aus dem Grundwasser vermieden werden. Das Risiko, dass Sickerwasser mit dem anhydritführenden Gestein in Kontakt kommt, besteht vor allem in Tunnelabschnitten, in denen die wasserführende Auslaugungsfront durchörtert wird bzw. in der unmittelbaren Umgebung des Tunnels ansteht (siehe Bild 3). Vorausselende Injektionen mit Polyurethan zur Abdichtung der Auslaugungsfront werden in diesen Bereichen erfolgreich durchgeführt. Dabei ergeben sich in der Regel sehr hohe Aufnahmemengen über Bohrungen, mit denen die stark durchlässige Auslaugungsfront durchörtert wird (Bild 4).

3.2 Injektionen im anhydritführenden Gestein

Ein weiterer Fließweg, auf dem das Grundwasser auch nach dem Bau in anhydritführendes Gestein gelangen kann, ist die vortriebsbedingte Auflockerungszone, die sich als Folge der Sprengungen und der vortriebsbedingten Spannungsumlagerungen im Gebirge ausbildet. Die durch die Spannungsumlagerungen entstehenden Schub- und Zugspannungen, vor allem auf den vertikalen Klüften, erstrecken sich in Abhängigkeit von der anstehenden Schichtenfolge bis zu einigen Metern in den an den Tunnel angrenzenden Fels (Bild 3 und Bild 5) [5], [6].

Dabei bewirken bereits geringe Vergrößerungen der Öffnungsweite der Trennflächen im Bereich von Bruchteilen von mm Zunahmen der Wasserdurchlässigkeit im Bereich von Zehnerpotenzen [1]. Um derartige Auflockerungen neben dem „unteren Teil“ des Tunnelquerschnitts zu vermeiden, wurde das sogenannte U-Profil entwickelt. Hierfür ergibt sich im Unterschied zum kreisförmigen Ausbruchquerschnitt nur im Bereich der Firste eine durch Spannungsumlagerungen bedingte Auflockerung des Felses [7]. Die vortriebsbedingt aufgelockerten Bereiche werden nachlaufend abgedichtet (siehe „Injektionen Anhydrit“, Bild 3). Für diese Injektionen wird Acrylatgel verwendet (nähere Erläuterung dazu folgen



5 Auflockerungszonen infolge Spannungsumlagerungen durch den Tunnelbau

Loosening zones owing to stress redistributions caused by tunneling

3.2 Injections in anhydrite-bearing Rock

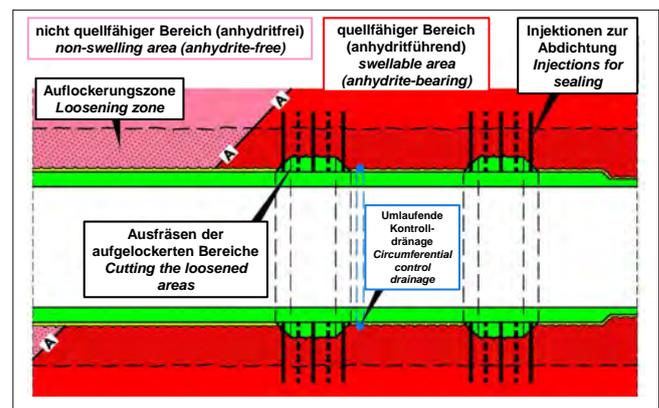
A further flow path, by means of which the groundwater can access the anhydrite-bearing rock after construction, is the loosening zone resulting from the drive, which forms owing to blasting and the redistribution of forces in the rock after the excavation. The shear and tensile stresses resulting from the redistribution of forces, above all affecting the vertical fissures, extend up to several metres into the rock bordering the tunnel depending on the prevailing layer sequence (Fig. 3 and Fig. 5) [5], [6].

In this connection, even enlarging the opening width of the division planes slightly by only a few fractions of a mm results in increasing the water permeability by the range of powers of ten [1]. In order to avoid such loosening next to the "lower part" of the tunnel cross-section, the so-called U-profile was developed. In this case in contrast to the circular excavated cross-section, loosening of the rock caused by force redistributions only occurs in the roof zone [7].

The areas loosened as a result of the excavation are subsequently sealed (see "Injecting Anhydrite", Fig. 3). Acrylate gel is applied for these injections (Section 4 provides further details in this respect). Acrylate gel is a grouting agent that penetrates the finest pores on account of its viscosity and by means of which extremely low water permeability values can be attained [8], [9], [10].

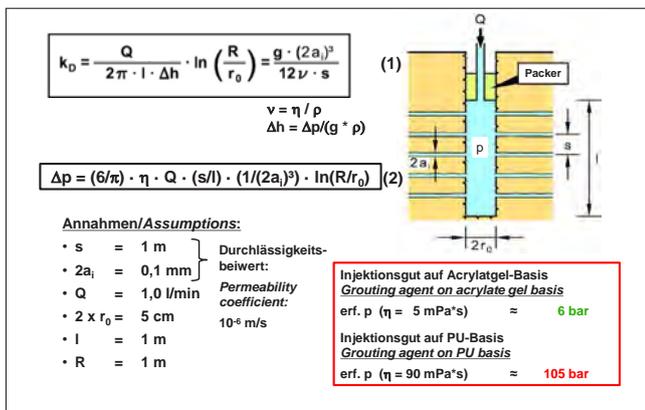
3.3 Sealing Wall Structures

In addition to the anhydrite injections, sealing wall structures (Fig. 6) are produced to prevent water passing through the transition area between the gypsum-bearing and anhydrite-bearing rock. Towards this end, the rock is hollowed out up to a depth of roughly 1 m and replaced by steel fibre shotcrete via a 5 m long tunnel section – or via two 5 m long tunnel sections lying alongside one another – depending on the prevailing conditions. Subsequently the rock located outside the ring of concrete is sealed by means of acrylate gel via radial drill holes. A circulating control drainage system on the "dry side" of the first sealing ring serves to determine the success of the injections.



6 Abdichtungsbauwerk

Sealing wall structure



7 Injektionsdruck in Abhängigkeit der Spaltweite
Grouting pressure depending on the gap width

in Abschnitt 4). Acrylatgel ist ein Injektionsmittel, das aufgrund seiner geringen Viskosität in feinste Spalten eindringt und mit dem man sehr geringe Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte erzielen kann [8], [9], [10].

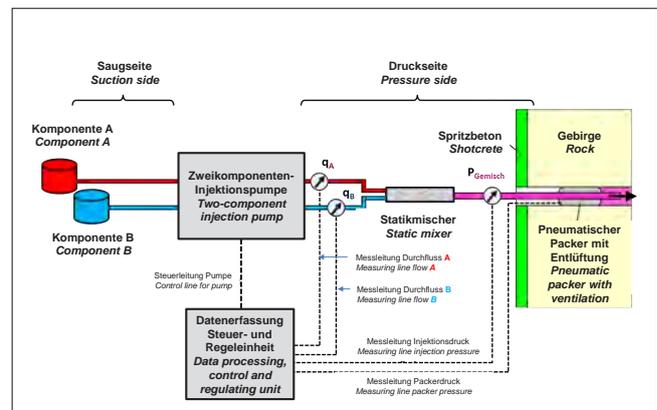
3.3 Abdichtungsbauwerke

Zusätzlich zu den Injektionen Anhydrit werden zur Vermeidung der Längsläufigkeit im Bereich des Übergangs vom gipsführenden zum anhydritführenden Gebirge schließlich Abdichtungsbauwerke hergestellt (Bild 6). Hierzu wird das Gebirge in Abhängigkeit von den vorliegenden Verhältnissen über einen 5 m langen Tunnelabschnitt – oder über zwei nebeneinander liegende, 5 m lange Tunnelabschnitte – bis in eine Tiefe von ca. 1 m herausgefräst und durch Stahlfaserspritzbeton ersetzt. Danach erfolgt eine Abdichtung des außerhalb des Betonrings liegenden Felses durch Acrylatgel über radiale Bohrungen. Eine umlaufende Kontrolldrainage auf der „trockenen Seite“ des ersten Abdichtungsringes dient der Überprüfung des Injektionserfolgs.

4 Injektion Anhydrit

4.1 Wahl des Verpressmittels

In Bild 7 ist die Anordnung eines Wasserdurchlässigkeitsversuchs bzw. Lugeon-Versuchs in einem Fels mit einer horizontalen Trennflächenschar mit einem Trennflächenabstand s und einer konstanten Öffnungsweite der Trennfläche von $2a_1$ skizziert. Der Bohrlochdurchmesser ist mit $2r_0$ gekennzeichnet, und es wird eine Wassermenge Q in einen Verpressabschnitt der Länge l mit dem Druck p eingepresst. Der Durchlässigkeitsbeiwert der Trennflächen oder des Felses k_D lässt sich nach [1] in Abhängigkeit von der Öffnungsweite ($2a_1$) und dem Abstand (s) der Trennflächen sowie der kinematischen Zähigkeit des Wassers angeben (Bild 7, Gleichung 1). Aus den im Lugeon-Versuch gemessenen Wasserdrücken (p) und der verpressten Menge (Q) lässt sich der Durchlässigkeitsbeiwert k_D versuchstechnisch ermitteln. Löst man diese Gleichung nach dem Einpressdruck p auf und ersetzt die dynamische Viskosität des Wassers durch den entsprechenden Wert einer anderen Newton'schen Flüssigkeit, so erhält man Gleichung 2 (Bild 7). Aus dieser Gleichung kann man dann den Injektionsdruck errechnen,



8 Systemskizze Verpresseinrichtung
System sketch of grouting unit

4 Injecting Anhydrite

4.1 Choice of Grouting Agent

Fig. 7 displays the setup of a water permeability test or Lugeon test in a rock with a horizontal interface with a division plane gap s and a constant opening width of the division plane of $2a_1$. The drill hole diameter is indicated with $2r_0$ and a quantity of water Q is injected into a grouting section with a length of l with the pressure p . The permeability coefficient of the division planes or the rock k_D can be obtained in accordance with [1] depending on the opening width ($2a_1$) and the distance (s) of the division planes as well as the kinematic viscosity of the water (Fig. 7, equation 1).

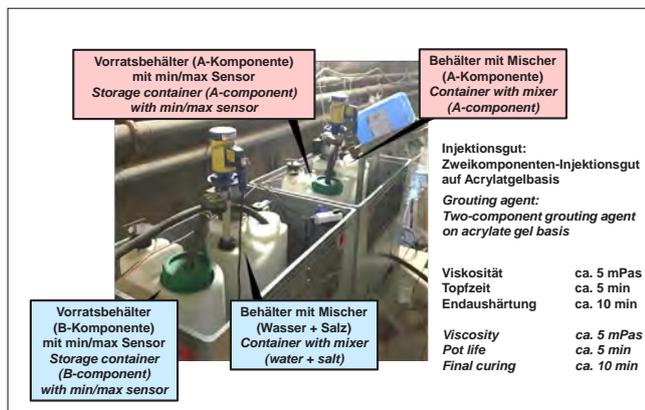
The water pressures (p) measured in the Lugeon test and the grouted quantity (Q) enable the permeability coefficient k_D to be determined by technical means. If this equation is resolved for the grouting pressure p and the dynamic viscosity of the water is replaced by the corresponding value of another Newtonian liquid this results in equation 2 (Fig. 7). This equation then enables the grouting pressure to be obtained, which is required to inject a grouting agent with Newtonian flow behaviour over a range R .

In Fig. 7 this was executed for a rock with a permeability coefficient of 10^{-6} m/s in a numerical example. It is shown that acrylate gel with a viscosity of $\eta = 5 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ (corresponding to five times the viscosity of the water) with a pressure of erf. $p = 6 \text{ bar}$ can be grouted over a range of 1 m. However, for grouting polyurethane in a corresponding fashion a grouting pressure of 105 bar is needed. However, that pressure would lead to the undesired “fracking” of the rock.

As rock with low water permeability must also be sealed by injecting anhydrite this means that only acrylate gel can be applied as the grouting agent in this particular case. Other chemical grouting agents with low viscosity cannot be contemplated for environmental technical reasons.

4.2 Grouting Technology

The acrylate gel that is applied comprises the components A and B, which are fed via a twin-piston pump to a static mixer and then injected into the rock via a delivery line and the drill hole (Figs. 8–10). The grouting section in the drill hole is closed off by means of a vented packer. The flow is measured by magnetic-inductive means



9 Vorbereitung A- und B-Komponente
Preparing A and B components

der erforderlich ist, um ein Injektionsgut mit Newton'schem Fließverhalten über eine Reichweite R zu verpressen.

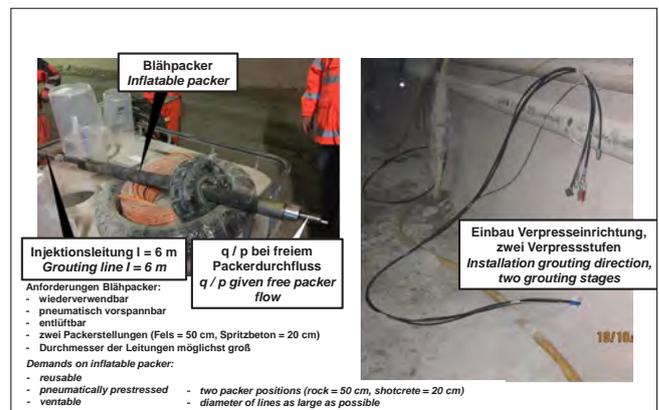
In Bild 7 wurde dies für einen Fels mit einem Durchlässigkeitsbeiwert von 10^{-6} m/s in einem Zahlenbeispiel durchgeführt. Es ergibt sich, dass sich Acrylatgel mit einer Viskosität von $\eta = 5 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ (die dem fünffachen Wert der Viskosität des Wassers entspricht) mit einem Druck von erf. $p = 6 \text{ bar}$ über eine Reichweite von 1 m einpressen lässt. Für eine entsprechende Einpressung von Polyurethan wird man dagegen einen Verpressdruck von 105 bar benötigen. Das ist jedoch ein Druck, der zu einem unerwünschten Aufreißen („Fracking“) des Felses führen würde.

Da mit den Injektionen Anhydrit auch Fels mit geringer Wasserdurchlässigkeit abgedichtet werden muss, kommt als Einpressmittel im vorliegenden Fall somit nur Acrylatgel in Betracht. Andere chemische Verpressmittel mit geringer Viskosität kommen aus umwelttechnischen Gründen nicht in Frage.

4.2 Verpresstechnik

Das verwendete Acrylatgel besteht aus den Komponenten A und B, die über eine Doppelkolbenpumpe einem Statikmischer zugeführt und von dort über eine Zuleitung und das Bohrloch in den Fels eingepresst werden (Bilder 8 bis 10). Der Verpressabschnitt im Bohrloch wird mit einem entlüftbaren Packer abgesperrt. Die Durchflussmessung erfolgt magnetisch-induktiv und zur Kontrolle durch Hubzählung an der Doppelkolbenpumpe (Bild 8). Der Verpressdruck wird hinter dem Statikmischer und vor Eintritt in das Bohrloch gemessen (Bilder 8 bis 10). Druckverluste in der Zuleitung und im Packer müssen gering gehalten werden und werden in getrennten Vorversuchen am offenen System gemessen (Bilder 8 bis 10).

In dem im Abschnitt 4.3 erläuterten Versuch wurde ein Acrylatgel mit einer Topfzeit, nach der die Gelbildung beginnt, von 5 Minuten verwendet. Nach 10 Minuten war die Endaushärtung abgeschlossen. Für die Abdichtungsinjektionen ist ein Acrylatgel mit einer Topfzeit von bis zu 30 Minuten vorgesehen.



10 Blähpacker mit Zuleitung
Inflatable packers with delivery line

and controlled by stroke counting at the twin-piston pump (Fig. 8). The grouting pressure is measured behind the static mixer and prior to accessing the drill hole (Figs. 8–10). Pressure losses in the delivery line and the packer must be kept low and are measured in separate preliminary tests on the open system (Figs. 8 to 10).

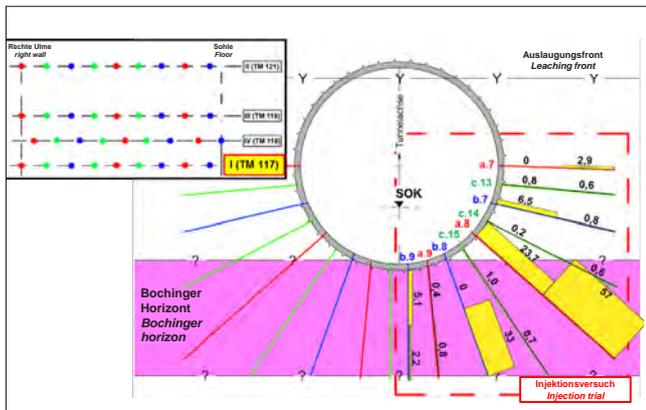
In the test referred to in Section 4.3 an acrylate gel with a 5 minute pot life, after which the gel starts forming, was applied. After 10 minutes it was completely cured. For the sealing injections an acrylate gel with a pot life of up to 30 minutes is foreseen.

4.3 Injection Trial Feuerbach

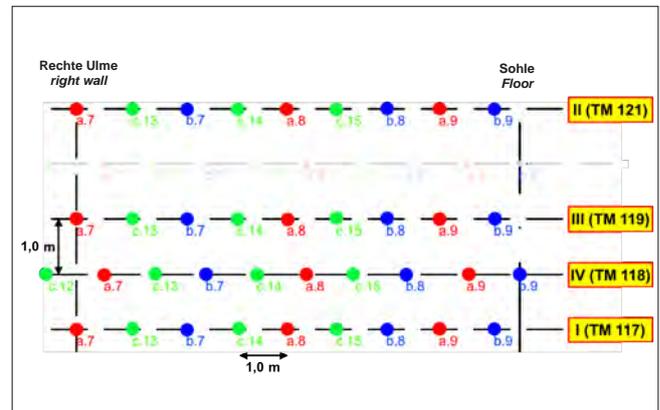
Prior to commencing the grouting operations in the Feuerbach Tunnel a grouting test was undertaken at lens 3 of the tunnel (see Fig. 2). The test served to try out the injection technology, determine the necessary gaps and depths for the drill holes as well as to establish the required grouting pressures and quantities.

Where the test field is located the tunnel lies in dark-red marl. At roof level there is leached gypsum keuper (Y-Y in Fig. 11). The Bochinger Horizon, which is far more permeable, is to be found beneath the floor. Here the intention is to seal the rock laterally and below the tunnel. The test field extends over half of the area to be grouted, to the right of the tunnel axis (Fig. 11) and over four cross-sections with a total of 37 drill holes, with a gap of 1 m for the application points within a ring (Figs. 11 and 12). The lengths of the drill holes vary from 6 to 10 m, the drill hole diameter is 51 mm. The gaps between the four cross-sections, which were grouted in the sequence I to IV, amount to 1 m or 2 m between cross-sections II and III.

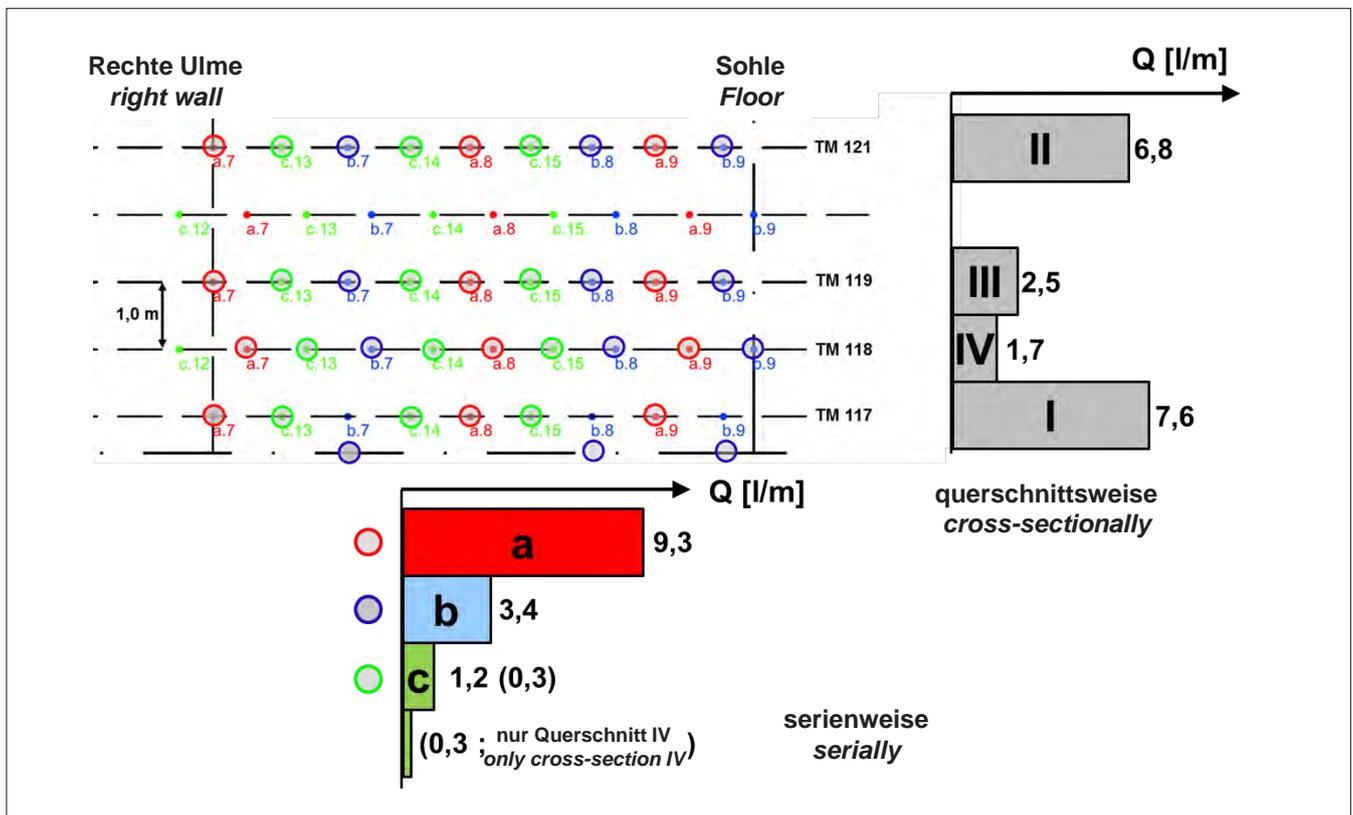
The injections were executed in accordance with the so-called back-step method in three series a to c. In the process, the gap between the application points for the drill holes was gradually reduced from 4 m (series a) to 1 m (series c) (Figs. 11 and 12). The maximum effective grouting pressure was selected at 5 bar. In Fig. 11 the quantities grouted into the rock in cross-section I for the two grouting sections for each drill hole are shown in litres per metre of hole length (l/m). It can be seen that the greatest amounts were injected via the drill holes of series a and in the Bochinger Horizon. Furthermore it is evident that the grouted quantities decrease from the drill holes of series a to series c.



11 Injektionsversuch Tunnel nach Feuerbach, Ergebnis Querschnitt I
Injection test for tunnel to Feuerbach, result for cross-section I



12 Abwicklung Innenkontur Spritzbeton mit Bohransatzpunkten
Processing inner contour shotcrete with drill application points



13 Injektionsversuch Tunnel nach Feuerbach, Aufnahmemengen
Injection test for tunnel to Feuerbach, intake quantities

4.3 Injektionsversuch Feuerbach

Vor Beginn der Verpressarbeiten im Tunnel Feuerbach wurde im Bereich der Linse 3 des Tunnels ein Injektionsversuch durchgeführt (siehe Bild 2). Der Versuch diente der Erprobung der Verpresstechnik, der Ermittlung der erforderlichen Abstände und Tiefen der Bohrungen sowie der Festlegung der erforderlichen Verpressdrücke und Mengen.

Der Tunnel liegt im Bereich des Versuchsfeldes in den Dunkelroten Mergeln. In Höhe der Firste steht ausgelaugter Gipskeuper an (Y-Y in Bild 11). Unterhalb der Sohle liegt der stärker durchlässige

Fig. 13 displays the average intake quantities shown individually for cross-sections I to IV. It can be seen that the amounts decrease from cross-sections I to IV, which were grouted first, by way of cross-section III in between to cross-section IV, the last to be grouted. It can be discerned as well from the presentation of the average grouted quantities from each series also shown in Fig. 13 that the amounts accepted by the rock substantially decrease from series a to series c as well. The intake quantities accepted by series c in cross-section IV, which was grouted last, are the smallest. Thus the chosen procedure in keeping with the back-step method was a success.

Quelle/credit: WBI

Quelle/credit: WBI

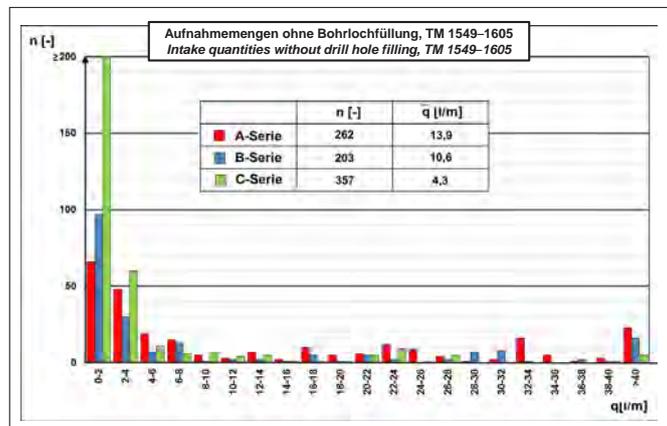
Bochinger Horizont. Vorgesehen ist hier, den Fels seitlich und unterhalb des Tunnels abzudichten. Das Versuchsfeld erstreckt sich auf den halben zu verpressenden Bereich, rechts der Tunnelachse (Bild 11) und auf vier Querschnitte mit insgesamt 37 Bohrungen, mit einem Abstand der Ansatzpunkte innerhalb eines Ringes von 1 m (Bild 11 und 12). Die Längen der Bohrungen betragen 6–10 m, die Bohrlöcherdurchmesser 51 mm. Die Abstände der vier Querschnitte, die in der Reihenfolge I bis IV verpresst wurden, betragen 1 m bzw. 2 m zwischen den Querschnitten II und III.

Die Injektionen wurden nach dem sogenannten Pilgerschrittverfahren in den drei Serien a bis c durchgeführt. Dabei wurde der Abstand der Ansatzpunkte der Bohrungen von 4 m (a-Serie) schrittweise auf 1 m (c-Serie) verringert (Bild 11 und 12). Der maximale effektive Verpressdruck wurde zu 5 bar gewählt. In Bild 11 sind die im Querschnitt I in den Fels verpressten Mengen getrennt für die beiden Verpressabschnitte jedes Bohrlochs in Litern je Meter Bohrlöchlänge (l/m) dargestellt. Man erkennt, dass die größten Mengen über die Bohrlöcher der a-Serie und in den Bochinger Horizont verpresst wurden. Außerdem wird deutlich, dass die verpressten Mengen von den Bohrlochern der a-Serie bis zur c-Serie abnehmen.

In Bild 13 wurden die mittleren Aufnahmemengen getrennt für die Querschnitte I bis IV dargestellt. Man erkennt, dass die Mengen von den zuerst verpressten Querschnitten I und II über den dazwischenliegenden Querschnitt III zu dem als letztes verpressten Querschnitt IV abnehmen. Aus der ebenfalls in Bild 13 enthaltenen Darstellung der mittleren Verpressmengen jeder Serie erkennt man, dass die vom Fels aufgenommenen Mengen von der Serie a bis zur Serie c ebenfalls deutlich geringer werden. Am geringsten sind die Aufnahmemengen für die Serie c in dem zuletzt verpressten Querschnitt IV. Somit war die gewählte Vorgehensweise nach dem Pilgerschrittverfahren erfolgreich.

4.4 Injektionen Bad Cannstatt

Zur Zeit laufen die „Injektionen Anhydrit“ in dem bereits aufgeführten Vortrieb 3B der Tunnel nach Bad Cannstatt. Die Acrylatgelinjektionen erfolgen hier in gleicher Weise, wie für den Tunnel nach Feuerbach beschrieben. Beispielhaft sind in Bild 14 die für den Abschnitt von Tunnelmeter 1549 bis 1605 über die a-, b- und c-Serie verpressten Mengen in Form eines Histogramms dargestellt. Man erkennt auch hier eine deutliche Abnahme der verpressten Menge von Serie zu Serie. Allerdings sind die vom Fels aufgenommene Mengen hier größer als im Versuchsfeld des Tunnels nach Feuerbach.



14 Injektionen Anhydrit, Tunnel nach Bad Cannstatt, Vortrieb 3B, TM 1549–1605, Aufnahmemengen

Injected anhydrite, tunnel to Bad Cannstatt, drive 3B. TM 1549–1605, intake quantities

quantity accommodated by the rock is greater than in the test field for the tunnel to Feuerbach.

4.4 Injections Bad Cannstatt

Currently the “Injecting Anhydrite” process is ongoing in excavation 3B for the tunnels to Bad Cannstatt, which has already been driven. The acrylate gel injections were carried out here in the same manner as described for the tunnel leading to Feuerbach. As an example, in Fig. 14 the quantities grouted in the section tunnel metre 1549 to 1605 for series a, b and c are shown in the form of a histogram. Here too, it is evident that the grouted amount clearly decreases from series to series. However, here the

Literatur/References

- [1] Wittke, W.: Rock Mechanics based on an Anisotropic Jointed Rock Model (AJRM), Verlag Ernst & Sohn GmbH & Co. KG, Berlin 2014. ISBN-Nr.: 978-3-433-03079-0.
- [2] Wittke, W.: Erfahrungen mit Tunnelbauten im Gipskeuper. Vortrag anlässlich des Felsmechanik-Tags im WBI-Center am 16.04.2015. WBI-PRINT 18, Weinheim, 2015.
- [3] Frenzl, R.: BAB 81 Engelbergbasistunnel. Bautechnische Instandsetzung und Ertüchtigung. Vortrag anlässlich des 2. Felsmechanik-Tags im WBI-Center am 13.04.2016. WBI-PRINT 19, Weinheim, 2016.
- [4] Wittke, W.; Wittke, M.; Osthoff, G.; Lienhart, C.: Stuttgart 21 – Mehr als 15 km Tunnel im Anhydrit. Besondere Maßnahmen zur Beherrschung der Quellproblematik und Erfahrungen aus der Umsetzung. Veröffentlichung anlässlich der STUVA-Tagung 2017 in Stuttgart vom 06. bis 08.12.2017, Köln, 2017.
- [5] Wittke, M.: Begrenzung der Quelldrücke durch Selbstabdichtung beim Tunnelbau im anhydritführenden Gebirge. WBI-PRINT 13, Verlag Glückauf GmbH, Essen, 2003.
- [6] Wittke, W.; Wittke, M.; Wittke-Gattermann, P.; Erichsen, C.: Stoffgesetz, Berechnungsverfahren, felsmechanische Kennwerte und Ausführungsstatik für Tunnel im anhydritführenden Gebirge. Vortrag anlässlich des 3. Felsmechanik- und Tunnelbau-Tags im WBI-Center am 11.05.2017. WBI-PRINT 20, Weinheim, 2017.
- [7] Wittke, M.: Knautschzone versus U-Profil im quellfähigen Gipskeuper. Vortrag anlässlich des 2. Felsmechanik-Tags im WBI-Center am 13.04.2016. WBI-PRINT 19, Weinheim, 2016.
- [8] Reinhardt, A.; Schmitt, D.: Ergebnisse eines Feldversuches zur Abdichtung gering durchlässigen Felses mit Acrylatgel. Vortrag anlässlich des 3. Felsmechanik- und Tunnelbau-Tags im WBI-Center am 11.05.2017. WBI-PRINT 20, Weinheim, 2017.
- [9] Wittke, W.; Wittke, M.; Tintelnot, G.: Kunstharzinjektionen zur Abdichtung beim Tunnelbau im quellfähigen Gebirge. Taschenbuch für den Tunnelbau 2014, Verlag Ernst & Sohn GmbH & Co. KG, Berlin 2013.

Polyurethanharze und Acrylatgele

Nachweis der Eignung von Injektionsstoffen für abdichtende Gebirgsinjektionen

Im Zusammenhang mit dem Tunnelbau werden mit unterschiedlicher Zielstellung Injektionen ausgeführt. Ein wesentliches Ziel ist die Abdichtung des unmittelbar an den Tunnel angrenzenden Gebirges um einen Wassertransport außen entlang der Tunnelschale zu verhindern. Das ist besonders dann wichtig, wenn mit dem Tunnel sowohl wasserführende als auch wasserempfindliche Schichten des Gebirges durchfahren werden und ein Wassertransport zu den wasserempfindlichen Schichten unterbunden werden muss.

Polyurethane Resins and Acrylate Gels

Proof of the Suitability Of Injection Agents for Sealing Rock Injections

In connection with tunnelling injections are executed with different goals in mind. An important objective in this case is sealing the rock immediately bordering the tunnel with the aim of preventing water being conducted along the tunnel shell. This is of particular significance if layers of rock which carry water as well as layers sensitive to it have to be penetrated, because the water must be prevented from being transported to the sensitive layers.

Dipl.-Ing. Matthias Rudolph, Dr.-Ing. Ute Hornig, Materialforschungs- und Prüfungsanstalt für das Bauwesen Leipzig/ Institute for Materials Research and Testing Leipzig (MFPA Leipzig), Deutschland/Germany

Abdichtende Gebirgsinjektionen sind darüber hinaus angezeigt, wenn die Bauweise des Tunnels zwischen offener und geschlossener Sohle wechselt oder zur Unterbindung von Längsläufigkeiten Abdichtungsbauwerke erforderlich werden. Dieser Aufsatz beschäftigt sich mit der Eignung von Injektionsstoffen für die genannte Zielstellung. Anforderungen aus anderen Anwendungsgebieten werden nicht betrachtet.

1 Injektionsstoffe für abdichtende Gebirgsinjektionen

Für abdichtende Gebirgsinjektionen kommen grundsätzlich die gleichen Injektionsstoffe in Frage, wie für abdichtende Injektionen in Bauwerke oder in die Grenzfläche zwischen Bauwerk und Baugrund [1]. Die grundsätzlichen Anforderungen an die Injektionsstoffe sind für beide Anwendungsgebiete gleich:

- Injizierbarkeit
- Abdichtungswirkung
- Verformbarkeit/Dehnfähigkeit/Quellvermögen
- Verträglichkeit mit Beton
- Umweltverträglichkeit

Es ergibt sich jedoch eine unterschiedliche Gewichtung der einzelnen Anforderungen zur Sicherstellung des Injektionserfolges. Grundsätzlich sind für abdichtende Gebirgsinjektionen

Injections for sealing rock are also needed if the tunnel is partly produced with a closed invert and partly with an open invert or if waterproofing structures are required to prevent longitudinal conductivity. This report deals with the suitability of injection agents for the cited purpose. Requirements from other fields of application are not taken into consideration.

1 Injection Agents for waterproofing Rock Grouting

Essentially the same grouting agents can be considered for waterproofing rock injections as for injections aimed at sealing structures or for the transition area between the structure and the subsoil [1]. The fundamental requirements posed on the injection agents are the same for both fields of application:

- Injectibility
- Sealing effect
- Deformability/ductility/swellability
- Compatibility with concrete
- Environmental compatibility

At the same time, the individual requirements must be assessed differently with regard to executing successful injections. Essentially polyurethane resins (PU) and acrylate gels (AC) are suitable for injections for sealing rock. **Table 1** contains essential properties partly

Eigenschaft	PU	AC	Erläuterung
Viskosität	> 100 mPas	3...10 mPas	Werte typischer Produkte
Injektion in wassergefüllte Hohlräume	geringe Gefahr der Vermischung/ Verdünnung ggf. Behinderung der Fließfähigkeit durch Schaumbildung	höhere Gefahr der Vermischung/ Verdünnung keine Reaktion mit Volumenvergrößerung im flüssigen Zustand	Neigung zur Vermischung steigt mit abnehmender Viskosität (Übergang zu turbulenter Strömung) PU Ausgangsstoff (Diisocyanate) reagiert mit Wasser unter Schaumbildung. Im Ergebnis verschlechtern sich Fließigenschaften, mechanische Eigenschaften und Dichtheit
Dichtigkeit	Nachweis bis 7 bar möglich	bis 7 bar sowie nach zyklischer Austrocknung	Nachweis als Rissfüllstoff nach [EN 1504-5] bzw. Zulassung
Dehnfähigkeit	> 10 %		üblicher Nachweis als Rissfüllstoff, einzelne Produkte nehmen größere Dehnungen auf. AC ist i.d.R. besser verformbar als PU
Quellvermögen	praktisch nicht vorhanden	begrenzt quellfähig	Möglichkeit der Nachdichtung bei unvollständiger Füllung oder Bewegung des Gebirges bei quellfähigen Produkten
Verträglichkeit mit Beton	Einlagerung in alkalische Flüssigkeiten, Bewertung mechanischer Eigenschaften		Nachweis, dass Kontakt mit Beton nicht zu nachteiligen Veränderungen der Eigenschaften führt
Umweltverträglichkeit [3]	keine toxischen Auswirkungen auf Grundwasser, Nachweis im flüssigen, ausreagierendem und festem Zustand		keine Abgabe gefährlicher Stoffe

Tabelle 1 Wesentliche Eigenschaften von Injektionsstoffen PU = Polyurethanharze, AC = Acrylatgele)

Polyurethanharze (PU) und Acrylatgele (AC) geeignet. Wesentliche Eigenschaften, zum Teil in Erweiterung der für Injektionsstoffe im Betonbau üblichen Nachweise [2], sind in **Tabelle 1** gegenübergestellt. Grundsätzlich ist für abdichtende Gebirgsinjektionen auch die Verwendung von Zement sowie Silikatharzen und -schäumen möglich. Wegen der geringeren Verformbarkeit dieser Produkte werden sie meist zur Verringerung von Durchflussquerschnitten eingesetzt, wenn keine vollständige Abdichtung erforderlich ist.

2 Besondere Anforderungen an Injektionsstoffe für Gebirgsinjektionen

2.1 Allgemeines

Abdichtende Gebirgsinjektionen werden im Sinne der DIN EN 12715 [4] nach dem Prinzip der Injektion ohne Baugrundverdrängung durch Anwendung der Injektionsverfahren Poreninjektion, Kluft- und Kontaktinjektion oder Hohlraumverfüllung realisiert. Es sollen bestehende oder potentielle Fließwege wie zugängliche Poren, Klüfte und Hohlräume durch die Injektion abdichtend gefüllt werden. Dagegen ist nicht beabsichtigt, unter der Wirkung des Injektionsdruckes das anstehende Gebirge zu verdrängen oder durch Aufreißen neue Fließwege zu schaffen.

in addition to the usual proofs [2] required for grouting materials in concrete construction. Basically the application of cement as well as silicate resins is also possible for injections designed to seal rock. On account of the lower deformability of these products they are normally used to reduce flow cross-sections providing that a complete seal is not required.

2 Special Demands on Grouting Agents for Injecting Rock

2.1 General

Injections for sealing rock are accomplished in accordance with DIN EN 12715 [4] in keeping with the principle of grouting without ground displacement by applying the injection methods pore grouting, fissure and contact grouting or void filling. The intention is to fill existing or potential flow paths such as accessible pores, fissures and voids so they are sealed by the grouting agent. On the other hand, the aim is not to displace the existing rock by dint of the grouting pressure or create new flow paths by force.

Grouting without displacing the subsoil calls for the grouting pressure to be restricted to an extent, which precludes undesired reactions on the part of the rock such as deformations, the creation or

Property	PU	AC	Explanation
Viscosity	> 100 mPas	3...10 mPas	Values of typical products
Injection in voids filled with water	slight threat of mixing/dilution possibly threat to flow capacity due to foam formation	high threat of mixing/dilution no reaction with volume enlargement in liquid state	Proclivity for mixing grows as viscosity decreases (transition to turbulent flow) PU basic material (diisocyanate) reacts with water causing foam to form. The outcome: flow properties, mechanical properties and tightness deteriorate
Tightness	Proof possible up to 7 bar	up to 7 bar as well as after cyclic drying	Proof as crack filler according to [EN 1504-5] or permit
Expandability	> 10 %		standard proof as crack filling agent, individual products cope with larger elongations. AC is generally more ductile than PU
Swelling capacity	capacity practically non-existent	begrenzt quellfähig	Possibility of subsequent sealing if the rock is incompletely filled or movement of the rock in the case of swellable products
Compatibility with concrete	Storage in alkaline liquids, evaluation of mechanical properties		Proof that contact with concrete does not lead to adverse changes to the properties
Environmental compatibility [3]	no toxic effects on groundwater, proof in liquid, fully reacted and solid state		No release of hazardous materials

Table 1 Main properties of grouting agents (PU = Polyurethane Resins, AC = Acrylate Gels)

Die Injektion ohne Baugrundverdrängung erfordert eine Begrenzung des Injektionsdruckes auf eine Größe, die unerwünschte Reaktionen des Gebirges wie Verformungen, Aufbrechen oder Aufweiten von Klüften ausschließt. Wegen der Wechselbeziehung von Injektionsdruck, Viskosität des Injektionsstoffes und Reichweite der Injektion sind für die Wahl des Injektionsstoffes sowohl technische als auch wirtschaftliche Aspekte von Bedeutung. Sowohl Injektionsstoffe auf Polyurethanbasis als auch auf Acrylatbasis sind aufgrund ihrer Stoff- und Verarbeitungseigenschaften prinzipiell sehr gut für Injektionen zur planmäßigen oder nachträglichen Abdichtung geeignet. Der anfänglich flüssige Injektionsstoff wird über Bohrungen in das Porensystem des Gebirges, in Risse, Fugen oder Inhomogenitäten injiziert, erhärtet dort und füllt die vorhandenen Zwischenräume dehnfähig und abdichtend aus. In zunehmendem Umfang werden diese Injektionsstoffe auch im Zusammenhang mit Tunnelbauvorhaben angewendet, bei denen aus unterschiedlichen Gründen füllende bzw. abdichtende Injektionen im Gebirge erforderlich sind. So auch im vorliegenden Fall beim Großbauvorhaben Stuttgart 21, in den Tunneln Feuerbach und Bad Cannstatt, bei denen Polyurethane und Acrylatgele zur Injektion im Gebirge eingesetzt werden. Die bei diesen Bauvorhaben vorliegenden geologischen

enlargement of fissures. Owing to the interrelationship between grouting pressure, viscosity of the grouting agent and extent of the injection, technical as well as economic aspects are of significance for the choice of grouting agent.

Essentially grouting agents on a polyurethane as well as an acrylate basis are both highly suitable for injections for scheduled or subsequent sealing on account of their material and processing characteristics. The initial liquid grouting agent is injected into the pore system of the rock via drill holes, into cracks, joints or inhomogeneities, where it sets, thus expanding to seal and fill the existing intermediate gaps. These grouting agents are being applied increasingly in conjunction with tunnelling projects, which require the rock to be filled or sealed for a variety of reasons.

This is also the case for the Stuttgart 21 major project, where polyurethanes and acrylate gels are applied to inject the rock in the Feuerbach and Bad Cannstatt tunnels. The geological boundary conditions prevailing in this project only permit the use of polyurethanes for advance sealing injections in order to secure the excavation, whereas the loosening zones around the tunnels have to be sealed by means of acrylate gel. As is shown in the article by Prof. Dr.-Ing. Walter Wittke et al. in this issue a convincing argument exists for applying acrylate gel with its lower viscosity, which enables

tunnel

The international trade magazine
for underground construction

tunnel
eMagazine

only

€ 99

(8 issues)

image – © ÖBB/Gerhard Berger

Receive each tunnel issue as a PDF file.
Get free access to all published tunnel
editions since 2010.

tunnel – The technical and practice-orientated
magazine dealing with all information about
subsurface constructions.

Learn about

- Planning and designing
- Technical developments
- Maintenance and renovation
of subsurface constructions
- Realization of projects
- Tunneling equipment



www.tunnel-online.info/emag phone +49 52418090884 readerservice@bauverlag.de

Randbedingungen gestatten den Einsatz von Polyurethanen nur für vorauseilende Abdichtungsinjektionen im Rahmen der Vortriebsicherung, während die Auflockerungszonen in der Umgebung der Tunnel mit Acrylatgel abgedichtet werden müssen. Wie im Artikel von Prof. Dr.-Ing. Walter Wittke et al. in diesem Heft dargelegt wird, besteht ein wesentliches Argument für den Einsatz von Acrylatgel in seiner niedrigen Viskosität, die bei moderatem Injektionsdruck eine ausreichende Reichweite der Injektion ermöglicht (siehe Tabelle 1). Das niedrig viskose Acrylatgel erlaubt auch die Abdichtung gering durchlässiger Bereiche. Dagegen kommt Polyurethan mit höherer Viskosität bei der Injektion der stark durchlässigen Auslaugungsfront des Gipskeuper zur Anwendung. Im Gegensatz zu herkömmlichen Bauwerken sind die Möglichkeiten für Nachinjektionen oder zusätzliche Injektionen im Gebirge nach der Errichtung von Tunnelbauwerken sehr eingeschränkt. Darüber hinaus besteht die Notwendigkeit einer mindestens 100-jährigen Funktionsfähigkeit der Injektionsmaßnahmen zum Schutz gegen zutretende Feuchte, um unplanmäßige Einwirkungen des Gebirges auf das Tunnelbauwerk zuverlässig auszuschließen. Aus den vorangehend aufgeführten Gründen sind neben den grundsätzlichen Eignungsnachweisen entsprechend den einschlägigen Regelwerken, die auszugsweise in Tabelle 1 aufgeführt sind, auch Nachweise zur Beständigkeit und Verträglichkeit mit den anstehenden Wässern erforderlich – sowie der Nachweis, dass die eingesetzten Injektionsstoffe eine Lebensdauer von mindestens 100 Jahren bei ausreichender Funktionsfähigkeit aufweisen. Einige der dazu erforderlichen Nachweise sollen am Beispiel von zwei ausgewählten Injektionsstoffen nachfolgend kurz erläutert werden.

2.2 Beständigkeit

Unter dem Oberbegriff der Beständigkeit soll hier vor allem ein ausreichender Widerstand der Injektionsstoffe gegen Einwirkungen durch Wasser, darin gelöste Stoffe, Gebirge und Baustoffe verstanden werden. Der Einfluss von Wasser und alkalischen Baustoffen auf die Injektionsstoffe wird im Rahmen der Prüfung nach DIN EN 1504-5 [2] getestet. Für die eingesetzten Injektionsstoffe sind im Hinblick auf weitere im Wasser gelöste Stoffe jedoch gesonderte Prüfungen erforderlich. Polyurethanharze nehmen im ausreagierten Zustand zwar sehr wenig Wasser auf, dennoch kann es auch hier unter der Einwirkung von anstehenden Flüssigkeiten zu Veränderungen wesentlicher Eigenschaften kommen. Die Beständigkeitsuntersuchungen an Acrylatgelen basieren auf der Einlagerung geometrisch definierter Probekörper in die entsprechenden Flüssigkeiten. Es werden Geometrie- und Masseänderungen erfasst und bewertet, bei Bedarf aber auch Veränderungen der mechanischen Eigenschaften am reinen Gel und an Gel-Sand-Gemischen.

Für ein Acrylatgel, das für Gebirgsinjektionen in Frage kommt, wurden an der MFPA Leipzig zahlreiche Beständigkeitsuntersuchungen durchgeführt, in deren Ergebnis für das Produkt eine Beständigkeitsliste existiert [5]. Für den Einsatz bei Gebirgsinjektionen ist insbesondere die nachgewiesene Beständigkeit

a sufficient range to be attained with moderate grouting pressure (see Table 1). The low viscosity acrylate gel also permits sealing of only slightly permeable areas. Polyurethane for its part with its higher viscosity is used for injecting the highly permeable gypsum keuper leaching front.

In contrast to conventional structures, the possibilities for subsequent or additional injections in the rock are highly restricted once tunnels have been built. Furthermore, it is also necessary to ensure a life cycle of at least 100 years for the grouting measures to protect against the occurrence of moisture and reliably fend off unexpected effects of the rock on the tunnel structure. On account of the previously mentioned reasons apart from the basic verifications of suitability in keeping with the pertinent codes of practice listed in abridged form in Table 1, proofs of stability and compatibility with the prevailing types of water are necessary – in addition to proof that the applied grouting agents possess a service life of 100 years while remaining adequately functional. A number of the proofs required for these purposes will be examined briefly in the following taking the example of two selected grouting agents.

2.2 Stability

Under the general heading of stability here first and foremost sufficient resistance of the grouting agents against the effects of water, materials contained therein, rock and construction materials is to be understood. The influence of water and alkaline construction materials on the grouting agents is tested within the scope of the test according to DIN EN 1504-5 [2]. However separate tests are needed for further materials dissolved in water. Polyurethane resins admittedly absorb very little water once they have reacted, however here too, changes to essential properties can occur given the influence of any liquids that might be present.

The stability investigations of the acrylate gels are based on the storage of geometrically defined samples in the corresponding liquids. Alterations to the geometry and dimensions are registered and evaluated, if need be changes to the mechanical properties of the pure gel and gel-sand mixes as well.

Numerous stability tests were undertaken at the MFPA Leipzig on an acrylate gel, which was judged suitable for injecting rock, with a stability list for the product resultantly drawn up [5]. When used for grouting rock, the proven stability against waters acting against concrete up to exposure class XA3 and against water containing substantial amounts of sulphates with varying cations are of particular interest. Towards this end, suitable solutions were produced for the local groundwater conditions. The storage tests failed to reveal any negative influence on the gel in the presence of Na, K, Ca and Mg chlorides and sulphates in dissolved state. The acrylate gel did not show any undesired reactions with the stored liquid [6].

A further issue in conjunction with the question of stability is the influence of the grouting agents on construction materials, e.g. on joint strips made of elastomer or plastic. The corresponding tests in the case of most grouting agents are part of the suitability proofs as crack filling material.

gegen betonangreifende Wässer bis zur Expositionsklasse XA3 und gegen sehr stark sulfathaltiges Wasser mit unterschiedlichen Kationen von Interesse. Dazu wurden den örtlichen Grundwasserhältnissen entsprechende Lösungen hergestellt. Die Einlagerungsversuche ergaben keine Beeinträchtigung des Gels im Beisein von Na-, K-, Ca- und Mg-Chloriden und -Sulfaten in gelöstem Zustand. Das Acrylatgel zeigte keine unerwünschten Reaktionen mit der Einlagerungsflüssigkeit [6].

Eine weitere Frage, die mit dem Begriff der Beständigkeit im Zusammenhang steht, ist der Einfluss der Injektionsstoffe auf Baustoffe, z. B. auf Fugenbänder aus Elastomer oder Kunststoff. Die entsprechenden Prüfungen sind bei den meisten Injektionsstoffen Bestandteil der Eignungsnachweise als Rissfüllstoff.

2.3 Alterung

Die Dauerhaftigkeit beschreibt das Vermögen eines Injektionsstoffes, über die geplante Nutzungszeit seine Eigenschaften beizubehalten. Unter der Alterung von Kunststoffen versteht man im Allgemeinen die Summe der chemischen und physikalischen Änderungen eines Materials, die im Laufe der Nutzung unter konkreten Randbedingungen zu irreversiblen Änderungen der Materialeigenschaften führen und zeitabhängig die Anwendbarkeit des Materials beeinträchtigen können.

Unter der Lebensdauer wird die Zeit verstanden, in der der Injektionsstoff die erforderlichen Eigenschaften in ausreichendem Maße besitzt (Dauerhaftigkeit), ohne dabei die geforderten technischen Mindestanforderungen durch alterungsbedingte Abbauprozesse zu unterschreiten.

Ausgehend von der Forderung nach einer uneingeschränkten Funktionsfähigkeit über mindestens 100 Jahre ist der Nachweis zu führen, dass sich wesentliche Eigenschaften unter den nutzungsbedingten Randbedingungen der Tunnelbauwerke (wie Temperatur, ggf. Strahlung, mechanische Beanspruchung, Einfluss von einwirkenden Flüssigkeiten und Gestein) nicht unzulässig ändern. Dazu müssen die durch äußere Randbedingungen verursachten Alterungsvorgänge (Oxidation, Abbau, Hydrolyse, Nachkondensation und/oder Nachpolymerisation) nach Zutreffen und möglichen Auswirkungen auf die Injektionsstoffe abgeschätzt werden. Das ist auf grundsätzlich zwei Wegen möglich – über die Simulation von realen Umgebungsbedingungen über den gewünschten Lagerungszeitraum oder über zeitraffende Untersuchungen, die die Einwirkungszeit auf ein wirtschaftliches Maß verkürzen, indem Faktoren, die Einfluss auf die Alterung haben, entsprechend verstärkt werden.

Entscheidend für die Lebensdauerprüfung ist, dass die geprüfte Eigenschaft in einem unmittelbaren Zusammenhang mit den Anforderungen steht. Außerdem muss eine Mindestanforderung definiert werden, die das Ende der Gebrauchstauglichkeit anzeigt. Die Simulation konkreter, praxisrelevanter Randbedingungen ermöglicht zwar keine zeitraffende Prüfung des Injektionsstoffes, dafür liefert sie nach langen Prüfzeiten Angaben zur tatsächlichen Lebensdauer unter realen Bedingungen.

2.3 Aging

Durability describes the capacity of a grouting agent to retain its properties throughout its projected service life. Generally speaking the aging of plastics is understood to be the sum of the chemical and physical alterations to a material, which lead to irreversible changes in the material properties during the course of utilisation under concrete boundary conditions and can affect the material's application in the course of time. The service life applies to the period during which the grouting agent possesses the necessary properties to a sufficient degree (durability), without falling below the required technical minimum requirements due to degradation processes brought on by aging.

Starting with the call for unrestricted functionality for at least 100 years proof is required that the principle properties do not change unacceptably under the boundary conditions in accordance with use of the tunnel structures (such as temperature, where appropriate radiation, mechanical strain, the influence of impacting liquids and rock). In this connection, the aging processes (oxidation, degradation, hydrolysis, post-condensation and/or post-polymerisation) caused through external boundary conditions have to be evaluated regarding their relevance and the possible effects on the grouting agents. This is essentially possible by two methods – by simulating real surrounding conditions during the desired storage period or by means of accelerated investigations, which shorten the impact time to an economic degree, by correspondingly strengthening factors influencing aging.

What is decisive for the service life test is that the examined property possesses a direct relationship with the requirements. In addition, a minimum requirement has to be defined, which indicates the conclusion of serviceability. The simulation of concrete, practice-related boundary conditions admittedly do not permit any accelerated testing of the grouting agent, however it does provide details of the actual service life under real conditions following protracted test periods.

This approach is not applicable for proving a life cycle of 100 years. Nonetheless, tests under real conditions provide information on the durability enabling a pre-selection to be made. The acrylate gel previously referred to in Section 2.2 has been subjected to a permanent alternating storage of water for roughly 18 years, in the case of which each of the test cycles embrace thorough drying in the atmospheric environment and subsequent swelling until a constant weight is attained. After a slight weight loss in the first cycle the samples have displayed drying and swelling behaviour without any loss since then, thus testifying to the unrestricted reversibility of the swelling capacity given unaltered geometrical properties [7]. The available results show real properties although they still do not permit any reliable estimation of the expected service life to be made. An approximation of the actual service life can only be obtained through accelerated investigations, in the case of which aging processes are triggered by the targeted stepping up of the effective boundary conditions (such as e.g. temperature, agents, radiation, pressure). Towards this end, the grouting agents intended for application are exposed to artificial aging given increased

Für den Nachweis einer Lebensdauer von 100 Jahren scheidet diese Vorgehensweise aus. Dennoch liefern Versuche unter realen Bedingungen Informationen zur Dauerhaftigkeit, über die eine Vorauswahl getroffen werden kann. Das im Abschnitt 2.2 bereits erwähnte Acrylatgel wird seit ca. 18 Jahren einer permanenten Wasserwechsellagerung unterzogen, bei der die Prüfzyklen jeweils die völlige Trocknung im Raumklima und das anschließende Quellen bis zur Massekonstanz umfassen. Nach einem geringen Masseverlust im ersten Zyklus zeigen die Proben seither ein verlustfreies Trocknungs- und Quellverhalten und belegen damit eine uneingeschränkte Reversibilität der Quellfähigkeit bei unveränderten geometrischen Eigenschaften [7].

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen reale Eigenschaften, ermöglichen aber noch keine zuverlässige Abschätzung über die zu erwartende Lebensdauer. Eine Annäherung an die tatsächliche Lebensdauer ist nur über zeitraffende Untersuchungen möglich, bei denen durch zielgerichtete Verschärfung von einwirkenden Randbedingungen (wie z. B. Temperatur, Agenzien, Strahlung, Druck) Alterungsvorgänge provoziert werden. Dazu werden die für den Einsatz vorgesehenen Injektionsstoffe bei erhöhter Temperatur und/oder bei Wasserlagerung in Wasser mit 60 °C einer künstlichen Alterung ausgesetzt. Da die eingesetzten Injektionsstoffe neben ihren abdichtenden Eigenschaften auch Mindestfestigkeitseigenschaften während ihrer Nutzungsdauer besitzen müssen, erfolgt die Bewertung der Eigenschaftsänderung auf der Grundlage der zeitabhängigen Zugfestigkeit.

Aus den bisher vorliegenden Untersuchungsergebnissen [7], [9], [10] kann abgeleitet werden, dass die zum Einsatz kommenden Injektionsstoffe unter den zu erwartenden Randbedingungen eine Lebensdauer von 100 Jahren deutlich überschreiten. 

temperature and/or storage in water at 60 °C. As the applied grouting agents must also possess minimum strength properties in addition to their sealing properties during their period of use, the change in property is evaluated on the basis of time-related tensile strength. It can be concluded from the results of the study available so far [7], [9], [10] that the grouting agents that were applied substantially exceed the service life of 100 years under the anticipated boundary conditions. 

Literatur/References

- [1] Abdichtung von Bauwerken durch Injektion (ABI-Merkblatt), Ausgabe Oktober 2014
- [2] DIN EN 1504-5:2013-06: Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Definitionen, Anforderungen, Qualitätsüberwachung und Beurteilung der Konformität – Teil 5: Injektion von Betonbauteilen;
- [3] Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen MVV TB, Ausgabe 2017/1, Anhang 10, Anforderungen an bauliche Anlagen bezüglich der Auswirkungen auf Boden und Gewässer (ABuG)
- [4] DIN EN 12715, Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau), Injektionen; Stand: 2000-10
- [5] Gutachterliche Stellungnahme Nr. GS 5.1/16 - 335: Rubbertite und Rubbertite/Polinit – Acrylatgele zur nachträglichen Abdichtung von Rissen und Zwischenräumen, MFPA Leipzig
- [6] MFPA Leipzig: Untersuchungsbericht UB 5.1/14-502, Untersuchung des Kontaktverhaltens von Injektionsharzen auf Acrylatbasis und Anhydritgestein
- [7] MFPA Leipzig: Prüfbericht PB 5.1/14-223/16: Untersuchungen zum Alterungsverhalten von PUR-O-STOP FS-L der Fa. TPH Bausysteme GmbH
- [8] MFPA Leipzig, Prüfbericht Nr. PB 5.1/14-441: Verhalten des Acrylatgels Rubbertite der Fa. TPH Bausysteme GmbH nach etwa 16-jähriger Wasserwechsellagerung und Auslagerung im Erdreich
- [9] C. Prase: Alterungsverhalten eines Injektionsstoffes auf Polyurethanbasis, experimentelle Untersuchung zur Lebensdauerabschätzung, Masterarbeit an der HTWK Leipzig 2016
- [10] Sachse: Alterungsverhalten von Injektionsstoffen unter Wärmeeinwirkung, Projektarbeit an der MFPA Leipzig in Zusammenarbeit mit der HTWK Leipzig, 2017

Besuchen Sie uns auf unserem Messestand:



SALZBURG CONGRESS – 1.OG, STAND 28

STUVA Expo 2017

6.–7. Dezember 2017

MESSE STUTTGART – STAND: C116

TPH.
waterproofing systems

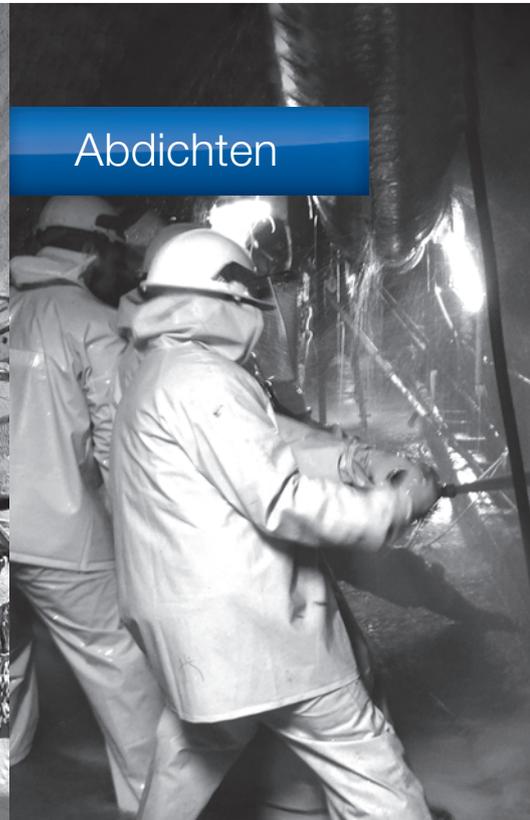
Verfüllen



Verfestigen



Abdichten



Acrylatgele



Silikatharze



Injektionsgeräte



Injektionszubehör



2K Polyurethanharze



Injektionszemente



1K Polyurethanharze



Handliche Systeme
zum Wasserstoppen



- Produktübersicht
- Datenblätter
- Videos
- Referenzen

www.tph-bausysteme.com

Produktion und Vertrieb:

TPH Bausysteme GmbH

Nordportbogen 8

22848 Norderstedt

Tel. + 49 (0) 40/52 90 66 78-0

Fax + 49 (0) 40/52 90 66 78-78

Interview mit Hongyu Xue, Lovsuns Tunneling

„Diese China-Kanada-Synergie wird unser Wachstum in China wie auch in ausländischen Märkten ankurbeln“

Im Herbst 2014 übernahm das chinesische Unternehmen LNSS (Liaoning Censcience Industry Co. Ltd.) die Caterpillar Tunneling Canada Corporation und erwarb damit sämtliche Rechte am geistigen Eigentum des früheren TBM-Herstellers Lovat. Die neue Firma „Lovsuns Tunneling Canada“ wurde dann in Toronto gegründet. Im Januar 2017 verlagerte Lovsuns die TBM-Produktion aus Kanada nach China in die Werke von LNSS. Der freie Journalist Roland Herr sprach mit Hongyu Xue, Managing Director von Lovsuns Tunneling Canada, über die Gründe für diese Umsiedlung der TBM-Produktionsstätten, über Lovsuns' angestrebte Rolle auf dem TBM-Markt in den kommenden Jahren und über seine Meinung zum wachsenden Einfluss Chinas auf dem Gebiet des maschinellen Tunnelvortriebs.

Hongyu, könnten Sie uns bitte die Entwicklung von Lovat zu Lovsuns kurz zusammenfassen?

Lovat wurde 1972 gegründet und zählte über vier Jahrzehnte zu den renommierten Herstellern von Tunnelbohrmaschinen. In diesen 40 Jahren wurde Lovat zu einem der führenden Produzenten, insbesondere von TBM für Mischböden und Lockergestein. 2008 wurde das Unternehmen an Caterpillar verkauft, woraufhin die Umbenennung in „Caterpillar Tunneling Canada Corp.“ erfolgte. Im Mai 2013 wurde der schrittweise Ausstieg aus dem Geschäftsfeld verkündet und Caterpillar Tunneling begann, sich nach potenziellen Käufern umzusehen. Unsere Muttergesellschaft LNSS hat Ende September 2014 nach einigen Verhandlungen die Vermögenswerte von Caterpillar Tunneling erworben und zunächst stillgelegt. Nach der Übernahme gründete LNSS die Firma Lovsuns Tunneling Canada mit Sitz in Toronto. Insofern ist Lovsuns eine 100-prozentige ausländische Tochtergesellschaft von LNSS in Kanada. Derzeit hat Lovsuns sämtliche von Caterpillar Tunneling erworbenen Vermögenswerte wieder in Betrieb. Dazu zählen der Grund und Boden, die Fabrik, die Anlagen und die gesamten geistigen Eigentumsrechte der ehemaligen Firmen Lovat und Caterpillar Tunneling.

Was hat LNSS dazu bewogen, das Unternehmen von Caterpillar zu kaufen?

Zunächst einmal ging es darum, die stetig wachsende Nachfrage nach hochwertigen TBM-Lösungen auf dem chinesischen Markt zu bedienen. Außerdem wollten wir die Betreuung der ehemaligen Kunden von Lovat rund um den Globus fortführen, indem wir die erworbenen modernen Technologien, die Managementfähigkeiten und die Verkaufserfahrungen nutzen, und wir wollten mit konkurrenzfähigen, in China gebauten TBMs und Services von bewährter Lovat-Qualität in internationale Märkte expandieren. Heute arbeiten viele der erfahrenen, ehemaligen Lovat-Ingenieure und Fachkräfte bei Lovsuns.

Interview: Hongyu Xue of Lovsuns Tunneling

“This China/Canada Synergy will allow us to grow faster both on Chinese and Overseas Markets”

In fall 2014 the Chinese company LNSS (Liaoning Censcience Industry Co. Ltd.) acquired the Caterpillar Tunneling Canada Corporation, thus obtaining all intellectual properties of former TBM manufacturer Lovat. A new company “Lovsuns Tunneling Canada” was set up in Toronto. In January 2017 Lovsuns shifted the Canadian TBM production to the LNSS facilities in China. Freelancing journalist Roland Herr spoke with Hongyu Xue, Managing Director of Lovsuns Tunneling Canada, about the reasons for the relocation of the TBM production, about Lovsuns' proposed role in the TBM business in the years ahead and about his view on the growing influence of China in the mechanized tunnelling market.

Hongyu, could you give us a brief overview of the development from Lovat to Lovsuns?

Lovat was founded in 1972 and has been a renowned TBM manufacturer for over four decades. Over 40 years of development Lovat became one of the leading manufacturers of TBMs especially in the mixed and soft ground TBM technology. In 2008 the company was sold to Caterpillar. After that acquisition the new company was called “Caterpillar Tunneling Canada Corp.”. In May 2013 a phased withdrawal from the business was announced and Caterpillar Tunneling reached out to different potential buyers. After negotiation, our parent company LNSS purchased the assets of Caterpillar Tunneling at the end of September 2014 and all assets were closed between Caterpillar Tunneling and LNSS. After the acquisition, LNSS set up Lovsuns Tunneling Canada which is based in Toronto. In that sense, Lovsuns is a 100 % owned overseas subsidiary of LNSS in Canada. Today, Lovsuns is operating all the acquired assets of Caterpillar Tunneling. This includes the land, the factory, the equipment and the entire intellectual properties of former Lovat/Cat Tunneling.

What were the reasons for LNSS to buy the company from Caterpillar?

First of all to satisfy the ever increasing local demand for high quality TBM solutions on the Chinese market. Furthermore, to continue servicing Lovat customers around the world by leveraging the acquired advanced technology, management skills, sales experience expertise, as well as expanding into international markets by supplying highly competitive China-built, Lovat-quality TBMs and services. Today many of the experienced ex-Lovat engineers and technicians have joined Lovsuns.

Could you carry the weights of LNSS as a TBM manufacturer for the Chinese market?

Definitely, China is the single largest TBM market. Today, after acquisition of the Lovat TBM technology, LNSS TBMs are involved in many mega-city metro projects. LNSS is one of the top TBM suppliers in

Konnten Sie den Einfluss von LNSS als TBM-Hersteller auf den chinesischen Markt nutzen?

Auf jeden Fall, denn China ist der größte Einzelmarkt für Tunnelbohrmaschinen. Nach der Übernahme der TBM-Technologie von Lovat sind die Maschinen von LNSS heute bei U-Bahnprojekten in vielen Megastädten im Einsatz. LNSS ist einer der wichtigsten TBM-Lieferanten in China. Die anderen inländischen Hersteller sind durchweg staatseigene Unternehmen aus dem Bahnbau und anderen Schwerindustriezweigen. LNSS/Lovsuns ist das einzige Privatunternehmen und hat sich zu einem ernst zu nehmenden Player auf dem hart umkämpften chinesischen und internationalen Parkett entwickelt.



Hongyu Xue, Managing Director of Lovsuns Tunneling Canada Ltd., Toronto, Canada

Quelle/Credit: Lovsuns

Wie bewerten Sie die aktuelle Marktsituation im Tunnelbau und wo liegen Ihrer Meinung nach die interessantesten Absatzmärkte für TBM?

Ganz eindeutig stellen die Entwicklungsländer die Hauptabsatzmärkte dar, weil die Regierungen dort zahlreiche ambitionierte mittel- und langfristige Infrastrukturprojekte auf den Weg bringen. China und Indien sind die größten Märkte, aber auch die Türkei ist interessant, denn dort erfahren die öffentlichen Verkehrssysteme gerade eine rasche Expansion. Seit der Gründung von Lovsuns haben wir in nicht einmal drei Jahren bereits zehn TBMs in diesen zukunftsreichen Markt verkauft. Das belegt eindeutig unsere Marktakzeptanz nach der Übernahme von Lovat/Caterpillar Tunneling. Außerdem haben wir potenzielle Projekte in anderen aktiven Märkten fest im Blick.

Können Sie beschreiben, mit welcher Strategie LNSS versucht, ein Stück vom Kuchen im weltweiten Tunnelbaugeschäft abzubekommen?

Ich denke, dabei spielt das Schlüsselwort „Synergie“ eine große Rolle. Schon vor der Übernahme besaß LNSS eine riesige Fabrik in China, wo TBMs hergestellt wurden. Und seit der Übernahme verfügen wir als LNSS Gruppe über eine eindrucksvolle Fertigungskapazität in China. Wir besitzen die Technologie und beschäftigen die erfahrenen Ingenieure, Fachkräfte und Mitarbeiter von Lovat, die heute für Lovsuns arbeiten. Diese Synergie zwischen China und Kanada hat meiner Meinung nach eine große Wertschöpfungskraft, denn jeder Kunde weltweit sucht nach kostengünstigen

China. The other local TBM manufacturers are all state owned enterprises coming from railway and other heavy industry sectors. Being the only private business, LNSS/Lovsuns has become a formidable player in highly competitive Chinese and international markets.

How do you assess the current tunnelling market, and where are the most interesting places to sell TBMs in the world, from your point of view?

Apparently the main markets are in developing countries where local governments are launching ambitious mid to long term plans to build numerous infrastructure projects. China and India are the biggest markets, and Turkey definitely is an exciting market as well, where we have witnessed rapid expansion of public transit systems. We have already sold ten TBMs since the establishment of Lovsuns in this promising market in less than three years. A clear proof of market reception after Lovat/Caterpillar Tunneling assets acquisition. In addition, we are closely following potential projects in other active markets.

Could you describe the strategy LNSS follows to win a piece of the tunnelling cake in the world?

I believe, the key word “synergy” is very important. Even before this acquisition, LNSS already had a massive factory in China producing TBMs. And now, after the acquisition, we as the LNSS group have a remarkable manufacturing capacity in China. We have the Lovat technology and the experienced Lovat engineers, technicians and operators, who are still working for Lovsuns today. This kind of synergy between China and Canada, I believe, is going to create a big

und hochwertigen TBM. Unsere Strategie konzentriert sich auf zwei Dinge: zum einen die Betriebssicherheit und zum anderen die Produktivität. Momentan sind zig TBMs von LNSS/Lovsuns, die auf Lovat-Technologie basieren, beim U-Bahnbau in chinesischen Städten und anderen internationalen Projekten im Einsatz.

Es hat den Eindruck, als seien chinesische Unternehmen seit einigen Jahren auf Einkaufstour und wollten jeden Hersteller in der Tunnelbranche übernehmen. Was macht diese Hersteller für die Chinesen so interessant?

Ich denke, für diese vermeintliche „chinesische Einkaufstour“ gibt es eine einfache Erklärung. Der Hauptgrund ist das anhaltende Wirtschaftswachstum Chinas – jeder weiß, dass China seit 15 oder 20 Jahren die am schnellsten wachsende Volkswirtschaft der Welt ist. Aus meiner Sicht hat China einen Punkt erreicht, wo es viele Technologien verbessern muss, um die schnell wachsende lokale Nachfrage zu stillen. China braucht moderne Technologien für seinen Binnenmarkt. Ich glaube, durch den Geschäftsausbau in China und die wachsenden Fähigkeiten chinesischer Unternehmen erreichen sie irgendwann ein bestimmtes Niveau, ab dem sie ins Ausland expandieren wollen – das ist ganz normal, so machen es auch alle westlichen Unternehmen. Das könnte der Grund sein, warum chinesische Firmen, die über genügend Ressourcen und Möglichkeiten verfügen, den Kauf von gut situierten Unternehmen in anderen Ländern in Erwägung ziehen, um dadurch die besten Technologien zu erwerben und ihre Entwicklung im heimischen und internationalen Markt voranzutreiben.

Was denken Sie: Fehlt es in China oder im gesamten Markt an Technologien?

Ich kann nicht für andere chinesische Firmen sprechen. Aber Lovsuns als 100 % chinesisches Unternehmen ist im Besitz der Technologien von Lovat und verfügt dank der Werke des chinesischen Mutterkonzerns über beeindruckende Fertigungskapazitäten. Die TBM wurde nicht in China erfunden, und diese Technologie wurde in China bereits viele Jahre verwendet, bevor chinesische Firmen selbst TBMs gebaut haben – das war etwa 2008/2009, ist also noch gar nicht so lange her. Um nun Ihre Frage zu beantworten, ob es an Technologie fehlt – ja, anfangs war das der Fall. Aber Technologie zieht es immer auf den heißesten Markt, der maximalen wirtschaftlichen Nutzen verspricht. Darum sind führende ausländische Marken nach China gekommen und haben von der riesigen Welle des Infrastrukturausbaus profitiert. Zwar sind noch ausländische TBM-Unternehmen in China aktiv, aber chinesische Firmen wie LNSS übernehmen nach und nach die Führungsrolle in diesem Markt. Andererseits stellt jeder technologische Mangel auch eine geschäftliche Chance dar. Wenn China die Technologien erworben hat und erstklassige TBM in ausreichender Menge produzieren kann, profitieren am Ende alle Kunden weltweit davon.

Im Januar 2017 haben Sie Ihr Werk in Toronto geschlossen. Welche Gründe gab es für diese

value because every global customer is looking for cost-effective and high quality TBMs. Our strategy is focussed on two points: The first one is safety of operation and the second one is productivity. Today tens of LNSS/Lovsuns TBMs built with Lovat technology are used in Chinese city metro construction as well as for international projects.

In the past years it seemed that Chinese companies are on a “shopping tour” to buy every manufacturer in the tunnelling business. Why are these manufacturers so interesting for the Chinese?

I believe there is a clear explanation for this impression of “Chinese on shopping tour”. Overall the fundamental reason is the continuous economic growth of China – everybody knows that China has been the fastest growing economy in the world for the last 15 to 20 years. I think, China has reached a stage where it needs to upgrade many technologies in order to meet the fast increasing local demand. China needs advanced technology for its own market’s needs. With the business expansion in China, with the growing capabilities of the Chinese companies, I believe, when they reach a certain stage of development in their own countries they would expand to other overseas markets – naturally, just like any western companies. That could be why the Chinese companies with adequate accumulation of all kinds of resources and capabilities look at the possibilities of acquiring well-established companies in other countries, in order to gain the best technology and push on their development both in domestic and international markets.

What is your appraisal: is there a lack of technology in China or in the market?

I cannot speak for other Chinese companies, But Lovsuns as a 100 % Chinese owned company legally possesses the Lovat technology and enjoys a remarkable manufacturing capacity from the parent Chinese facilities. The TBM was not invented in China and this technology was used in China many years before the Chinese companies started to build TBMs themselves around 2008/2009 – not such a long time ago. To answer the question if there is a lack of technology – yes there was at the beginning. But technology will always go to the hottest market with the maximum economic benefit. That’s why leading foreign brands came to China and benefited from the big wave of infrastructure expansions. Though foreign TBM companies are still active in China, Chinese TBM companies, like LNSS, are increasingly taking the leading role on this market. Any lack of technology on the other hand is a business opportunity. When China has purchased the technologies and can produce a good amount of quality TBM products, this would benefit, at the end of the day, global customers.

In January 2017 you closed your facility in Toronto. What are the reasons for that decision and which impact will it have for the different markets, your customers?

When LNSS purchased the assets of Caterpillar Tunneling in 2014, including this Toronto factory, which was the facility of Lovat for more

Entscheidung und welche Auswirkung wird sie auf die verschiedenen Märkte und Ihre Kunden haben?

Als LNSS 2014 die Vermögenswerte von Caterpillar Tunneling erworben hat – einschließlich dieses Werks in Toronto, das seit mehr als 40 Jahren von Lovat genutzt wurde – besaßen wir schon eine große Fabrik in China. Auf dieser lag von Anfang an das Hauptwerk für die TBM-Produktion von LNSS und Lovsuns. Hier in Toronto konzentrieren wir uns nun auf die konstruktive Entwicklung von TBM, die Beschaffung der Hauptkomponenten sowie den internationalen Verkauf, Service und Produktsupport. Indem wir die TBM-Produktion aus Toronto in unsere Hauptwerke in China verlegen, können wir unsere Wettbewerbsfähigkeit insgesamt verbessern, weil wir jede neue oder generalüberholte TBM schneller und zu besseren Konditionen an unsere weltweiten Kunden ausliefern können. Wir bekommen mittlerweile Anfragen und Bestellungen für neue TBM und gebrauchte Maschinen aus Nordamerika und Europa. Für jene Kunden, die für ihre Lovat-Maschinen unsere kontinuierliche Unterstützung brauchen, haben wir flexible Lösungen erarbeitet. Es wäre also falsch zu sagen, dass wir unser Werk in Toronto „geschlossen“ haben. Ganz im Gegenteil – wir planen sogar, unsere Rolle als ausländisches Kompetenzzentrum mit Sitz in Toronto weiter zu stärken. Der neueste Umsatzrekord durch den Verkauf von einer Doppelschild-TBM und acht EPB-Schildmaschinen für den U-Bahntunnelbau in der Türkei ist ein eindeutiger Beleg für den Erfolg dieser Synergie zwischen Kanada und China.

Wie viele Verträge und Verpflichtungen aus der Zeit von Lovat/Caterpillar existieren noch?

Caterpillar Tunneling stellte seine Geschäftstätigkeit Ende 2016 ein. Lovsuns ist in die vertraglichen Verpflichtungen dieses Unternehmens nicht involviert. Da wir heute das einzige Unternehmen sind, das das geistige Eigentum von Lovat legal nutzen darf, sind wir voll und ganz in der Lage, alle ehemaligen Lovat-Kunden zu bedienen, und übernehmen diese Verantwortung gern. Derzeit versorgen wir unsere Kunden in Nordamerika und Europa mit Ersatzteilen für ihre Lovat-Maschinen, bieten technische Unterstützung auch vor Ort und führen Sanierungen durch.

Wo sehen Sie die TBM-Fertigung von Lovsuns in fünf oder zehn Jahren?

Aus globaler Sicht glaube ich, dass diese China-Kanada-Synergie unser Wachstum in China wie auch in ausländischen Märkten ankurbeln wird. Wir werden weiterhin innovativ sein, uns breiter aufstellen und unsere Produktlinie verbessern – mit EPB-, Fels- und Slurry-TBMs und anderen Spezialmaschinen. Wir haben die Lovat-Technologie gekauft, die für ihre Robustheit und Zuverlässigkeit berühmt ist. Und wir arbeiten intensiv daran, der am höchsten spezialisierte TBM-Hersteller und Serviceanbieter zu werden, der seinen Kunden weltweit bei einzigartigen Herausforderungen im Tunnelvortrieb zur Seite steht. 

than 40 years, we already had a big factory in China. From day one, this was the main TBM facility for LNSS and Lovsuns. Now, here at Toronto, we are mainly focussed on TBM design and engineering, procurement of key components, the international sales, services and product support. By shifting Toronto TBM production to our main China facilities, we can further enhance our overall competitiveness, so that any new or refurbished TBM can be delivered to our global clients faster on more competitive terms. We have started to receive inquiries and orders from North American and European clients for new TBM and refurbishment solutions. For those clients who need our continuous support for their Lovat machines, we have worked out flexible solutions. Therefore it would be a misconception to simply say that we have „closed“ our Toronto factory. On the contrary – we are launching plans to further strengthen our role as an overseas centre of excellence based in Toronto. The recent sales record of one double shield TBM and eight EPB metro size TBMs in Turkey is a sound proof of the success of such synergy between Canada and China.

How many contracts and obligations from Lovat/Caterpillar are still existing?

Caterpillar Tunneling ended its business operation at the end of 2016. Lovsuns is not involved in its contractual obligations. Today, being the only company who can legally use the Lovat intellectual properties, we have the full capabilities and have taken on the responsibility to support all former Lovat clients. Currently we are supporting our North American and European clients' Lovat machines with parts supply, engineering and field technical support as well as refurbishment works.

Hongyu, what is your vision of the Lovsuns TBM manufacturer in five or ten years?

From a global perspective, I believe this China/Canada synergy will allow us to grow faster both on Chinese and overseas markets. We will continue to innovate to broaden and improve our product line – EPB, rock and slurry TBMs and other machines for special applications. We bought Lovat technology, a legacy renowned for the robustness and reliability. We work hard to become the most specialized TBM manufacturer and service provider to help our global clients succeed in breaking through tunnels with unique challenges. 

Schweiz

SCAUT – Kompetenzzentrum für die innovative Nutzung des Untergrundes



Silvio Bachmann (Versuchsstollen Hagerbach) demonstriert die Funktionsweise sensorbestückter Bauteile

Silvio Bachmann (Hagerbach Test Gallery) demonstrated how components fitted with sensors operate

Wenn der Platz knapp wird in Großstädten, wird in die „dritte Dimension“ gebaut, schon seit langer Zeit. Der moderne Hochhausbau verdichtet die Stadtzentren in Ballungsgebieten bereits seit Mitte des 19. Jahrhunderts, die ersten Wolkenkratzer erschienen vor beinahe 100 Jahren auf der Bildfläche. Die erst vor wenigen Monaten gegründete Schweizer Initiative SCAUT richten den Blick allerdings nicht in die Höhe: „Die dritte Dimension führt ja eben auch noch in die andere Richtung – nach unten“, so Felix Amberg, Präsident des Fördervereins SCAUT.

Konzeptstudien und Technologie-Projekte

SCAUT steht für Swiss Center of Applied Underground Technologies, zu Deutsch: Schweizer Kompetenzzentrum für innovative Nutzungen des Untergrundes. Als Hauptaufgaben hat die vorerst noch als Förderverein organisierte, junge Industrie-Initiative drei Schwerpunkte festgelegt:

1. Bereitstellung von fachlichem Know-how im Rahmen eines Netzwerks zur Beurteilung, Konzeption und Umsetzung zukunftsweisender Nutzungen des unterirdischen Raumes
2. Förderung unterirdisch basierter Technologie-Entwicklungsprojekte durch Publikationen, Veranstaltungen und Networking-Plattformen

Switzerland

SCAUT – Swiss Center of Applied Underground Technologies



Michael Kompatscher (Versuchsstollen Hagerbach) mit Besuchern des ersten öffentlichen SCAUT-Events zum Thema „IoT – Baustelle 4.0“

Michael Kompatscher (Hagerbach Test Gallery) and participants of the first official SCAUT event on “IoT – Construction Site 4.0”

When space is scarce in the big cities, construction targets the “third dimension”. This has been the case for quite some time now. Modern high-risers have been featured in urban centres in conurbations since the mid-1800s; the first skyscrapers appeared almost 100 years ago. However, the Swiss SCAUT initiative established just a few months ago is not directed sky high: “The third dimension after all, also leads in the other direction – down below”, as Felix Amberg, the president of the SCAUT development association maintains.

Conceptual Studies and Technology Projects

SCAUT stands for Swiss Center of Applied Underground Technologies. The young industrial initiative, first set up as an Association of Friends, has three main objectives:

1. Provision of professional know-how within the scope of a network to evaluate, conceive and apply future-oriented uses for underground space
2. Promotion of underground-related technology development projects through publications, events and networking platforms
3. International acquisition of innovative underground utilisation concepts as well as supporting projects by establishing and coordinating consortia comprising international and Swiss high-tech companies

3. Internationale Akquise innovativer Untergrund-Nutzungskonzepte sowie Projektbegleitung durch Gründung und Koordination von Konsortien bestehend aus internationalen und Schweizer Hightech-Unternehmen

Die gezielte Entwicklung und Nutzung des unterirdischen Raumes will die Industrie-Initiative im Kern durch zwei Maßnahmen vorantreiben: Konzeptstudien und Technologie-Projekte. Im Rahmen der Konzeptstudien sollen Nutzungsideen technologisch und wirtschaftlich bezüglich ihrer Machbarkeit analysiert werden. Als Beispiele für innovative Nutzungen des unterirdischen Raumes nennt SCAUT unter anderem automatisierte Güter- und Personentransportsysteme, hochsichere Datenzentren, großflächige Speicheranlagen für erneuerbare Energien, erschütterungsfreie Präzisionsfabriken, emissionsarme Kläranlagen oder klimastabile Pflanzenfarmen für die Agrarwirtschaft.

Im Rahmen der Technologie-Projekte sollen darüber hinaus neuartige, vielversprechende Technologieansätze zur Anwendungsreife gebracht werden. Einige Entwicklungsprojekte hat SCAUT gemeinsam mit Industriepartnern bereits auf den Weg gebracht. So entwickelt die Elkuch Group in Zusammenarbeit mit SCAUT ein vorfabriziertes, sofort betriebsbereites Fertigbau-Element für den

Essentially the industrial initiative intends targeting the development and utilisation of underground space through two measures: conceptual studies and technology projects. Within the framework of the conceptual studies, it is intended to analyse ideas for use technologically and economically in terms of their feasibility. SCAUT includes automated goods and passenger transport systems, top security data centres, large-scale storage systems for renewable energies, low-vibration precision plants, low-emission clarification plants or environmentally stable plant farms for agriculture among its examples for innovative uses of underground space.

Furthermore, within the scope of the technology projects, novel and highly promising technological approaches are to be brought to maturity. SCAUT has already initiated a number of development projects in conjunction with industrial partners. Thus for instance the Elkuch Group in collaboration with SCAUT is developing a prefabricated, operational finished element for the completion of tunnel cross-passages, thus reducing assembly work in the tunnel to a minimum. A further project (industrial partner: Sika) deals with the development of dust-binding agents and devices to reduce the pollution of underground systems. The Internet of Things (IoT) is also targeted by the Center. In conjunction with its industrial partner Swisscom in this case the development of communication

Tunnelling Logistics

Services

Equipment

rowa 

Schneller, sicherer und wirtschaftlicher bauen

www.rowa-ag.ch

Abschluss von Tunnelquerschlägen, das die Montagearbeiten im Tunnel auf ein Minimum reduziert. Ein weiteres Projekt (Industriepartner: Sika) befasst sich mit der Entwicklung von staubbindenden Stoffen und Vorrichtungen zur Reduktion der Verschmutzung unterirdischer Anlagen. Auch das Internet of Things (IoT) – das „Internet der Dinge“ – steht im Fokus des Kompetenzzentrums. Mit dem Industriepartner Swisscom wird hier die Entwicklung von Kommunikationssystemen vorangetrieben, in der alle wichtigen Komponenten einer unterirdischen Anlage (z. B. Fahrzeuge, Schienen, Türen) Zustandsinfos über Internet austauschen können und damit hochautomatisierte Abläufe ermöglichen. In Kooperation unter anderem mit Implenia und Sika gibt es zudem noch ein Projekt, das sich mit der Vor-Ort-Produktion von Bauelementen mit großen, mobilen 3D-Druck-Anlagen befasst.

Veranstaltungen und Workshops – IoT und die „Baustelle der Zukunft“

Öffentliche und interne Workshops zu fortschrittlichen Entwicklungen und Ideen im Umkreis der Bauindustrie sind feste Bestandteile des SCAUT-Konzepts. Das erste öffentliche SCAUT-Event zum Thema „IoT – Baustelle 4.0“ fand Ende Juni 2017 im Versuchsstollen Hagerbach, Schweiz, bei guter Beteiligung statt. Ziel des Anlasses war es, den „IoT – Baustelle 4.0“-Prototypen vorzustellen und weiteren möglichen Partnern anhand von Vorträgen und Anwendungsbeispielen bekanntzumachen. Der Anlass bot somit auch einen idealen Rahmen für Kontakte und einen Informationensaustausch über die Digitalisierung und deren Auswirkung auf die Baustelle der Zukunft. Fördervereinspräsident Felix Amberg präsentierte einleitend die Ideen und Ziele der SCAUT-Initiative. Anschließend zeigte Prof. Roland Küng, ZHAW (Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften), den Stand der Technik auf und gab einen Ausblick, wie das Internet of Things die Baustellen in Zukunft verändern wird. Yvette Körber, Amberg Loglay AG, erläuterte Trends dieser zukünftigen digitalisierten Baustellen. Im Zentrum standen dabei vor allem Baustellen im urbanen Raum, bei welchen sich durch die Nutzung von vernetzten und aktuellen Daten und Plattformen erhebliche Kosten- und Effizienzsteigerungen erreichen lassen. Der Rundgang im Versuchsstollen führte zu verschiedenen Stationen des Prototypen „Baustelle 4.0“, der bereits diverse sensorbestückte Bauteile für Test- und Demonstrationszwecke beinhaltet. Geri Enderle von der Müller Steinag Element AG,



Das erste öffentliche SCAUT-Event zum Thema „IoT – Baustelle 4.0“ fand im Versuchsstollen Hagerbach statt. Fördervereinspräsident Felix Amberg präsentierte einleitend die Ideen und Ziele der SCAUT-Initiative

The first public SCAUT event on the subject of „IoT Construction Site 4.0“ took place in the Hagerbach Test Gallery. Association president Felix Amberg kicked off by presenting the ideas and objectives of the SCAUT initiative

systems is advanced, in which all essential components for an underground system (e.g. vehicles, tracks, doors) can exchange status information via internet thus facilitating highly automated sequences. In cooperation with Implenia and Sika (among others) there is also a project dealing with the on-the-spot production of construction elements with large, mobile 3D print systems.

Quelle/Credit: Marvin Klostermeier

Events and Workshops – IoT and the “Construction Site of the Future”

Public and internal workshops dealing with progressive developments and ideas within the scope of the construction industry represent mainstays

of the SCAUT concept. The first official SCAUT event on “IoT – Construction Site 4.0” took place at the end of June 2017 at the Hagerbach Test Gallery in Switzerland, recording a high attendance figure. The event was aimed at presenting the “IoT – Construction Site 4.0” prototype as well as informing further possible partners on the basis of lectures and examples of applications. Thus the event also provided the ideal surroundings for establishing contacts and exchanging ideas on digitalisation and its effects on the site of the future. Development association president Felix Amberg introduced the ideas and objectives of the SCAUT initiative. Subsequently, Prof. Roland Küng, ZHAW (Zurich University for Applied Sciences) dealt with the state of the art and provided a summary on how the Internet of Things would change construction sites in future. Yvette Körber, Amberg Loglay AG, examined trends for these future digitalized construction sites. Issues focused on sites in urban space, in the case of which substantial cost and efficiency benefits can be achieved through the application of cross-linked and topical data as well as platforms.

The tour of the Test Gallery Hagerbach led participants to various places where the “Construction Site 4.0” was set up, already including various components fitted with sensors for trial and demonstration purposes. Geri Enderle from the Müller Steinag Element AG, Michael Lierau from the Elkuch Group AG and Michael Kompatscher from the Hagerbach Test Gallery indicated in follow-up lectures how these sensors and their data are used in various cases of application for increasing efficiency, for maintenance and service operations or to enhance the transparency of production processes.

Further details relating to the concept of the SCAUT initiative are to be found online by accessing the address shown below. In addition,

Michael Lierau von der Elkuch Group AG und Michael Kompatscher vom Versuchsstollen Hagerbach zeigten in anschließenden Referaten auf, wie diese Sensoren und deren Daten in verschiedenen Anwendungsfällen zur Effizienzsteigerung, bei Unterhalts- und Wartungsarbeiten oder zur Erhöhung der Transparenz bei Produktionsprozessen genutzt werden.

Weitere Ausführungen zum Konzept der SCAUT-Initiative finden sich online unter der nebenstehenden Adresse. Dort werden auch Infos gegeben zu Projekten, aktuellen Veranstaltungen und der noch zu gründenden Trägerstiftung. Zudem kann man sich dort als Einzel- oder Kollektiv-Mitglied im Förderverein anmelden.

Marvin Klostermeier 

information on projects, current events and the forthcoming sponsoring foundation is available. Furthermore, it is also possible to apply to become an individual or collective member of the foundation.

Marvin Klostermeier 

www.scaut-association.com

ITACUS: aktive Unterstützung für die SCAUT-Initiative

Auf der diesjährigen ITA-Jahrestagung gab ITACUS (International Tunnelling and Underground Space Association's Committee on Underground Space), im Rahmen der Mitgliederversammlung in Bergen seine aktive Unterstützung der SCAUT-Idee bekannt.

Antonia Cornaro, stellvertretende Vorsitzende des ITA-Komitees erläuterte den Vertretern der teilnehmenden Nationen die engen Zusammenhänge der ITACUS-Zielsetzungen mit dem Konzept der Schweizer Initiative. „Die Nutzung des unterirdischen Raumes kann eine wichtige Rolle dabei einnehmen, unsere Städte zukunftsfähig zu gestalten, sie belastbarer zu machen – ein integratives Umfeld, das Herausforderungen wie dem Klimawandel gerecht werden kann und, an allererster Stelle, auch lebenswert für die Menschen ist“, sagte Cornaro. „Dies erfordert vorausschauende Planung und Handhabung unseres unterirdischen Raumes, und es erfordert innovatives Denken sowie neue technologische Ansätze, damit dieses Ziel erreicht werden kann.“ Die Rolle von ITACUS beinhaltet hierbei auch, die Industrieunternehmen mit ins Boot zu holen und die Verbindung herzustellen zwischen globalen Entwicklungstrends und den sich daraus ergebenden geschäftlichen Möglichkeiten. „Aus diesem Grund begrüßen wir die Schweizer Initiative, mit SCAUT ein Kompetenzzentrum für angewandte Untergrund-Technologien ins Leben zu rufen“, so Antonia Cornaro weiter. „SCAUT ist eine industrieübergreifende Interessengemeinschaft mit dem Ziel, Forschung und technologische Entwicklungen voranzutreiben, die die Nutzbarmachung des unterirdischen Raumes fördern. ITACUS wird diese Initiative unterstützen und aktiv mit SCAUT zusammenarbeiten bei der Entwicklung seines Forschungsprogramms, das sich den Herausforderungen unsere Zeit stellt.“

ITACUS announced its active Support for the SCAUT Initiative

At the General Assembly of this year's ITA Annual Meeting in Bergen, ITACUS (International Tunnelling and Underground Space Association's Committee on Underground Space) announced its intention to actively support the principles of SCAUT.

Antonia Cornaro, vice chair of the ITA Committee, explained the close inter-relationships between the aims pursued by ITACUS and the concept of the Swiss initiative to the representatives of the participating nations. "The use of underground space can help our cities to develop sustainably, to be resilient, to be inclusive, to meet climate change challenges, but above all to be liveable and loveable cities for their citizens", is how Cornaro put it. "This requires planning and management of our underground spaces, it also requires innovative thinking and technology to achieve it."

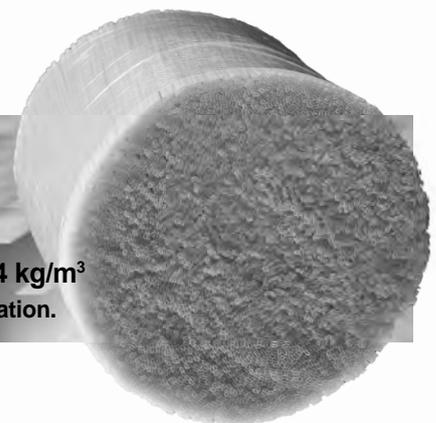
In this connection, the role of ITACUS also comprises ensuring the participation of industrial enterprises and establishing the link between global development trends and the resultant business opportunities. "From this point of view, we welcome the Swiss initiative to set up SCAUT – the Swiss Centre for Applied Underground Technologies", Antonia Cornaro went on to say. "SCAUT is a cross industry initiative that aims at researching and developing new technologies that support the use of underground space. As ITACUS we support this initiative and will actively engage with SCAUT in developing their research programme based on the challenges of today."

BRUGG  **CONTEC**
Strong fibers.

Concrix

THE alternative to steel fibers: more than 1'000 Joule with less than 4 kg/m³
Reduces reinforcement costs. No corrosion. No creeping. With structural calculation.

www.bruggcontec.com



DMI Injektionstechnik GmbH / DMI Spezialinjektionen Süd GmbH

Die DMI ist ein international tätiges Unternehmen mit Sitz in Berlin, in Bayern und den Niederlanden, welches sich auf die Ausführung von Injektionsarbeiten spezialisiert hat. Dadurch können wir unseren Kunden die komplette Leistungsbreite, wie z. B. Fels- und Kluftinjektionen und Poreninjektionen, mit allen Materialien (Zement, Feinstzement, Kunstharz und Gel), anbieten.

Die DMI führt u. a. aus: Injektionen im Tunnelbau, Bauwerksabdichtung, Bodenverfestigung, Hebungsinjektionen, Bohrungen- und Vereisungsbohrungen.



Stuttgart21, Ulmer Straße

DMI is a company geared to the international markets with its headquarter based in Berlin and further offices located in Bavaria and the Netherlands, who specializes in the implementation and execution of injection works. We carry out all kinds of injections and offer our customers the complete range of services, including rock-and gap injections and pore injections. We use the full spectrum of materials available (cement, fine cement, synthetic resin and gel).

Besides other works DMI executes the following: Injections for tunnel

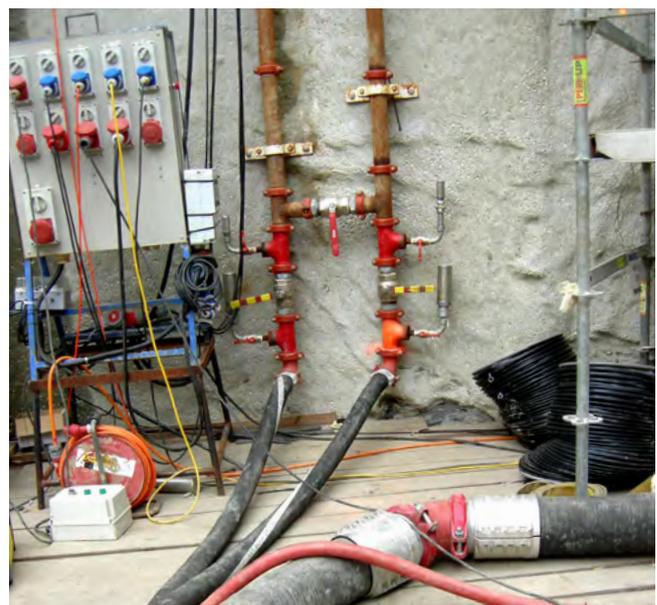
construc Injections for tunnel constructions, water sealing/water proofing of buildings, soil stabilization, stabilization, compensation grouting, drillings and drillings for freezing.

Stuva-Tagung 2017 | Stand No. A 105 | www.d-m-i.net

A.S.T. Bochum GmbH

Wir bieten Ihnen ein komplettes Armaturen Schlauch und Tunneltechnik Programm. Als inhabergeführtes Unternehmen legen wir neben einer ständigen Lieferbereitschaft größten Wert auf die Qualität und die Funktionalität unserer Produkte. Unsere Fachleute, mit langjähriger Erfahrung, stehen Ihnen jeder Zeit mit Beratung, Planung, Konzepten und Service zur Verfügung. Profitieren auch Sie durch den ständigen Dialog zu unseren Anwendern.

We offer a complete hose fittings and tunnel engineering program. As a privately owned company, we place next to a constant readiness to deliver high value on the quality and functionality of our products. Our experts, some with many years of experience, every time you are with consulting, planning, policies and services are available. You can also benefit by the constant dialogue with our users.



Stuva-Tagung 2017 | Stand No. D122 | www.astbochum.de

Herrenknecht AG

Herrenknecht ist Technologie- und Marktführer im Bereich der maschinellen Tunnelvortriebstechnik. Als einziges Unternehmen weltweit liefert Herrenknecht modernste Tunnelbohranlagen für alle Baugründe und in allen Durchmessern – von 0,10 bis 19 Metern. Die Produktpalette umfasst maßgeschneiderte Maschinen für Verkehrstunnel (Traffic Tunnelling) und Ver- und Entsorgungstunnel (Utility Tunnelling).



Herrenknecht is technology and market leader in the area of mechanized tunneling systems. As only company worldwide, Herrenknecht delivers cutting-edge tunnel boring machines for all ground conditions and in all diameters – ranging from 0.10 to 19 meters. The product range includes tailor-made machines for transport tunnels (Traffic Tunnelling) and supply and disposal tunnels (Utility Tunnelling).



Stuva-Tagung 2017 | Stand No. A 141 | www.herrenknecht.com

AGRU - The Plastics Experts.

Die modernen Produktionsanlagen der AGRU Kunststofftechnik GmbH ermöglichen neben der Produktion von glatten und strukturierten Dichtungsbahnen auch die Herstellung von coextrudierten Dichtungsbahnen, die Einarbeitung von Verstärkungselementen oder die Aufkaschierung von Vliesen. Dichtungsbahnen werden mit bis zu 7 m Breite und einer Dicke von 0,5 mm bis 4,0 mm angeboten. Die Materialien umfassen PEHD (Polyethylen hoher Dichte), PE-LLD (Lineares Polyethylen niedriger Dichte), PE-VLD (Polyethylen sehr niedriger Dichte) und FPP (flexibles Polypropylen).



PE sehr niedriger Dichte (PE-VLD)

AGRUFLEX Tunnelbahnen werden aus hoch flexiblem PE-VLD in Stärken von 1,2 mm - 4,2 mm und in Breiten zwischen 2 m und 5 m, wahlweise auch vlieskaschiert, hergestellt. Sie zeichnen sich durch eine hohe Flexibilität, hohe chemische Beständigkeit und Trinkwasserreignung aus. Die weiße Signalschicht erhöht durch die

lichtreflektierenden Eigenschaften nicht nur die Sicherheit im Tunnel, sie bietet auch eine Möglichkeit Beschädigungen einfach optisch zu identifizieren und zu sanieren.

Lesen Sie mehr über AGRU und das breite Produktspektrum auf www.agru.at und besuchen Sie uns auf der STUVA-Expo, 06. - 07. Dez. 2017 in Stuttgart auf unserem Messestand Nr. E141 in Halle 4.

Stuva-Tagung 2017 | Stand No. E 141 | www.agru.at

Bekaert • Maccaferri Underground Solutions



Your global partner for smart fibre reinforcement of your tunnelling and mining project:

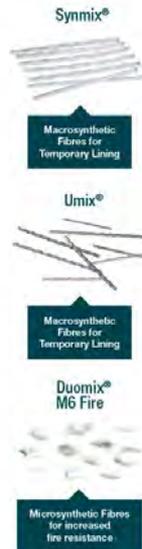
- o Dramix® Steel Fibres for the following applications:
- o Shotcrete initial linings
- o Final linings
- o Shafts
- o Precast segments
- o Cast in-Place linings.

We also have macro and micro-synthetic fibres: Synmix® & Umix® - for temporary support in mining – and Duomix® M6 Fire - to increase the fire resistance of concrete.

Our Fibres:



BEKAERT
MACCAFERRI
UNDERGROUND SOLUTIONS
www.bm-underground.com



Die komplette Abdeckung Ihres Projektes, für jede Anwendung - den richtigen Fasertyp zum richtigen Preis:

- Dramix® 3D: Erstsicherung Spritzbeton
- Dramix® 4D: Ausbau mittels Spritzbeton oder vorfabrizierten Elementen
- Dramix® 5D: Innenausbau aus Ortsbeton
- Synmix® & Umix®: Makro-synthetischen Fasern für die Erstsicherung mittels Spritzbeton im Minenbau
- Duomix® M6 Fire: Mikro-synthetische Fasern: positive Auswirkung auf das Brandverhalten von Beton

Stuva-Tagung 2017 | Stand No. C135 Halle 4 | www.bm-underground.com

Bergmann Maschinenbau GmbH & Co. KG

Speziell für den Tunnelbau hat Bergmann den Tunnel Dumper 5025 entwickelt, der bereits bei zahlreichen Groß-Tunnelprojekten in Deutschland und Europa erfolgreich eingesetzt wird.

Der Bergmann Tunnel Dumper 5025 ist ein echter Zwei-Achschutter Dumper mit Tier 4 Final Motor, einem drehbaren Fahrerstand, einer gefederten Vorderachse sowie Drehknickgelenk. Die ersten Maschinen sind seit 4 Jahren im Dauerbetrieb im Einsatz. Nach wie vor sind die Kunden begeistert von der Leistungsfähigkeit, Sicherheit und Effizienz des Dumpers.

Especially for tunnel projects, Bergmann designed the tunnel Dumper 5025 which has already been operated on several big tunnel sites in Germany and Europe.

The Bergmann tunnel Dumper 5025 is a 2 axle dumper with Tier 4 final engine, a swiveling operator's stand, suspended front axle and articulation.

The first machines have been in operation since 4 years and customers are still enthusiastic about the efficiency, Performance and safety.



Stuva-Tagung 2017 | Stand No. E 135 | www.bergmann-dumper.de

Hölscher Wasserbau GmbH

Die Hölscher Wasserbau GmbH aus Haren im Emsland ist ein international agierendes Familienunternehmen. Von acht deutschen Standorten aus bieten die über 500 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter Dienstleistungen aus den Bereichen Wasserhaltung, Umwelttechnik, Brunnenbau und Grundwassermanagement an. Hierbei kann das mitarbeiterfreundliche Unternehmen Erfahrungen sowohl im Infrastruktur- oder Industriebau als auch in der Energie- und Umwelttechnik aufweisen.

International ist die Unternehmensgruppe vertreten in den Niederlanden, Polen, Großbritannien, Katar, Rumänien, Dänemark, Österreich und Kanada.

Auf bis zu 950 Baustellen ist Hölscher Wasserbau im Jahr tätig, darunter Großprojekte wie „Stuttgart 21“, „Metro Cityringen Kopenhagen“, „OPAL-Pipeline“ oder „Autobahntunnel A2 Maastricht“.



Hölscher Wasserbau GmbH, based in Haren in the Emsland region, is an internationally-active, family-run company. From eight German locations, over 500 employees offer services from the fields of water retention, environmental technology, well construction and groundwater management. The employee-friendly company can boast lots of experience in infrastructure or

industrial construction and in energy and environmental technology. The company is represented in Poland, Netherlands, Great Britain, Qatar, Rumania, Denmark, Austria and Canada.

Hölscher Wasserbau is active on up to 950 construction sites per year, amongst these large-scale projects such as the “Stuttgart 21”, “Metro Cityringen Copenhagen”, the “OPAL pipeline” or the “Autobahntunnel A2 Maastricht” (motorway tunnel).

Stuva-Tagung 2017 | Stand No. D 128 | www.hoelscher-wasserbau.de

Ingenieurbüro Dipl.-Ing. H. Vössing GmbH

Als führendes Ingenieurbüro auf den Gebieten Beratung, Planung, Projektmanagement und Bauüberwachung realisiert Vössing seit über 35 Jahren Infrastrukturprojekte jeder Größenordnung.

Die Leistungen im Geschäftsfeld Tunnel erstrecken sich von der Objekt- und Tragwerksplanung bis zur Bauüberwachung und von der gutachterlichen Beratung bis zum Projektmanagement für unterirdische Hohlraumwerke aller Art.

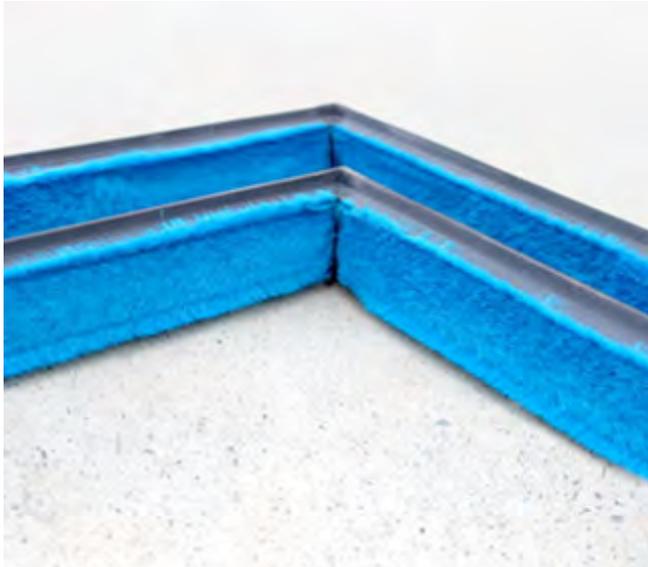
As a leading engineering agency in consulting, planning, project management and construction supervision, Vössing has realized infrastructure projects of all sizes for more than 35 years.

The services in the tunnel business reach from object and structure planning to construction supervision and from expert consulting to project management for underground cavity buildings of all kinds.



Stuva-Tagung 2017 | Stand No. B 102 | www.voessing.de

Dätwyler Sealing Technologies Deutschland GmbH



Dätwyler Sealing Technologies Deutschland GmbH steht für Erfahrung, Innovation und Sicherheit im Tunnelbau. Als Weltmarktführer haben wir bereits über 650 Tunnelprojekte weltweit mit unseren Dichtungslösungen beliefert. Egal ob geklebte, verankerte, kombinierte oder faserverankerte Dichtungen - wir begleiten unsere Kunden von der ersten Idee bis zur finalen Auslieferung. Durch unser weltweites Agentennetz sind wir jederzeit ansprechbar und nah beim Kunden.

Datwyler Sealing Technologies Deutschland GmbH stands for experience, innovation and safety in tunnel construction. As a world market leader, we have already supplied over 650 tunneling projects worldwide with our sealing solutions. Whatever glued, anchored, combined or fiber anchored seals - we accompany our customers from the first idea to the final delivery. Through our global network of agents, we are always addressable and close to the customer.

Stuva-Tagung 2017 | Stand No. D 141 | <http://sealing.datwyler.com/de/industry-solutions/civil-engineering/tunneling.html>

Implenia denkt und baut fürs Leben. Gern.

Implenia ist die anerkannte Expertin für anspruchsvolle Untertagebauten. Im Laufe einer 100-jährigen Tradition haben wir uns vor allem mit Verkehrstunnels und im Kraftwerkbau eine einzigartige Kompetenz und Erfahrung angeeignet. Davon zeugen zahlreiche Projekte, die in die Baugeschichte eingingen. Dazu gehört etwa der weltweit längste Eisenbahntunnel, der Gotthard-Basistunnel. Aktuell sind wir u.a. am Semmering, Bözberg und in Wendlingen mit maschinellen und konventionellen Vortrieben tätig.

Im Zentrum unserer Bestrebungen steht die nachhaltige Wirtschaftlichkeit der Kundenlösung mit dem Blick auf Kosten, Termine, Qualität und Funktionalität. Hierzu kombinieren wir bewährte Fähigkeiten mit Innovationsgeist und modernsten Prozessen und Technologien (wie z.B. BIM und Digitalisierung).



Implenia denkt und baut fürs Leben. Gern.

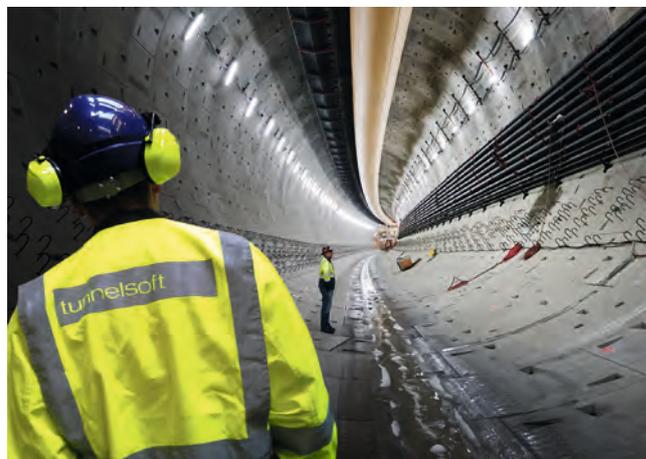
www.implenia.com

Stuva-Tagung 2017 | Stand No. B 116 | www.implenia.com

Babendererde Engineers and TPC tunnelsoft

Babendererde Engineers specializes in mechanized tunneling and underground storage construction. The world-wide services range from project development and design to construction management and practical work process optimization. Another successful service being offered is hands-on troubleshooting on-site for TBMs in difficult situations. For water and gas storage, Babendererde Engineers joins forces with project developers and construction companies.

TPC tunnelsoft, the software branch, supports the tunneling industry with specialized software for technical data management and visualization on tunnel projects. Its unique flexibility, combined with powerful automatic reporting and notification tools, makes it the leading solution in the market. TPC has successful references all over the world.



Stuva-Tagung 2017 | Stand No. C 111 | www.babeng.com; www.tunnelsoft.com

SIEMENS
Ingenuity for life

Besser als Berge versetzen

Tunnelautomatisierung mit System –
intelligent und hochverfügbar

Unsere Hard- und Software für Automatisierungslösungen unterstützt Sie in allen Phasen – von der Planung bis zur sicheren Fahrt durch den Tunnel. Sparen Sie Zeit durch die Automatisierung von Engineering-Aufgaben und nutzen Sie die neuen Möglichkeiten der virtuellen Inbetriebnahme mit dem digitalen Zwilling. Damit sind Sie bestens für steigendes Verkehrsaufkommen und wachsende Sicherheitsanforderungen im Tunnel gerüstet.

siemens.com/tunnelautomation-stuva

Halle 4
Stand C150

Bauernfeind GmbH



Die Firma Bauernfeind bietet Ihnen ein optimal aufeinander abgestimmtes System aus Rohren, Dränagen, Formstücken und Schächten in höchster Qualität für den Bahn- und Tunnelbau, Straßen- und Autobahnbau usw.

Die Firma Bauernfeind produziert das PP-MEGA-Rohr und Drän (Polypropylen Doppelverbund-Wellrohre) in den Durchmessern 100 – 1200 mm in SN8, SN12 und SN16. Das PP-MEGA-Rohr SN12 und SN16 wird mit einer verstärkten Innenwand von 3 bzw. 4 mm produziert. Durch die dickere Verschleißschicht hält das Rohr auch starken Belastungen durch Geröll, Schotter, Sand, usw. länger stand und erreicht auch bei geringerer Überschüttung eine hohe Stabilität. Das ÖNORM EN 1852-1 zertifizierte PP-GLATT-Rohr oder Drän ist ein einschichtiges Vollwandrohr aus Polypropylen. Dieses Rohr und die dazugehörigen Formstücke entsprechen den ÖVBB-Richtlinien „Tunnelentwässerung“.

PP-MEGA und PP-GLATT-Dränagen sind mit individueller Schlitzlänge, –breite und –verteilung erhältlich. Diese werden mit einem Stabfräser nach Wunsch geschlitzt.

Wir haben uns darauf spezialisiert individuell für Kunden angepasste Formstücke, Spül-schächte, Dücker und so weiter zu fertigen.

Durch unsere Zusammenarbeit mit der Firma Tunnelratte können Sie bei uns auf kompetente Beratung und jahrelange Erfahrung zählen.

Stuva-Tagung 2017 | Stand No. A 104 | www.bauernfeind.at

ITC SA – Booth N° A130

Die Firma ITC SA, im Herzen der Alpen in Martigny (Schweiz) liegend, ist mit der Entwicklung und Vertrieb von Spezialtunnelmaschinen beschäftigt. Unsere Einsatzgebiete sind Strassen-, Autobahnen-, Eisenbahnen- und U-Bahn Tunnels, Tunnel für hydroelektrische Kraftwerke und Kanalisationen sowie Strecken und Gewinnung für den Bergbau. Mit über 500 in der ganzen Welt tätigen Maschinen, wurde der Raupenbagger ein großer Erfolg, vor allem aufgrund seiner hervorragenden Leistung und einem sich ständig weiterentwickelnden Konzept. Die Stärke unseres Unternehmens ist die weitreichende überwiegend internationale Erfahrung in der Entwicklung neuer Produkte entsprechend auf den Baustellenbedarf jedes einzelnen Kunden angepasst. Ob in Tunneln, in Bergwerken oder auf Schienen, das ITC-Team ist bereit den nächsten Herausforderungen zu begegnen.



ITC SA, located in the heart of the Alps in Martigny, Switzerland, is a tunnelling equipment designer and supplier. Its application areas are roadway, highway, railway and subway tunnels, and tunnels for hydroelectric schemes, tunnels for sewers as well as tunnels for mining.

Starting in 1971, ITC SA has been selling mining and tunnelling equipment to construction yards

all over the world.

With over 500 machines operating throughout the world, the crawler excavator became a tremendous success, mainly due to an outstanding performance and an ever-evolving concept.

The company's strength is the vast wealth of international experience in tailoring its product to match each customer's specific job-site requirement. Whether in tunnels, in mines or on rails, the ITC team is ready to meet the next challenges.

Stuva-Tagung 2017 | Stand No. A 130 | www.itcsa.com

PORR



Tunnelling is one of the most demanding disciplines in construction engineering and also happens to be one of PORR's core competencies. Underground construction requires specialist expertise, innovation, flexibility, and a talent for technological solutions. In addition to the priority of conserving the environment and resources, key factors for PORR include occupational health and safety and quality. As a reliable partner we have a strong track record with our technical expertise in every common tunnelling method (gripper TBM, open shield, EPB and hydro shield) as well as with cross sections from 6 to 13 metres.

Stuva-Tagung 2017 | Stand No. D121 | porr-group.com

GEODATA Monitoring & Surveying Group

GEODATA is an independent, leading company for geotechnical monitoring and surveying for tunneling that has acquired a high level of expertise as a supplier and service provider for numerous major construction projects worldwide for 30 years. Its spectrum of services for geotechnics ranges from instrumentation and automated measuring systems to data collection and the execution of measurement up to data management and visualization. For the latter, the software package KRONOS serves as a highly efficient tool for projects

of all sizes. GEODATA also offers entire systems for guidance of TBMs and road headers, motor laser systems for conventional heading and profile control. The performance of networks and control surveying, including gyroscopic measurements, completes our service for tunnel construction.



© OEGB

Stuva-Tagung 2017 | Stand No. E123 | www.geodata.com

H+E Logistik GmbH

Die kurvengängigen, verlängerbaren Förderbandanlagen von H+E Logistik sorgen beim Tunnel- bzw. Sprengvortrieb für den zuverlässigen Abraum-Transport.

H+E Logistik ist ein eigenständig agierendes Beteiligungsunternehmen der Herrenknecht AG. Die Einbindung in das Gesamtproduktportfolio und Konzernressourcen machen H+E zu einem starken und verlässlichen Partner für Kunden weltweit.

The curve going, extendible conveyor systems by H+E Logistik are a perfect solution for material transport during mechanized or conventional tunnelling operations.

H+E is an independent operating affiliated company of Herrenknecht AG. The integration into the entire portfolio and corporate resources makes H+E a strong and reliable partner for customers worldwide.



Stuva-Tagung 2017 | Halle 4 Stand No. B 146 | www.helogistik.de

Hodapp



Die Firma Hodapp GmbH & Co.KG aus Achern (D) bietet seit 25 Jahren die besten Sicherheitstüren- und Tore aus Stahl/Edelstahl für Eisenbahn-, Straßen- und Metrotunnel. Für höchste Anforderungen in Tunnelbauwerken wie erhöhte Druck-/Sogbelastung, Feuer-, Rauch-, Schall-, Einbruchschutz oder Panik-/Schleusenfunktion bis zu elektrischen Tor-Antrieben haben sie die richtigen Lösungen.

The company Hodapp GmbH & Co. KG, located in Achern (D) has been producing the most secure steel and stainless steel doors for metro, rail and road tunnels for more than 25 years. It has the perfect solutions for the highest requirements in tunnel constructions such as suction and pressure loads, fire, smoke, sound and burglary protection, as well as panic/air lock function and electric drives.

HODAPP
Türen und Tore, auf die es ankommt.

Stuva-Tagung 2017 | Stand No. A 123 | www.hodapp.de



ELKUCH GROUP

Elkuch Group



Gliederschleibetür für Querschläge im Gotthard Basistunnel

Die Elkuch Group gehört zu den führenden Lieferanten von anspruchsvollen und hochwertigen Tunnelort Systemen und Lösungen. Über 50 Jahre Erfahrung in der Entwicklung von Industrie- und Brandschutzoren inkl. Steuerungen bildet die Grundlage für die Elkuch Tür- und Torsysteme. Die Elkuch Produkte und Lösungen erfüllen höchste Anforderungen im Eisenbahn-, Straßen- und



Spurwechseltor im Lötschberg und Gotthard Basistunnel

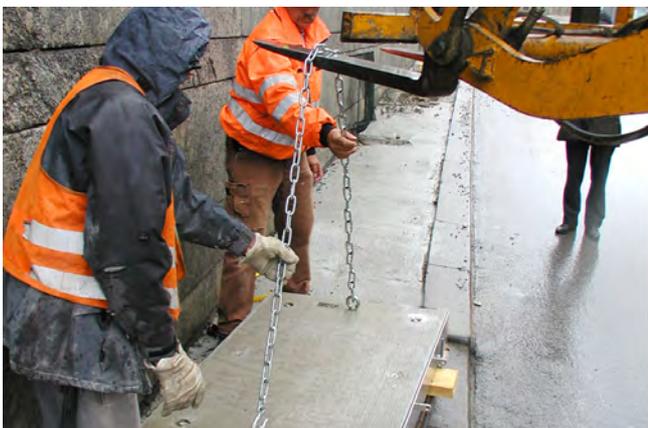
Metrotunnelbau, sowie im Kraftwerksbau. Die Dienstleistungen umfassen die Planung und Entwicklung von Tunnelortsystemen, Projektentwicklung (EPC), Produktion und Wartungen. Die bewährten Elkuch Lösungen umfassen: Querschlagtore, Spurwechseltore, Nothaltestellentore, Kavernentore, Portaltore, Schleusentore, Mobile Tore, Tür und Tore für Technikräume, Sondertor Lösungen.

Stuva-Tagung 2017 | Halle 4 Stand No. E 112 | www.elkuch.com

Langmatz GmbH

Die Langmatz GmbH ist ein international tätiges, innovatives Industrieunternehmen mit Sitz in Garmisch-Partenkirchen. Die 1963 gegründete Firma ist auf die Kunststoff- und die Metallverarbeitung spezialisiert und Infrastrukturanbieter für Energietechnik, Telekommunikation und Verkehrstechnik. Bei den von Langmatz speziell für den Tunnelbau entwickelten Produkten stehen Langlegigkeit und Sicherheit im Fokus. Für Neubau und Sanierungs-

maßnahmen bietet das Unternehmen Kabelschachtabdeckungen und Spülschachtabdeckungen für den Einsatz in Straßen- und Bahntunnel, SOS-/Notruftaster für die Belange von Behinderten sowie Kabelschächte aus Kunststoff für die Zuführung in den Tunnel. Die Tunnelschachtabdeckungen sind in diversen Größen verfügbar, einfach einzubauen und erfüllen alle Brandschutz- und Sicherheitsanforderungen.



Stuva-Tagung 2017 | Stand No. A 120 | www.langmatz.de

ITA-Jahrestagung und World Tunnel Congress 2017 in Bergen

Mehr als 1500 Tunnelbauer aus 52 Ländern trafen sich vom 9. bis 14. Juni 2017 in Bergen, Norwegen. Anlass war die 43. Jahrestagung der ITA (International Tunnelling and Underground Space Association) in Verbindung mit dem World Tunnel Congress (WTC) 2017.

ITA Annual Meeting and World Tunnel Congress 2017 in Bergen

More than 1500 tunnellers from 52 countries met in Bergen, Norway, from June 9 to 14, 2017. The occasion was the 43rd Annual Meeting of the ITA (International Tunnelling and Underground Space Association) in conjunction with the 2017 World Tunnel Congress (WTC).

Dr.-Ing. Roland Leucker, Geschäftsführer der STUVA, Studiengesellschaft für Tunnel und Verkehrsanlagen e. V./
CEO of the STUVA, the Research Association for Tunnels and Transportation Facilities Inc., Köln/Cologne, Deutschland/Germany;
Geschäftsführer des DAUB, Deutscher Ausschuss für unterirdisches Bauen/
CEO of the DAUB, German Tunnelling Committee, Köln/Cologne, Deutschland/Germany

Der vom norwegischen Tunnelbaukomitee NFF (Norwegian Tunneling Society) in Zusammenarbeit mit der ITA organisierte Tunnelkongress trug das Tagungsmotto „Oberirdische Herausforderungen – Unterirdische Lösungen“. Von den 74 ITA-Mitgliedsländern waren 52 in Bergen vertreten. Mit 70 % lag der Anteil der vertretenen Länder damit rund 8 % niedriger als im letzten Jahr in den USA (siehe Infokasten auf Seite 53).

1 World Tunnel Congress 2017

Das Haupttagungsprogramm des Kongresses umfasste 15 thematische Schwerpunkte:

1. Tunnelbau im städtischen Umfeld
2. Maschinelles Tunnelbau im Hartgestein
3. Innovationen im Bohr- und Sprengvortrieb
4. Tunnelbau für die Energieerzeugung und für den Umweltschutz
5. ITATECH: Innovationen im Bohr- und Sprengvortrieb sowie Weiterentwicklungen in der Felssicherung*
6. ITACUS: Think Deep – Hin zu einer städtischen unterirdischen Zukunft*
7. ITA-COSUF: Neue Sicherheitsanforderungen für den Betrieb unterirdischer Anlagen*
8. Tunnelbau in schwierigen Baugrundverhältnissen
9. Fallstudien und Erfahrungen
10. Maschinelles Tunnelbau in Lockerböden und in gemischten Baugrundverhältnissen
11. Felssicherung und Abdichtungstechniken
12. Standortuntersuchung und geologische Erkundung
13. Unterwassertunnel
14. Standsicherheitsuntersuchungen und Risikominderung
15. Erdbebensichere Bemessung von unterirdischen Anlagen

* diese Themenblöcke wurden von den jeweiligen Komitees gestaltet und moderiert

The Tunnel Congress organised by the NFF (Norwegian Tunneling Society) in collaboration with the ITA bore the slogan "Surface Challenges – Underground Solutions". 52 of the 74 ITA member nations were present in Bergen. This meant that the 70 % attendance figure registered was 8 % lower than last year in the USA (see info box on page 53).

1 2017 World Tunnel Congress

The Congress's main programme was devoted to 15 topics:

1. Urban tunnelling
2. Mechanized tunnelling in hard rock conditions
3. Innovations in drill & blast tunnelling
4. Tunnelling for energy and environmental purposes
5. ITATECH: Innovations in drill, blast and rock support*
6. ITACUS: Think deep continued –towards an urban underground future*
7. ITA-COSUF: New security challenges for design and operation*
8. Tunnelling in adverse ground conditions
9. Case histories, lessons learned
10. Mechanized tunnelling in soft and mixed ground conditions
11. Rock support and water proofing technology
12. Site investigation, ground characterization
13. Underwater tunnels
14. Stability assessment and risk mitigation
15. Seismic design of underground structures

The three committees ITATECH, ITACUS and ITA-COSUF were integrated seamlessly in the WTC programme with their own blocks. Thus ITATECH contributed innovations in drill + blast tunnelling as well as for securing rock. Under the caption "Think Deep" ITACUS

*These blocks of topics were drawn up and presented by the responsible committees

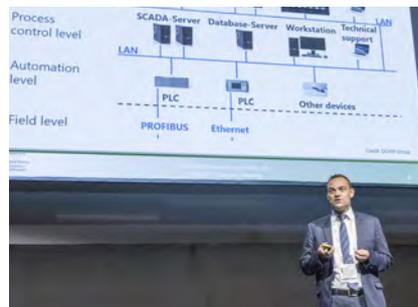


Quelle/credit (3): Marvin Klostermeier

- 1 Im Kongresszentrum „Grieghallen“ im norwegischen Bergen trafen sich Mitte Juni 1500 Tunnelbauer zum WTC 2017
In mid-June 1500 tunnellers got together for the 2017 WTC in the “Grieghallen” in Bergen, Norway



- 2 Die gelungene Eröffnungsveranstaltung wurde eingrahmt mit klassischer Musik des norwegischen Komponisten Edvard Grieg
The successful opening event was accompanied by classical music by the Norwegian composer Edvard Grieg



- 3 Im COSUF-Workshop berichtet Dr. Christian Thienert über neueste Erkenntnisse aus dem Projekt „Cyber-Safe“
Dr. Christian Thienert dealt with the latest recognitions from the “Cyber Safe” project at the COSUF Workshop

Quelle/credit: Roland Leucker



- 4 Baustellenbesichtigung im Ulrikentunnel
Site visit in the Ulriken Tunnel

**ITA-Mitgliedsländer vertreten auf der Vollversammlung:
ITA Member Nations present or represented at the General Assembly:**

Argentina, Australia, Austria, Azerbaijan, Belgium, Bhutan, Bolivia, Brazil, Canada, Chile, China, Colombia, Croatia, Czech Republic, Denmark, Ecuador, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, India, Iran, Iceland, Italy, Japan, Malaysia, Mexico, Montenegro, Myanmar, Nepal, Nigeria*, Norway, The Netherlands, Poland, Portugal, Qatar, Republic of Korea, Romania, Russia, Singapore, South Africa, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Thailand, Turkey, United Arab Emirates, United Kingdom, United States of America, Vietnam

*neues Mitglied ab 2017/new member since 2017

**ITA-Mitgliedsländer nicht vertreten auf der Vollversammlung:
ITA Member Nations not present at the General Assembly:**

Algeria, Belarus, Bosnia-Herzegovina, Bulgaria, Cambodia, Costa Rica, Egypt, Guatemala, Indonesia, Israel, Kazakhstan, Lao PDR, Lesotho, Macedonia (FYROM), Morocco, Panama, Peru, Saudi Arabia, Serbia, Slovakia, Ukraine, Venezuela



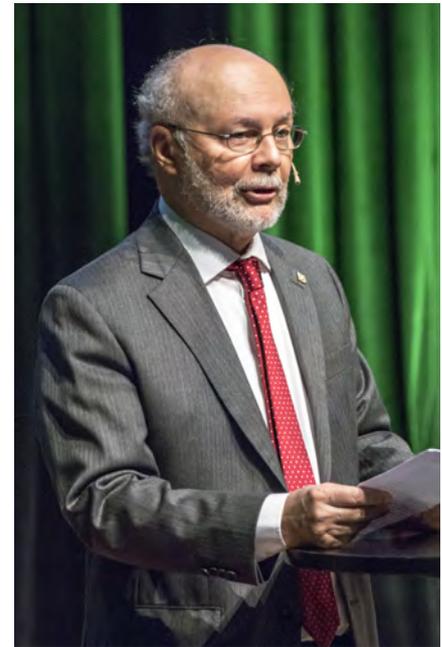
5 Arne Hjeltnes moderierte die Eröffnungsveranstaltung

Arne Hjeltnes presented the opening event



6 Frode Nilsen, Vorsitzender des norwegischen Tunnelbaukomitees, begrüßt die Anwesenden

Frode Nilsen, chairman of the Norwegian Tunnelling Society, welcomed the participants



7 Tarcísio B. Celestino, Präsident der ITA, eröffnet den Kongress

Tarcísio B. Celestino, president of the ITA, opened the congress

Quelle/Credit (3): Roland Leucker

Die drei Komitees ITATECH, ITACUS und ITA-COSUF waren jeweils mit eigenen Blöcken nahtlos in das WTC-Programm integriert. So wurden von ITATECH Innovationen im Bohr- und Sprengvortrieb sowie der Felsicherung thematisiert. ITACUS setzte unter dem Titel „Think Deep“ die bereits in den letzten Jahren gestarteten Überlegungen zu einer städtischen unterirdischen Zukunft fort. Und ITA-COSUF beleuchtete schließlich, welche neuen Sicherheitsanforderungen für den Betrieb unterirdischer Anlagen aus den aktuellen terroristischen Bedrohungen resultieren (**Bild 3**). Die 120 Vorträge des Hauptprogramms wurden in vier parallelen Sitzungen präsentiert; daneben gab es zeitgleich 200 Posterpräsentationen, in denen die Beiträge durch Erläuterungen eines Posters den Interessierten individuell nähergebracht wurden. Die Langfassungen aller Vorträge und Posterpräsentationen sind im digitalen Tagungsband zum World Tunnel Congress veröffentlicht. Ähnlich wie in den vorangegangenen Jahren fanden neben den „technischen Sitzungen“ noch Komitee- und Arbeitsgruppensitzungen statt. Darüber hinaus wurden in diesem Jahr erstmals zeitgleich an den Nachmittagen der drei Kongresstage auch Baustellenbesichtigungen (**Bild 4**) angeboten.

In der begleitenden Fachausstellung haben 120 Unternehmen ihre Produkte und Dienstleistungen in einer „zweckentfremdeten“ Tiefgarage und in einem großen Zelt präsentiert.

ITA-Trainingskurs

Wie in den Vorjahren, fand auch in diesem Jahr im Vorlauf zum Kongress – am 9. und 10. Juni 2017 an der Universität Bergen – ein spezieller ITA-Trainingskurs statt, der vom norwegischen Tunnelbaukomitee, dem Committee on Education and Training

followed up on deliberations on the underground future of cities, which have been under discussion for several years now. And finally ITA-COSUF contemplated the new demands on security for operating underground facilities resulting from ongoing threats posed by terrorists (**Fig. 3**).

The 120 papers contained in the main programme were presented at four parallel sessions; in addition 200 poster presentations took place alongside, in which the contributions were put across to interested parties through explaining a poster. The long versions of all lectures and poster presentations have been published in the digital World Tunnel Congress Proceedings.

In similar fashion to previous years, Committee and Working Group sessions took place in addition to the “technical sessions”. Furthermore, site visits were offered for the first time (**Fig. 4**) during the afternoons on the three congress days. At the accompanying trade exhibition 120 companies presented their products and services in a converted underground garage and a large marquee.

ITA Training Course

As in previous occasions a special training course was held this year during the run-up to the Congress at the University of Bergen on June 9 and 10, 2017. It was jointly organised by the Norwegian Tunnelling Society, the Committee on Education and Training (ITACET) and the ITACET Foundation. The course intended for young professionals bore the title “Excavation and Support in soft Ground Conditions”.

A total of 55 participants took advantage of the opportunity offered on the two days to extend their knowledge of the above-mentioned topics.

(ITACET) und der ITACET-Stiftung gemeinsam organisiert worden war. Der an junge Berufstätige gerichtete Kurs trug den Titel „Tunnelbau im Lockergestein“. Insgesamt 55 Teilnehmer nutzten an den beiden Tagen die Gelegenheit, ihr Wissen über die vorgeannten Themen zu vertiefen.

In dem Kurs berichteten international anerkannte Fachleuten aus dem akademischen und unternehmerischen Umfeld in rund 25 Vorträgen über die verschiedenen Aspekte beim konventionellen und maschinellen Tunnelbau im Lockergestein. Angefangen bei einer Betrachtung der historischen Aspekte, wurde zunächst auf Geologie und auf Bodenverbesserungsmethoden, wie Düsenstahlverfahren und Vereisung, sowie auf den Einsatz von Rohrschirmen eingegangen. Die Einzelthemen umfassten ferner die Wahl der Vortriebsmethode bzw. -maschine, Fallstudien, spezielle Herausforderungen im städtischen Umfeld, Setzungskontrolle und Bodenconditionierung bei Erddruckschilden, Festlegung der wichtigsten Entwurfsparameter sowie die neuesten technischen Entwicklungen. Zum Schluss stellte ITA-Präsident Tarcísio B. Celestino die Umweltfreundlichkeit des Tunnelbaus heraus: Auch wenn hin und wieder gegenteilige Anmerkungen gemacht werden – langfristig gesehen ist der CO₂-Fußabdruck bei sehr vielen Tunnelbauprojekten deutlich niedriger als bei den untersuchten Alternativen.

At the course, internationally recognised experts with academic and entrepreneurial backgrounds dealt with the various aspects of conventional and mechanized tunnelling in soft ground. Starting off with contemplating the historical aspects, first of all geology and soil conditioning methods such as jet grouting and ground freezing as well as the application of pipe umbrellas were examined. The individual topics went on to embrace the choice of tunnelling method/machine, case studies, special challenges in an urban environment, controlling subsidence and soil conditioning in the case of EPB machines, establishing the most essential design parameters as well as the latest technical developments. To wind things up, ITA president Tarcísio B. Celestino emphasized that tunnelling is environmentally friendly: although the opposite may be maintained from time to time – seen in the long term, the CO₂ footprint caused by many tunnelling projects is substantially lower than the alternatives looked into.

Opening

The opening event on the Monday was chaired by Arne Hjeltnes, known to many Norwegians as a humorist, poet, programme director and writer from radio and TV. He grew up near Bergen, studied economics at the Norwegian Business School and is famous for his love of food, history and mysterious tales. He presented the event with a great deal of humour and self-deprecation and gave his angle on how tunnelling has developed in Norway (**Fig. 5**).



8 Der norwegische Kronprinz Haakon Magnus (Mitte) beim Besuch der WTC-Ausstellung
The Norwegian Crown Prince Haaken Magnus (centre) visiting the WTC exhibition



9 Tom-Christer Nilsen, Staatssekretär im Verkehrsministerium, erläutert die Bedeutung des Tunnelbaus für Norwegen

Tom-Christer Nilsen, under-secretary in the Ministry of Transport, dealt with the importance of tunnelling for Norway



10 Professor Håkan Stille hat die diesjährige Muir-Wood Lecture gehalten

Professor Håkan Stille presented this year's Muir-Wood Lecture



11 Professor Nuh Bilgin berichtete über drei TVM-Vortriebe in Istanbul

Professor Nuh Bilgin reported on the three TBM drives in Istanbul



12 Dr. Nick Barton referierte über die besonderen Eigenschaften des Tunnel-Baumaterials „Fels“

Dr. Nick Barton delivered a paper on the special characteristics of the tunnel construction material "rock"

Quelle/credit (5): Roland Leucker

Eröffnung

Die Eröffnungsveranstaltung am Montag wurde von Arne Hjeltnes moderiert, der vielen Norwegern als Humorist, Dichter, Programmleiter und Schriftsteller aus Funk und Fernsehen bekannt ist. Er wuchs in der Nähe von Bergen auf, studierte Wirtschaft an der Norwegian Business School und ist berühmt für seine Liebe zum Essen, zur Geschichte und zu geheimnisvollen Erzählungen. Er führte mit amüsanter Heiterkeit und einem gewissen Maß an Selbstironie humorvoll durch die Veranstaltung und berichtete über seine Sicht auf die Entwicklung des Tunnelbaus in Norwegen (**Bild 5**).

Neben der Willkommensansprache von Frode Nilsen (**Bild 6**), Vorsitzender des norwegischen Tunnelbaukomitees, und Grußworten von ITA-Präsident Celestino (**Bild 7**), war die Begrüßung durch den norwegischen Kronprinzen Haakon Magnus (**Bild 8**) sicherlich der Höhepunkt des Morgens. Magnus freute sich über die vielen internationalen Tunnelbauer und betonte in seiner Ansprache, wie wichtig der Tunnelbau für Norwegen ist. Dem pflichtete Tom-Christer Nilsen, Staatssekretär im Verkehrsministerium (**Bild 9**), in seiner daran anschließenden Rede bei. Eingerahmt wurde die Eröffnung mit klassischer Musik von Edvard Grieg, norwegischer Pianist und Komponist der Romantik, der 1843 in Bergen geboren wurde, und nach dem das Kultur- und Konferenzzentrum „Grieghallen“, in dem der WTC stattfand, benannt wurde.

Anschließend wurde der achte Vortrag zu Gedenken von Sir Alan Muir-Wood gehalten. In dieser „Muir-Wood Lecture“ trug Håkan Stille (**Bild 10**), emeritierter Professor der Boden- und Felsmechanik der Königlich Technischen Hochschule (KTH, Royal Institute of Technology), Stockholm, Schweden, über „Geologische Unsicherheiten im Tunnelbau – Risikobewertung und Qualitätssicherung“

In addition to the welcoming address by Frode Nilsen (**Fig. 6**), the chairman of the Norwegian Tunnelling Society, and words of welcome by ITA president Celestino (**Fig. 7**), the morning's highlight was undoubtedly the speech given by the Norwegian Crown Prince Haakon Magnus (**Fig. 8**). Magnus expressed his delight at the presence of so many international tunnellers and stressed in his address just how important tunnelling actually is for Norway. This view was backed up by Tom-Christer Nilson, under-secretary in the Norwegian Ministry of Transport (**Fig. 9**), in his speech that followed. The opening ceremony was enhanced by classical music by Edvard Grieg, the Norwegian pianist and romantic composer, who was born in Bergen in 1843. The Culture and Conference Centre, where the WTC was held, is named in his honour.

Subsequently the eighth lecture held in memory of Sir Alan Muir-Wood was presented. In this Muir-Wood Lecture, Håkan Stille (**Fig. 10**), professor emeritus for ground and rock mechanics at the Royal Institute of Technology (KTH), Stockholm, Sweden, presented a paper on "Geological Uncertainties in Tunnelling – Risk Assessment and Quality Assurance". The printed version is available as a download on the ITA website.

In this connection, it is worth noting that Professor Dr. Edward J. Cording, emeritus of the University of Illinois in Urbana-Champaign (USA), has been selected by the ITA Executive Council to present the next Muir-Wood Lecture at the 2018 WTC in Dubai.

During the further course of the opening event selected contributions from the Congress Programme were delivered: Professor Nuh Bilgin, Istanbul Technical University (Turkey, **Fig. 11**), reported on "The Factors affecting the Performance of three different TBMs in a complex Geology in Istanbul". Dr. Nick Barton (Norway, **Fig. 12**) described the special characteristics of rock in "Rock as the Construction Material for Tunnels" and Øyvind Engelstad (**Fig. 13**),

vor. Die Schriftfassung des Vortrags steht auf der Webseite der ITA zum Download zur Verfügung.

In diesem Zusammenhang ist zu berichten, dass Professor Dr. Edward J. Cording, Emeritus der Universität von Illinois in Urbana-Champaign (USA), vom ITA-Vorstand ausgewählt wurde, die nächste Muir-Wood-Lecture auf dem WTC 2018 in Dubai zu halten.

Im weiteren Verlauf der Eröffnungsveranstaltung wurden ausgewählte Beiträge aus dem Kongressprogramm vorgetragen: Professor Nuh Bilgin, Technische Universität Istanbul (Türkei, **Bild 11**), berichtete über die Vortriebsleistung beeinflussende Faktoren bei drei TVM-Vortrieben in der komplexen Geologie von Istanbul; Dr. Nick Barton (Norwegen, **Bild 12**) schilderte die besonderen Eigenschaften des Tunnel-Baumaterials „Fels“, und Øyvind Engelstad (**Bild 13**), Vorstandsmitglied des norwegischen Tunnelbaukomitees, legte mit beeindruckenden Bildern die Nutzung des unterirdischen Raums in Norwegen dar.

Öffentliche Fachsitzung

Zu Beginn der öffentlichen Fachsitzung der ITA am Dienstag wurden zwei im vergangenen Jahr von Arbeitsgruppen fertiggestellte neue Berichte einem größeren Publikum vorgestellt:

- Leitfaden für baulichen Brandschutz in Straßentunneln (Arbeitsgruppe 6; Originaltitel: „Structural Fire Protection for Road Tunnels“); dieser Bericht stellt eine Aktualisierung des in 2004 veröffentlichten Leitfadens der Arbeitsgruppe dar
- Empfehlungen für maschinelle Vortriebe von langen und tiefen Tunneln in schwierigen Baugrundverhältnissen (Arbeitsgruppe 17; Originaltitel: „TBM Excavation of Long and Deep Tunnels under Difficult Rock Conditions“)

Im Anschluss daran fanden zwei Podiumsdiskussionen zum Thema „Große Infrastrukturprojekte: Neue unterirdische Lösungen und öffentliche Akzeptanz“ statt. Dazu gaben die Podiumsteilnehmer zunächst jeweils einen

board member of the Norwegian Tunnelling Society, honed in on “Norway seen from the inside Perspectives on the innovative Way of Developing Underground Space in Norway”.

Open Session

At the start of the ITA Open Session on the Tuesday, two of the new reports completed by the Working Groups (WGs) during the last year were presented to a wider public:

- “Structural Fire Protection for Road Tunnels” (Working Group 6). This report provides an update for the guidelines published by the WG back in 2004
- “TBM Excavation of long and deep Tunnels under difficult Rock Conditions” (WG 17)

Two podium discussions then took place on “Rethinking major Infrastructure Projects: a new Look at Underground Solutions and

Public Acceptance”. In this connection, each of the podium participants first delivered an introductory paper. The following individual topics were presented:

- “The Public Acceptance Issue for the new European Railway Connection between Italy and France, Lyon–Turin”, Alain Chabert, deputy CEO TELT (Tunnel EuroAlpin Lyon Turin)
- “Biggest Investment in the Faroe Islands ever, Subsea Tunnelling in the Faroe Islands”, Teitur Samuelsen: CEO of the P/F Exstur og Sandoyartunlar Infrastructure Company
- “Experience from the Deutsche Bahn”, Heinz Ehrbar, Deutsche Bahn AG

Following these introductory papers the topic of „How to get Acceptance for important major Projects?“ was discussed, with Jean-Christophe Giesbert in the chair.

In the second half of the event the following introductory papers were then delivered:

- “Environmental Planning, tailor-made Mitigations and Communication as important Project Tools for



13 Øyvind Engelstad zeigte Beispiele für die Nutzung des unterirdischen Raums in Norwegen

Øyvind Engelstad provided examples of how underground spaces are utilised in Norway

Einleitungsvortrag. Im Einzelnen wurden folgende Themen präsentiert:

- Öffentliche Akzeptanz der neuen europäischen Eisenbahnverbindung zwischen Italien und Frankreich, Lyon–Turin, Alain Chabert, Deputy CEO TELT (Tunnel EuroAlpin Lyon Turin)
- Die bisher größte Investition in die Infrastruktur: Unterwassertunnel auf den Färöer Inseln, Teitur Samuelsen: CEO der Infrastrukturgesellschaft P/F Eystur og Sandoyartunlar
- Erfahrungen der Deutschen Bahn, Heinz Ehrbar, Deutsche Bahn AG

Nach dieser Einleitung wurde unter Moderation von Jean-Christophe Giesbert das Thema „Wie kann die Akzeptanz für wichtige Großprojekte verbessert werden?“ diskutiert.

Im zweiten Teil der Veranstaltung wurden dann folgende Einführungsvorträge gegeben:

- Umweltgerechte Planungen und maßgeschneiderte Kommunikation als wichtige Projektinstrumente für die öffentliche Akzeptanz, Anne Kathrine Kalager, Project Manager Bane Nor
- Erfahrungen bei der Entsorgung von radioaktiven Abfällen in Korea, Seunghyun Lee, Manager Engineering, KORAD (Korea Radioactive Waste Agency)
- Second Avenue Subway New York: Entscheidungen zur Umsetzung der sozialen, technischen, politischen und kommerziellen Vorteile, Brian Fulcher, Former Construction Operations Manager

In der anschließenden Diskussion ging es um darum, ob das Tunnelbauverfahren die Akzeptanz in der Öffentlichkeit verbessern kann. Im Ergebnis waren sich die Fachleute einig: Es ist extrem wichtig, die Öffentlichkeit frühzeitig in die Planung einzubinden, ihr die Vorteile des Projekts darzustellen sowie die Umweltaspekte zu verdeutlichen. Darüber hinaus zeigen die vorgestellten Projekte – wie etwa die Erweiterung der U-Bahnstation neben dem Nationaltheater in Oslo und die Second Avenue U-Bahn in New York –, dass die Anwohner nicht mehr ohne Weiteres bereit sind, Störungen in Form von Lärm, Erschütterungen oder Staub zu akzeptieren. Darauf sollte bereits in frühen Planungsphasen



14 Nigeria ist neues Mitgliedsland in der ITA: Abidemi Agwor (links), Präsident der Tunnelling Association Nigeria, nimmt die Beitrittsurkunde von Tarcísio Celestino entgegen

Nigeria is a new member nation of the ITA: Abidemi Agwor (on the left), president of the Nigerian Tunnelling Association, accepts the instrument of accession from Tarcísio Celestino

Quelle/Credit (2): Roland Leucker

Public Understanding“, Anne Kathrine Kalager, project manager Bane Nor

- “Experience of the radioactive Waste Disposal Facility Construction in Korea“, Seunghyun Lee, manager engineering, KORAD (Korea Radioactive Waste Agency)
- “New York City’s Second Avenue Subway, the social, technical, political and commercial Benefits and Decisions made“, Brian Fulcher, former construction operations manager

The following discussion was devoted to “How Tunnelling Technology may improve Acceptance in the Public during Planning and Execution”.

The outcome was that the experts agreed: it is extremely important to involve the general public in planning at an early stage, to present the advantages of the project to them as well as point out ecological aspects. Fur-

thermore, the projects that were cited – such as expanding the Metro station next to the National Theatre in Oslo and the Second Avenue Subway in New York – revealed that residents are not essentially prepared to accept disturbances in the form of noise, vibrations or dust. This should be taken into account during the early stages of planning (e.g. when selecting the construction methods). It is imperative that residents are briefed about all project phases and are involved in them.

2 General Assembly

ITA president Tarcísio Celestino (Brazil) chaired the General Assembly. To start with Søren Degn Eskesen informed the delegates about last year’s activities and **membership development**. The number of member nations has increased by one from the previous year to reach 74: Nigeria was accepted as a new member (**Fig. 14**). Although ten corporate and 16 individual members have joined, the total number has dropped slightly on account of cancellations and exclusions. Taking all additions and withdrawals into consideration the ITA currently has 74 member nations, 172 corporate members (last year 184) and 95 individual members (previously: 87). Thus all in all, for a number of years now there has been a clear downward trend among the associated members (i.e. corporate and individual members) – in contrast to the member nations – currently standing at 267 (271 last year and 282 the year before).

(z. B. bei der Wahl der Bauverfahren) Rücksicht genommen werden. Sehr wichtig ist, dass über alle Phasen des Projekts die Anwohner informiert und beteiligt werden.

2 Mitgliederversammlung

Die Leitung der Mitgliederversammlung oblag ITA-Präsident Tarcísio Celestino (Brasilien). Zu Beginn informierte Søren Degn Eskesen die Delegierten über die Aktivitäten im letzten Jahr und über die **Mitgliederentwicklung**. Die Zahl der Mitgliedsländer hat sich gegenüber dem Vorjahr um eins auf nunmehr 74 erhöht: neu aufgenommen wurde Nigeria (**Bild 14**). Obwohl zehn korporative und 16 persönliche Mitglieder neu hinzugekommen sind, ist die Gesamtanzahl aufgrund von Kündigungen und Ausschlüssen wiederum leicht zurückgegangen. Die ITA verfügt unter Berücksichtigung aller Zu- und Austritte aktuell über 74 Mitgliedsnationen, 172 korporative Mitglieder (Vorjahr: 184) und 95 persönliche Mitglieder (Vorjahr: 87). In Summe ergibt sich damit seit einigen Jahren bei den assoziierten Mitgliedern (also korporative und individuelle) – im Gegensatz zu den Mitgliedsländern – mit derzeit 267 ein deutlich abnehmender Trend (271 im Vorjahr und 282 im Jahr davor).

Neue „Prime-Sponsoren“ konnten im vergangenen Jahr nicht gewonnen werden, allerdings kamen sechs neue „Förderer“ hinzu. Da jedoch zehn Förderer ihr Engagement für die ITA eingestellt haben, ist die abschließende Bilanz leicht negativ. Insgesamt unterstützen die ITA damit 16 Prime-Sponsoren und 49 Förderer.

Der ITA-Vorstand hatte sich im Rahmen der Vollversammlung 2014 in Foz do Iguaçu **Aufgaben und Ziele** für die ITA gesetzt, die im Jahr 2016 weitgehend erreicht wurden. Die seinerzeit festgelegten sieben strategischen Ziele lauteten:

1. Zusammenführen und Ansprechen der Mitgliedsländer – besonders diejenigen, die neu beigetreten sind

No new “prime sponsors” were acquired last year, however, six new “supporters” joined. As, however, ten supporters dropped out, the ensuing balance is slightly negative. Altogether, 16 prime sponsors and 49 supporters back the ITA.

Within the scope of the 2014 General Assembly, the ITA executive set out **tasks and targets** for the ITA in Foz do Iguaçu, which were largely implemented in 2016. The seven strategic goals defined at the time were:

1. Consolidate/activate member nations – particularly newly joined member nations
2. Improve communication and functioning of Working Groups and Committees
3. Expand industry relations
4. Encourage knowledge -sharing through education and training
5. Create and develop an ITA Young Members Group
6. Promote the use of underground space
7. Improve communication towards member nations, industry and public

The goals culminated in the leitmotif “ITA, the leading international organisation promoting the use of tunnels and underground space through knowledge-sharing and application of technology”.

For the next three years (2017–2020) the Executive Council has put forward the following goals:

1. Encourage member nations to develop activities, share knowledge, and promote underground space
2. Optimize the contribution of Working Groups and Committees
3. Enhance interaction with industry
4. Encourage further knowledge-sharing through education and training
5. Enhance tunnelling and underground space awareness



15 Piergiorgio Grasso, Vize-Präsident der ITACET-Stiftung, würdigt Dr. Martin Herrenknecht (links)

Piergiorgio Grasso, vice-president of the ITACET Foundation, pays tribute to Dr. Martin Herrenknecht (on the left)



16 Der ITACET-Award ging an das Tunnelbaukomitee von Nepal

The ITACET Award went to the Nepalese Tunnelling Committee



Quelle/Credit: Roland Leucker

17 Arild Petter Søvik berichtet über die Aktivitäten von PIARC
Arild Petter Søvik reporting on PIARC activities

2. Verbesserung der Kommunikation und Schaffung besserer Arbeitsbedingungen für Arbeitsgruppen und Komitees
3. Ausweitung der Beziehungen zur Industrie
4. Förderung des Wissensaustauschs durch Ausbildung und Training
5. Gründung und Weiterentwicklung einer Gruppe für junge Mitglieder („ITA Young Members Group“)
6. Förderung der Nutzung des unterirdischen Raums
7. Verbesserung der Kommunikation mit den Mitgliedsländern, der Industrie und der Öffentlichkeit

Die Ziele mündeten in dem Leitmotiv: „ITA ist die führende internationale Organisation zur Förderung der Nutzung von Tunneln und des unterirdischen Raums, durch Austausch von Wissen und Anwendung von Technologie“. Für die nächsten drei Jahre (2017–2020) hat sich der Vorstand folgende Ziele gesetzt:

1. Förderung von Aktivitäten in Mitgliedsländern, Wissen über die Nutzung des unterirdischen Raums zu verbreiten
2. Verbesserung der Ergebnisse von Arbeitsgruppen und Komitees
3. Verbesserung der Beziehungen zur Industrie
4. Förderung des weiteren Wissensaustauschs durch Aus- und Fortbildung
5. Steigerung des positiven Bewusstseins für Tunnelbau und die Nutzung unterirdischer Räume
6. Verbesserung der Kommunikation mit den Mitgliedsländern, der Industrie und der Öffentlichkeit

Nähere Einzelheiten zu den Zielen erfahren Sie in einem gesonderten Beitrag dazu in *tunnel 7/2017*.

In 2013 hatte die ITA erstmals eine Studie zur Entwicklung des weltweiten Tunnelbaumarkts in Auftrag gegeben, deren

Kontakte der ITA zu Schwesterorganisationen und UN-Organisationen ITA Contacts with Sister Organizations and UN Organizations

ACUUS	Associated Research Centers for the Urban Underground Space
FIDIC	International Federation of Consulting Engineers
IAEG	International Association for Engineering Geology and the Environment
ICLEI	International Council for Local Environmental Initiatives
IFME	International Federation of Municipal Engineering
IRF	International Road Federation
ISOCARP	International Society of City and Regional Planners
ISRM	International Society for Rock Mechanics
ISSMGE	International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering
ITIG	International Tunnelling Insurance Group
PIARC	World Road Association
UN-Habitat	United Nations Human Settlements Programme
UN-ISDR	United Nations International Strategy for Disaster Reduction
Weltbank/World Bank	

6. Improve communication with member nations, industry, and the general public

You can find out more about these goals in a separate article appearing in *tunnel 7/2017*.

In 2013 the ITA commissioned a study on developments on the worldwide tunnelling market for the first time; extracts of the results were presented at the General Assembly in Dubrovnik (Croatia) in 2014. These results were updated in 2016 and presented in Bergen. In summing up, relating to 2013 there has been a 23 % increase in global tunnelling activities (roughly 7 % annually) totalling 86 billion €/annum in 2016. Accordingly 5200 km is built on average annually. Further details on the market study are available in a separate report to be found in *tunnel 7/2017*.

ITACET Foundation Awards

During the General Assembly, the vice-president of the ITACET Foundation, Piergiorgio Grasso (Italy), presented the 2017 ITACET Award to Dr. Martin Herrenknecht (Germany, **Fig. 15**). In this way, Herrenknecht was acknowledged for his ongoing involvement in further education as well as for his many years of active support of the ITA and particularly ITACET. Then Tarcísio B. Celestino presented a further ITACET Award to the Nepalese Tunnelling Committee (**Fig. 16**). Professor Krishna Kanta Panthi accepted the prize, which paid tribute to Nepal's special efforts in fostering tunnelling. It recognises the courses held regularly in recent years designed to provide advanced training for engineers.

Partner Organisations

Furthermore, progress reports were given on the contacts maintained by the ITA with various international sister organisations and UN organisations (please see box above). Arild Petter Søvik (Norway, **Fig. 17**) for example, briefed the General Assembly on the tasks Committee

Ergebnisse auf der Vollversammlung 2014 in Dubrovnik (Kroatien) in Auszügen veröffentlicht wurden. In 2016 wurden die Ergebnisse aktualisiert und in Bergen vorgestellt. Als Resultat ergibt sich bezogen auf 2013 eine Steigerung der weltweiten Tunnelbauaktivitäten um 23 % (rund 7 % jährlich) auf 86 Milliarden €/Jahr in 2016. Jährlich werden danach weltweit durchschnittlich rund 5200 km gebaut. Nähere Einzelheiten zur Marktstudie erfahren Sie in einem eigenen Beitrag in *tunnel 7/2017*.

ITACET-Foundation-Awards

In der Vollversammlung verlieh der Vize-Präsident der ITACET-Stiftung, Piergiorgio Grasso (Italien), den ITACET-Award 2017 an Dr. Martin Herrenknecht (Deutschland, **Bild 15**). Herrenknecht wurde damit für sein hohes Engagement in der Weiterbildung geehrt sowie für seine langjährige aktive Unterstützung der ITA und insbesondere von ITACET. Danach verlieh Tarcísio B. Celestino einen weiteren ITACET-Award an das Tunnelbaukomitee von Nepal (**Bild 16**). Professor Krishna Kanta Panthi nahm den Preis entgegen, der die besonderen Anstrengungen von Nepal zur Förderung des Tunnelbaus würdigt. Er stellt eine Anerkennung der in den letzten Jahren regelmäßig durchgeführten Trainingskurse zur Weiterbildung von Ingenieuren dar.

Partnerorganisationen

Darüber hinaus wurde auch über die von der ITA unterhaltenen Kontakte zu verschiedenen internationalen Schwesterorganisationen und UN-Organisationen berichtet (siehe Kasten auf Seite 60). Für PIARC berichtete in der Mitgliederversammlung Arild Petter Søvik (Norwegen, **Bild 17**) beispielsweise, welche Aufgaben sich das Komitee D.5 „Road Tunnel Operations“, das für unterirdische Anlagen von besonderem Interesse ist, für den aktuellen Dreijahresturnus gesetzt hat. Dieses Komitee pflegt eine

D.5 “Road Tunnel Operations” had set itself, which are of particular interest for underground facilities, for the current three-year period. This Committee collaborates closely with ITA-COSUF. Thus for instance, from October 3–5, 2018, a conference on safety in road tunnels will be jointly staged in Lyon (France). Publications issued by the PIARC Committee can be downloaded free-of-charge by accessing www.piarc.org. An online dictionary devoted to terms from road engineering (and tunnelling) is also available there.

Working Groups and Committees

The foundation of the new Working Group 22 (Information Modeling in Tunnelling) was decided upon at the General Assembly. It is designed to concentrate on processing information and digitalisation in tunnelling. The intention is to further the application of “Building Information Modeling” (BIM) in tunnel construction (**Fig. 18**). At stake is the development of suitable standardised methods depicting specific characteristics in tunnelling, which for example essentially differ from structural engineering in terms of geometry alone.

As in previous years, the report on the activities of the various ITA WGs and Committees took up a great deal of the time devoted to the General Assembly. The WGs and Committees contribute immensely to the way the ITA presents itself positively to the world at large as this is where cooperation among persons from various countries takes place thus enabling an important exchange of experience to be accomplished.

An overview of the active WGs and the responsible persons to contact is to be found in the box on page 62; the Committees are to be found in the box on page 63. The progress reached by the WGs and the four Committees and their scheduled activities for the coming months are to be found on the ITA webpages. The amateurs of the Working Groups request interested persons to become involved in their groups’ activities in order to help



Quelle/Credit: Roland Leucker

18 Jurij Karlovšek leitet die neue Arbeitsgruppe 22 zur Informationsverarbeitung und Digitalisierung im Tunnelbau

Jurij Karlovšek, has taken over the eldership of the new WG 22 on Information Modeling in Tunnelling



Quelle/Credit: Roland Leucker

19 Die Vertreter des malaysischen Tunnelbaukomitees freuen sich darüber, dass der WTC 2020 in Kuala Lumpur stattfinden wird

The representatives of the Malaysian Tunnelling Committee are delighted that the 2020 WTC is being held in Kuala Lumpur

ITA-Arbeitsgruppen**Arbeitsgruppe 2: Forschung**

Leitung: Elena Chiriotti (Frankreich); stellvertretende Leitung: Ron Tluczek (Südafrika); Tutor: Chung-Sik Yoo (Südkorea)

Arbeitsgruppe 3: Vertragspraxis beim unterirdischen Bauen

Leitung: Matthias Neuenschwander (Schweiz); stellvertretende Leitung: Martin Smith (Südkorea); Tutor: Tarcísio Celestino (Brasilien)

Arbeitsgruppe 5: Gesundheit und Sicherheit im Tunnelbau

Leitung: Donald Lamont (Vereinigtes Königreich); stellvertretende Leitung: NN., (Schweiz); Tutor: Ruth Gunlaug Haug (Norwegen)

Arbeitsgruppe 6: Instandhaltung und Instandsetzung unterirdischer Bauwerke

Leitung: Henry Russell (USA); stellvertretende Leitung: René van den Bosch (Niederlande); Tutor: Tarcísio Celestino (Brasilien)

Arbeitsgruppe 9: Seismische Effekte

Leitung: Giorgio Piaggio (Chile); stellvertretende Leitung: Wenge Qiu (China); Tutor: Daniele Peila (Italien)

Arbeitsgruppe 11: Unterwassertunnel

Leitung: Jonathan Baber (Vereinigtes Königreich); stellvertretende Leitung: Eelco van Putten (Niederlande); Tutor: Davorin Kolić (Kroatien)

Arbeitsgruppe 12: Anwendung von Spritzbeton

Leitung: Eivind Grøv (Norwegen); stellvertretende Leitung: Stefan Bernard (Australien); Tutor: Giuseppe Lunardi (Italien)

Arbeitsgruppe 14: Mechanisierter Vortrieb

Leitung: Brian Fulcher (USA); stellvertretende Leitung: Karin Böppler (Deutschland); Tutor: Søren Degn Eskesen (Dänemark)

Arbeitsgruppe 15: Tunnelbau und Umwelt

Leitung: Jan K. G. Rohde (Norwegen); stellvertretende Leitung: Nikolai Bobylev (Russland); Tutor: Anna Lewandowska (Polen)

Arbeitsgruppe 17: Lange Tunnel in großer Tiefe

Leitung: Gérard Seingre (Schweiz); stellvertretende Leitung: Magali Schivre (Frankreich); Tutor: Jinxiu „Jenny“ Yan (China)

Arbeitsgruppe 19: Konventioneller Tunnelbau

Leitung: Nasri Munfah (USA); stellvertretende Leitung: Robert Galler (Österreich); Tutor: Alexander Gomes (Chile)

Arbeitsgruppe 20: Innerstädtische Probleme, unterirdische Lösungen

Leitung: Wout Broere (Niederlande); stellvertretende Leitung: Damian McGirr (Vereinigtes Königreich); Tutor: Salma Saeed Almaamari (Vereinigte Arabische Emirate)

Arbeitsgruppe 21: Life Cycle Asset Management

Leitung: Martin Muncke, Österreich; stellvertretende Leitung: Laetitia d'Aloia-Schwartzentruber (Frankreich); Tutor: Felix Amberg, Schweiz

Arbeitsgruppe 22: Informationsverarbeitung im Tunnelbau

Leitung: Jurij Karlovsek (Australien); stellvertretende Leitung: Paolo Cucino (Italien); Tutor: Lars Babendererde (Deutschland)

ITA Working Groups**Working Group 2: Research**

Animateur: Elena Chiriotti (France); vice-animateur: Ron Tluczek (South Africa); tutor: Chung-Sik Yoo (South Korea)

Working Group 3: Contractual Practices

Animateur: Matthias Neuenschwander (Switzerland); vice-animateur: Martin Smith (South Korea); tutor: Tarcísio Celestino (Brazil)

Working Group 5: Health and Safety in Works

Animateur: Donald Lamont (United Kingdom); vice-animateur: NN. (Switzerland); tutor: Ruth Gunlaug Haug (Norway)

Working Group 6: Maintenance and Repair

Animateur: Henry Russell (USA); vice-animateur: René van den Bosch (Netherlands); tutor: Tarcísio Celestino (Brazil)

Working Group 9: Seismic Effects

Animateur: Giorgio Piaggio (Chile); vice-animateur: Wenge Qiu (China); tutor: Daniele Peila (Italy)

Working Group 11: Immersed and Floating Tunnels

Animateur: Jonathan Baber (United Kingdom); vice-animateur: Eelco van Putten (Netherlands); tutor: Davorin Kolić (Croatia)

Working Group 12: Sprayed Concrete Use

Animateur: Eivind Grøv (Norway); vice-animateur: Stefan Bernard (Australia); tutor: Giuseppe Lunardi (Italy)

Working Group 14: Mechanized Tunnelling

Animateur: Brian Fulcher (USA); vice-animateur: Karin Böppler (Germany); tutor: Søren Degn Eskesen (Denmark)

Working Group 15: Underground and Environment

Animateur: Jan K. G. Rohde (Norway); vice-animateur: Nikolai Bobylev (Russia); tutor: Anna Lewandowska (Poland)

Working Group 17: Long Tunnels at Great Depth

Animateur: Gérard Seingre (Switzerland); vice-animateur: Magali Schivre (France); tutor: Jinxiu „Jenny“ Yan (China)

Working Group 19: Conventional Tunnelling

Animateur: Nasri Munfah (USA); vice-animateur: Robert Galler (Austria); tutor: Alexander Gomes (Chile)

Working Group 20: Urban Problems, Underground Solutions

Animateur: Wout Broere (Netherlands); vice-animateur: Damian McGirr (United Kingdom); tutor: Salma Saeed Almaamari (United Arab Emirates)

Working Group 21: Life Cycle Asset Management

Animateur: Martin Muncke (Austria); vice-animateur: Laetitia d'Aloia-Schwartzentruber (France); tutor: Felix Amberg (Switzerland)

Working Group 22: Information Modelling in Tunnelling

Animateur: Jurij Karlovsek (Australia); vice-animateur: Paolo Cucino (Italy); tutor: Lars Babendererde (Germany)

enge Kooperation mit ITA-COSUF. So wird beispielsweise vom 3.–5. Oktober 2018 gemeinsam eine Konferenz zur Sicherheit in Straßentunneln in Lyon (Frankreich) organisiert.

Die von den PIARC-Komitees erarbeiteten Publikationen stehen kostenfrei zum Download unter www.piarc.org zur Verfügung. Dort ist auch ein Online-Wörterbuch zu Begriffen aus dem Straßenwesen (und Tunnelbau) zu finden.

Arbeitsgruppen und Komitees

In der Mitgliederversammlung wurde die Gründung einer neuen Arbeitsgruppe 22 zur Informationsverarbeitung und Digitalisierung im Tunnelbau beschlossen. Die Arbeit zielt darauf, die Anwendung des „Building Information Modelling“ (BIM) im Tunnelbau voranzubringen (Bild 18). Hier geht es insbesondere um die

shape future ITA recommendations by dint of their experience and knowledge. The WG animateurs look forward to responding to relevant queries.

Communication

The ITA has commissioned a press agency to improve communication. In addition, it regularly issues the email newsletter “ita@news” free of charge. ITA members can also obtain the ITA’s scientific organ, the journal “Tunnelling and Underground Space Technology” (TUST) in electronic form. Furthermore, the ITA website, which was revised for this year’s WTC, is a source of information. The homepage is devised for decision makers as well as for the general public, explaining for example how underground spaces can be utilised along with the appropriate construction methods.

ITA-Komitees und Junge Mitglieder**ITA-CET – Committee on Education and Training**

Leitung: Robert Galler (Österreich); stellvertretende Leitung: Michel Deffayet (Frankreich); Tutor: Eric Leca (Frankreich)

ITACET-Stiftung

Vorsitzende des Stiftungsrats: Abdullah Al-Mogbel, Saudi-Arabien, und Piergiorgio Grasso (Stellvertreter; Italien); Geschäftsführung: Robert Galler (Vorsitz; Österreich), Michel Deffayet (technisch; Frankreich) und Claude Berenguier (organisatorisch; Frankreich)

ITA-COSUF – Committee on Operational Safety of Underground Facilities

Leitung: Roland Leucker (Deutschland); stellvertretende Leitung: Max Wietek (Schweiz); Tutor: Felix Amberg (Schweiz)

ITACUS – Committee on Underground Space

Leitung: Han Admiraal (Niederlande); stellvertretende Leitung: Antonia Cornaro (Schweiz); Tutor: Chung-Sik Yoo (Südkorea)

ITA-TECH – Committee on Technologies

Leitung: Pauli Arenram (Schweden); Tutor: Søren Degn Eskesen (Dänemark)

ITAYM – Young Members Group

Leitung: Sindre Log (Norwegen); stellvertretende Leitung: Lasse Vester (Dänemark); Tutor: Alexandre Gomes (Chile) und Ruth Gunlaug Haug (Norwegen)

ITA Committees and Young Members**ITA-CET – Committee on Education and Training**

Animateur: Robert Galler (Austria); vice-animateur: Michel Deffayet (France); tutor: Eric Leca (France)

ITACET Foundation

Chairman of the Foundation Council: Abdullah Al-Mogbel (Saudi-Arabia) and Piergiorgio Grasso (deputy; Italy); Executive Board: Robert Galler (President; Austria), Michel Deffayet (Technical Director; France) and Claude Berenguier (Executive Director; France)

ITA-COSUF – Committee on Operational Safety of Underground Facilities

Animateur: Roland Leucker (Germany); vice-animateur: Max Wietek, (Switzerland); Tutor: Felix Amberg (Switzerland)

ITACUS – Committee on Underground Space

Animateur: Han Admiraal (Netherlands); vice-animateur: Antonia Cornaro (Switzerland); tutor: Chung-Sik Yoo (South Korea)

ITA-TECH – Committee on Technologies

Animateur: Pauli Arenram (Sweden); tutor: Søren Degn Eskesen (Denmark)

ITAYM – Young Members Group

Animateur: Sindre Log (Norway); vice-animateur: Lasse Vester (Denmark); tutor: Alexandre Gomes (Chile) and Ruth Gunlaug Haug (Norway)

Entwicklung geeigneter standardisierter Verfahren zur Abbildung der tunnelbauspezifischen Besonderheiten, die sich beispielsweise schon allein von der Geometrie her grundlegend vom Hochbau unterscheiden.

Der Bericht über die Arbeit der verschiedenen Arbeitsgruppen und Komitees der ITA nahm wie in den vergangenen Jahren einen großen zeitlichen Rahmen in der Vollversammlung ein. Die Arbeitsgruppen und Komitees tragen maßgeblich zur positiven Außendarstellung der ITA bei, weil gerade hier die Zusammenarbeit von Personen aus verschiedenen Ländern realisiert und so der wichtige Erfahrungsaustausch ermöglicht wird.

Eine Übersicht der aktiven Arbeitsgruppen und der verantwortlichen Ansprechpartner finden Sie im Kasten auf Seite 62; eine Übersicht der Komitees ist im Kasten auf Seite 63 enthalten. Den Stand der Arbeiten und die für die kommenden Monate geplanten Aktivitäten der Arbeitsgruppen und der vier Komitees finden Sie auf den Webseiten der ITA. Die Leiter der Arbeitsgruppen rufen Interessierte dazu auf, sich an der Arbeit ihrer Gruppe zu beteiligen und so künftige Empfehlungen der ITA durch ihre Erfahrungen und ihr Wissen mitzugestalten. Die Arbeitsgruppenleiter stehen für diesbezügliche Rückfragen gerne zur Verfügung.

Kommunikation

Die ITA hat zur Verbesserung ihrer Kommunikation eine Presseagentur beauftragt. Daneben versendet sie regelmäßig den kostenlosen E-Mail-Newsletter „ita@news“. Auf das wissenschaftliche Organ der ITA, die Zeitschrift „Tunnelling and Underground Space Technology (TUST)“, haben die Mitglieder in elektronischer Form Zugriff. Daneben steht die zum diesjährigen WTC überarbeitete ITA-Website als Informationsquelle zur Verfügung. Sie wendet sich einerseits an Entscheidungsträger und an die allgemeine

It cites specific advantages and provides information on planning, construction and operation. It provides details about how the ITA is organized, its member countries, the corporate members, publications, Committees and Working Groups as well as events relating to underground construction.

WTC 2018–2020

The General Assembly had to select the venue for the Annual Meeting in 2020. This time around, three cities put themselves forward: Melbourne (Australia), New Delhi (India) and Kuala Lumpur (Malaysia). After New Delhi was eliminated after receiving only four votes in round one, Kuala Lumpur obtained the required absolute majority (30) of the 52 votes cast in round two (**Fig. 19**). The dates and venues for the Annual Meetings scheduled for the next few years are:

- April 20–26, 2018, 44th ITA Annual Meeting in Dubai (United Arab Emirates); the overriding slogan here will be: “Smart Cities: Managing the Use of Underground Space to enhance the Quality of Life”
- May 3–9, 2019, 45th ITA Annual Meeting in Naples (Italy); captioned “Tunnels and Underground Cities: Engineering and Innovation meet Archaeology, Architecture and Art”
- May 15–21, 2020, 46th ITA Annual Meeting in Kuala Lumpur (Malaysia); which is devoted to: “Innovation and sustainable Underground serving global Connectivity”

3 ITA Executive Council

Anna Lewandowska's (Poland) term of office expired as scheduled at this year's Annual Meeting. As an insufficient number of candidates were available for the five vacant posts on the ExCo last year, two of them remained free. As a result, three new ExCo members had to be selected this year.



Quelle/credit: Roland Leucker

20 Der ITA-Vorstand vor der Wahl der neuen Mitglieder
The ITA Executive Council prior to the election of its new members

Öffentlichkeit und erläutert beispielsweise, wie unterirdische Räume genutzt werden können und welche Bauverfahren es gibt. Sie nennt spezifische Vorteile und gibt Information zu Planung, Bau und Betrieb. Andererseits gibt sie Information zur Organisation der ITA, den Mitgliedsländern, den korporativen Mitgliedern, zu den Publikationen, den Komitees und Arbeitsgruppen sowie zu Veranstaltungen zum unterirdischen Bauen.

WTC 2018–2020

Für die Jahrestagung 2020 hatte die Mitgliederversammlung schließlich den Tagungsort festzulegen. Beworben hatten sich dieses Mal drei Städte: Melbourne (Australien), New Delhi (Indien) und Kuala Lumpur (Malaysia). Nachdem im ersten Wahlgang New Delhi mit nur vier Stimmen ausgeschieden war, erhielt Kuala Lumpur im zweiten Durchgang die geforderte absolute Mehrheit (30) der abgegebenen 52 Stimmen (**Bild 19**). Die Daten und Austragungsorte der folgenden Jahrestagungen lauten:

- 20.–26. April 2018, 44. ITA-Jahrestagung in Dubai (Vereinigte Arabische Emirate); das Rahmenthema lautet: „Intelligente Städte: Nutzung des unterirdischen Raums zur Verbesserung der Lebensqualität“
- 3.–9. Mai 2019, 45. ITA-Jahrestagung in Neapel (Italien); das Rahmenthema lautet: „Tunnel und unterirdische Städte: Technik und Innovation treffen auf Archäologie, Architektur und Kunst“
- 15.–21. Mai 2020, 46. ITA-Jahrestagung in Kuala Lumpur (Malaysia); das Rahmenthema lautet: „Innovationen und zukunftsweisende unterirdische Lösungen zur globalen Erschließung“

3 ITA-Vorstand

Mit der diesjährigen Vollversammlung ging planmäßig die Amtszeit Anna Lewandowskas (Polen) zu Ende. Da im letzten Jahr nicht genügend Kandidaten für die fünf freigewordenen Plätze im Vorstand zur Verfügung standen, blieben zwei Plätze im Vorstand vakant. Demzufolge waren in diesem Jahr drei neue Vorstandsmitglieder zu wählen.

Ob die zu geringe Anzahl von Kandidaten im letzten Jahr die Motivation für die diesjährigen Kandidaten war, kann nur vermutet werden; jedenfalls haben sich insgesamt acht Personen für die Mitarbeit im Vorstand beworben. Bereits im ersten

It can only be presupposed that the low number of candidates last year acted as motivation for this year's crop; at any rate, no less than eight persons put themselves forward to sit on the ExCo. In round one of voting Lars Babendererde (Germany) and Arnold Dix (Australia) each received the required absolute majority of votes. In round two, Randy Essex (USA) also received the necessary majority. As a result, all three were voted on to the ExCo for a three-year period. Messrs. Aydin (Turkey), Khali (India), Pistone (Portugal), Rostami (Iran) and van den Bosch (Netherlands) failed to receive sufficient votes.

Salma Saeed Almaamari (UAR) will be at the ITA ExCo's (**Fig. 20**) disposal for the event in Salma during the run-up to the 2018 WTC in Dubai. ExCo member Giuseppe Lunardi will fulfil this role for the 2019 WTC in Italy. Teik Aun Ooi (Malaysia) has been recruited for this purpose for the 2020 WTC.

As a result the new ITA Executive Council is constituted as follows:

- Tarcisio B. Celestino** (Brazil), president till 2019
- Søren Degn Eskesen** (Denmark), past-president till 2019
- Alexandre Gomes** (Chile), vice-president till 2019
- Ruth Gunlaug Haug** (Norway), vice-president till 2019
- Eric Leca** (France), first vice-president till 2019
- Jenny Yan** (China), vice-president till 2019
- Davorin Kolić** (Croatia), till 2019
- Giuseppe Lunardi** (Italy), till 2019
- Chung-Sik Yoo** (Korea), till 2019
- Lars Babendererde** (Germany), till 2020
- Arnold Dix** (Australia), till 2020
- Randy Essex** (USA), till 2020
- Felix Amberg** (Switzerland), treasurer till 2019
- Salma Saeed Almaamari** (United Arab Emirates), till 2018
- Teik Aun Ooi** (Malaysia), till 2020

The General Assembly re-appointed Sorin Calinescu, Romania, as internal auditor for a further year. In addition, since January 1, 2009, Olivier Vion has backed up the ExCo as executive director.

The following responsibilities are defined within the ExCo:

- General Affairs: Jenny Yan
- Development of the Working Groups: Alexandre Gomes
- Development of the Committees: Ruth G. Haug

Wahlgang erhielten Lars Babendererde (Deutschland) und Arnold Dix (Australien) jeweils die erforderliche absolute Mehrheit der Stimmen. Im zweiten Wahlgang erhielt auch Randy Essex (USA) die erforderliche Stimmenmehrheit. Alle drei wurden damit auf drei Jahre in den Vorstand gewählt. Nicht gewählt wurden die Herren Aydin (Türkei), Khali (Indien), Pistone (Portugal), Rostami (Iran) und van den Bosch (Niederlande).

Für den World Tunnel Congress 2018 in Dubai ist dem ITA-Vorstand (**Bild 20**) bis zur Veranstaltung Salma Saeed Almaamari (VAE) zur Seite gestellt worden. Für den WTC 2019 in Italien ist das Vorstandsmitglied Giuseppe Lunardi der Ansprechpartner. Teik Aun Ooi (Malaysia) ist für dem WTC 2020 neu hinzugekommen. Damit setzt sich der neue ITA-Vorstand wie folgt zusammen:

Tarcísio B. Celestino (Brasilien), Präsident bis 2019

Søren Degn Eskesen (Dänemark), Altpräsident bis 2019

Alexandre Gomes (Chile), Vizepräsident bis 2019

Ruth Gunlaug Haug (Norwegen), Vizepräsidentin bis 2019

Eric Leca (Frankreich), Erster Vizepräsident bis 2019

Jenny Yan (China), Vizepräsidentin bis 2019

Davorin Kolić (Kroatien), bis 2019

Giuseppe Lunardi (Italien), bis 2019

Chung-Sik Yoo (Korea), bis 2019

Lars Babendererde (Deutschland), bis 2020

Arnold Dix (Australien), bis 2020

Randy Essex (USA), bis 2020

Felix Amberg (Schweiz), Schatzmeister bis 2019

Salma Saeed Almaamari (Vereinigte Arabische Emirate), bis 2018

Teik Aun Ooi (Malaysia), bis 2020

Sorin Calinescu, Rumänien, wurde durch die Mitgliederversammlung für ein weiteres Jahr als interner Rechnungsprüfer bestätigt. Daneben unterstützt seit 1. Januar 2009 Olivier Vion als hauptamtlicher Geschäftsführer den Vorstand.

Innerhalb des Vorstandes sind zunächst folgende Zuständigkeiten definiert:

- Allgemeine Angelegenheiten: Jenny Yan
- Entwicklung der Arbeitsgruppen: Alexandre Gomes
- Entwicklung der Komitees: Ruth G. Haug
- Entwicklung der ITA-Young-Members: Alexandre Gomes und Ruth G. Haug
- Industriekontakte und Sponsoren: Eric Leca
- ITACET-Stiftung: Tarcísio B. Celestino und Søren Degn Eskesen

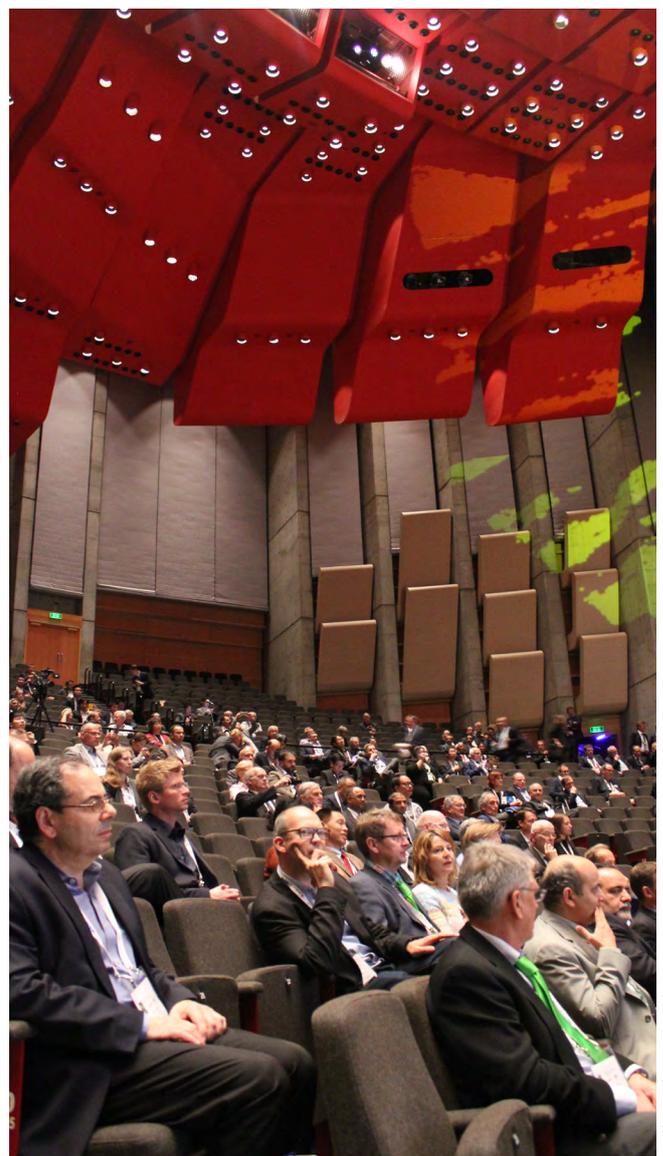
Der Vorstand wird durch externe Experten in seiner Arbeit unterstützt:

- Entwicklung und Vertiefung der Beziehung zu Mitgliedsländern;
 - Nordamerika: Amanda Elioff
 - Russland und GUS-Staaten: Mikhail Belenkiy
 - Süd-Ost-Asien: Zaw Zaw Aye
- Verbindung zur Weltbank: Harald Wagner
- Vermarktung des Namens „ITA“: Rick Lovat

- Development of the ITA-Young Members: Alexandre Gomes and Ruth G. Haug
- Industry Relations, Sponsorship: Eric Leca
- ITACET Foundation: Tarcísio B. Celestino and Søren Degn Eskesen

The ExCo is supported in its work by external experts:

- Member Nation Development and Consolidation;
 - North America: Amanda Elioff
 - Russia and CIS Countries: Mikhail Belenkiy
 - South-East Asia: Zaw Zaw Aye
- Relations with the World Bank: Harald Wagner
- Marketing the name "ITA": Rick Lovat
- Representative of the Prime Sponsors, Industry Contacts and Sponsors: Peka Nieminen



Quelle/credit: Marvin Klostermeier

21 Abschlussveranstaltung in der Grieghallen
Closing event in the Grieghallen

- Vertreter der Prime-Sponsoren, Industriekontakte und Sponsoren: Peka Nieminen

4 Weitere Informationen

Weitere Auskünfte über den World Tunnel Congress und die ITA-Jahrestagung 2017 in Bergen sowie über die wichtigsten Beschlüsse der Mitgliederversammlung und die Aktivitäten der Arbeitsgruppen bzw. Komitees sind auf den Webseiten www.ita-aites.org, www.ita-cosuf.org, www.itacet.org sowie im digitalen Tagungsband zum World Tunnel Congress zu finden. Regelmäßige Informationen über die ITA liefert der Newsletter „ita@news“ (kostenlos über die Webseite www.ita-aites.org zu abonnieren). 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

ITA-Sekretariat – International Tunnelling and Underground Space Association
MIE-IEH (International Environment House), Chemin de Balexert 9, CH-1219 Châtelaine, Genf (neu seit 01.07.2017)
www.ita-aites.org

sowie die Sekretariate der nationalen Tunnelbaugesellschaften in den ITA-Mitgliedsländern. 

4 Further Information

Further details on the World Tunnel Congress and the 2017 ITA Annual Meeting in Bergen as well as on the most important resolutions passed at the General Assembly and the activities of the WGs are to be found on the www.ita-aites.org, www.ita-cosuf.org, www.itacet.org websites as well as in the digital Proceedings for the World Tunnel Congress. Regular information about the ITA can be found in the newsletter ita@news (can be obtained free-of-charge via the www.ita.aites.org webpage).

Further information relating to the ITA and future ITA Annual Meetings is available from:

Secretariat of the German Tunnelling Committee Inc. – DAUB
Mathias-Brüggen-Str. 41, D-50827 Cologne
www.daub-ita.de

Secretariat of the ITA – International Tunnelling and Underground Space Association
MIE-IEH (International Environment House), Chemin de Balexert 9, CH-1219 Châtelaine, Geneva (new since July 1, 2017)
www.ita-aites.org

as well as the secretariats of the national tunnelling committees of the various ITA member countries. 

Doka

Concremote: Digitale Beton-Sensortechnologie



Concremote Deckensensor im Einsatz auf der Tunnelbaustelle des Südgürtels Graz, der im Mai 2017 für den Verkehr freigegeben wurde

Concremote slab sensor on the tunnel site of the Südgürtel Graz, which was opened for traffic in May 2017

Digitalisierung am Bau bringt einen entscheidenden Vorsprung: Laut Studien sind derzeit noch bis zu 57% der Arbeiten im Bauprozess nicht wertschöpfend, verursacht durch Fehler und Mängel, Warte- und Suchzeiten, schlecht abgestimmte Abläufe und mangelnde Kommunikation. Mit der Digitalisierung kann es künftig gelingen, diese Potenziale zu nutzen. Ermöglicht wird das durch den Einsatz von innovativen Technologien wie Concremote. Die Sensorlösung von Doka liefert Daten zur Temperatur- und Festigkeitsentwicklung von Beton in Echtzeit und steigert so die Produktivität.

Gerade beim Tunnelbau gilt es, den Spagat zwischen wirtschaftlichem Materialeinsatz und eng getaktetem Baufortschritt einerseits und hohen Qualitäts- sowie Sicherheitsanforderungen andererseits zu meistern. Concremote hilft bei vielen Projekten, den optimalen Zeitpunkt zum Ausschalen zu ermitteln, verringert Taktzeiten, gibt Aufschluss ob die geplante Betonrezeptur geeignet ist oder optimiert werden sollte und dient als verlässliche Dokumentation, was ein großer Vorteil im Haftungsfall ist. Die Messung der Wärmeentwicklung ist wichtig, um Spannungen aufgrund von Temperaturunterschieden im Bauteil zu beobachten. Dadurch können Risse und spätere Bauwerksschäden vermieden werden.

Echtzeit-Datenmessung

Üblicherweise erfolgt die Nachweisführung der geforderten Betoneigenschaften über eine aufwändige Prüfwürfelmethode. Dafür müssen geeignete Betonwürfel hergestellt und adäquat gelagert werden, bis sie zur Prüfung der Druckfestigkeit separat ins Labor gebracht und analysiert werden können. Ist der Zielwert der Druckfestigkeit nicht erreicht, muss der Vorgang wiederholt werden. Auch entspricht die Wärmeentwicklung der Prüfwürfel nicht unbedingt jener im Bauteil. Besonders im Winter und Sommer

Doka

Concremote: Digital Concrete Sensor Technology



Einsatz eines Concremote Kabelsensors bei der Sanierung der Galerie Senftenberg an der A12 in Österreich

Use of a Concremote cable sensor on the refurbishment of the Galerie Senftenberg on the autobahn A12 in Austria

Digitalisation in construction leads to a decisive advance: according to studies, up to 57% of the work performed in the construction process still has no added value, caused by mistakes and defects, waiting and search times, poorly coordinated sequences and lack of communication. With digitalisation, it should be possible in the future to exploit this potential, enabled by the use of innovative technologies like Concremote. The sensor solution from Doka delivers data of the temperature and strength development of concrete in real time and thus improves productivity.

Particularly in tunnelling, a balance has to be found between the economic use of materials and the tight construction progress cycles on the one hand and stringent quality and safety requirements on the other hand. Concremote helps on many projects to determine the optimal time to strike the formwork, reducing cycle times, provides

Quelle/credit (2): Doka

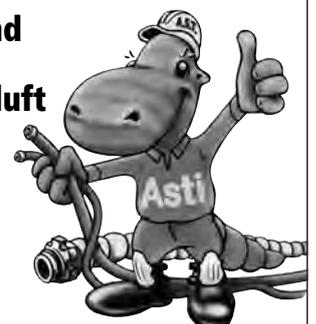
A.S.T. Bochum

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



können signifikante Abweichungen auftreten. Die Methode der Würfellagerung ist daher nur unter bestimmten Rahmenbedingungen aussagekräftig.

Durch die Übermittlung von Echtzeitdaten macht Concremote Schalungs- und Ortbetonarbeiten besser steuerbar. Zur Ermittlung kommen zwei Sensortypen zum Einsatz: einen kabellosen Deckensensor, der bei Ortbetondecken nach dem Abziehen in den Frischbeton eingesetzt wird, oder einen Kabelsensor, der mit einem Messfühler für die Wand direkt in die Schalung eingebaut bzw. mit zusätzlichen Kabeln im Beton gekoppelt werden kann. Diese messen regelmäßig die Temperaturentwicklung des Frischbetons und übertragen die Daten an das Concremote-Rechenzentrum des holländischen Technologieunternehmens BAS, das seit Juli 2016 zur Doka Group gehört. Dort werden zuverlässige und normgerechte Informationen über die Festigkeitsentwicklung des Betons errechnet und der Baustelle in Echtzeit digital zur Verfügung gestellt. Die Daten können jederzeit und ortsunabhängig über ein gesichertes Webportal via Notebook, Tablet und Smartphone abgerufen werden. Zusätzlich können Anwender über die Frühfestigkeit und Temperaturentwicklung per Email oder SMS benachrichtigt werden. Das ermöglicht es den Verantwortlichen auf der Baustelle, Ausschallfristen, Nachbehandlungszeiten und den frühesten Zeitpunkt des Vorspannens zielsicher festzulegen.

Concremote im Einsatz

Concremote von Doka leistet auch einen wichtigen Beitrag zu BIM, der interaktiven und lückenlosen Prozessoptimierung über den gesamten Lebenszyklus eines Objektes, wurde bereits auf über 100 Baustellen verwendet und ist bei diversen Tunnelbauprojekten zum Einsatz gekommen, u. a. bei der „Tunnel im Tunnel“-Sanierungslösung für die Galerie „Fallender Bach“ (Bauherr: ASFINAG; Bauausführung: ARGE Hilti und Jehle, Fröschl, Teerag-Asdag) auf der A12 Inntalautobahn in Österreich, beim Projekt Doha Metro Red Line in Katar sowie beim Bau des im Mai 2017 eröffneten Grazer Südgürtels (Bauherr: Land Steiermark, Stadt Graz; Bauausführung: ARGE Teerag-Asdag, Granit, Porr) in Österreich. Auf einer Länge von 2 km – davon 1,4 km als Tunnelbauwerk – wird die Straße nun vierspurig geführt. Laut Aussage der Bauverantwortlichen wurden beim Südgürtel mit Concremote mehr als die Hälfte der Kosten gegenüber der herkömmlichen Nachweisbringung eingespart. 

information whether the planned concrete mix is suitable and provides reliable documentation, which is a great advantage in liability cases. The measurement of heat development is important in order to observe stresses due to temperature development in the construction element, which can help to avoid cracking and later damage to the structure.

Real Time Data Measurement

The required concrete properties are normally verified with an elaborate method of testing cubes. For this purpose, the appropriate cubes have to be made and adequately stored until they can be separately tested and analysed in the laboratory. If the target compressive strength has not been reached, then the process has to be repeated. Also the thermal development of the test cubes does not inevitably correspond to that in the construction element; there can be significant deviations, particularly in winter and summer. The method of storing cubes is thus only reliable under certain constraints.

By transmitting real time data, Concremote enables better control of formwork and in-situ concreting works. Two types of sensor are used to record the data: a wireless slab sensor, which is set in the fresh concrete after finishing, or a cable sensor, which is installed directly on the formwork surface or can be connected with additional cables in the concrete. These regularly measure the temperature development and transmit the data to the Concremote computer centre of the Netherlands technology company BAS, which has belonged to Doka since July 2016. At BAS, reliable and standardised information about the strength development of the concrete is calculated and made available to the site in real time. The data can be called up at any time and location from a secure web portal by notebook, tablet or smart phone. Users can also be notified about the early strength and temperature development by email or SMS. This enable the responsible people on site to make the appropriate decisions about striking times, curing periods and the earliest date of prestressing.

Concremote in Use

Concremote from Doka can make an important contribution to BIM, the interactive and complete process optimisation over the entire lifecycle of a structure, which has already been used on more than 100 construction sites and is currently in use on diverse tunnelling projects, such as the “Tunnel in the Tunnel” refurbishment solution for the “Fallender Bach” gallery (client: ASFINAG; contractor: JV Hilti und Jehle, Fröschl, Trag-Asdag) on the A12 Inntal autobahn in Austria, on the Doha Metro Red Line project in Qatar as well as on the construction of the Graz Südgürtel (client: Federal State of Styria, City of Graz; contractor: JV Teerag-Asdag, Granit, Porr) in Austria, which opened in Mai 2017. The road now has four lanes along a route distance of 2 km – of which 1.4 km runs in a tunnel. According to the responsible parties, more than half the costs can be saved compared to conventional verification methods. 

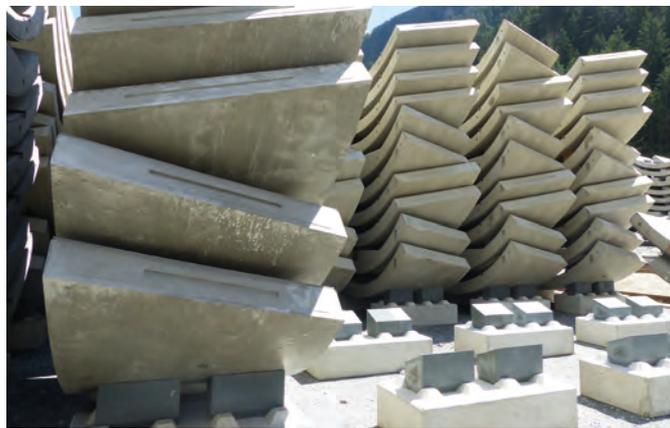
Hahn Kunststoffe

Tübbinglagerung

Für jedes Tunnelprojekt gilt: Tübbinge müssen zur richtigen Zeit am richtigen Platz stehen. Dabei werden besondere Anforderungen an den Transport und die Lagerung der gewichtigen Betonelemente gestellt. Tübbinge werden in der Regel ringweise in Stapeln gelagert. Die hohen Eigengewichte der Elemente verursachen dabei extrem hohe Belastungen auf die untersten Ringe und die Lagerklötze (Auflager). Die Mindesthöhe der Auflager ist abhängig von der Dicke der Tübbinge, deren unterschiedlichen Innen- und Außenradien und der eingesetzten Klammer des Brückenkranses. So kann ein gegenseitiger Kontakt der Tübbinge ausgeschlossen werden. Bei der Verwendung von Harthölzern treten hierbei vermehrt Probleme auf:

- Harthölzer können bei einer kurzen Länge und großer Bauhöhe die Lasten nicht aufnehmen, da die Druckfestigkeit quer zur Faser überschritten wird
- Trocknungsrisse, sowie Dreh- und Wimmerwuchs der Hölzer führen zur Schwächung der Tragfähigkeit
- Harthölzer in den üblich verwendeten Längen eignen sich sehr gut zum Heizen, was zum Diebstahl auf Baustellen verleitet

Stand der Technik bei einer derartigen Stapelung ist heute der Einsatz von Tübbingklötzen aus Recyclingkunststoff. Diese Lagerklötze dienen der spannungsfreien Lagerung der Betonfertigteile und werden im Produktionsprozess mit einem entsprechenden Radius versehen. Dadurch ist eine vollflächige Auflage gewährleistet, was zu einer enormen Tragfähigkeit der Auflager beiträgt. Auf Wunsch können die Lagerklötze mit Arretierungen versehen werden. Die daraus resultierende genau vorgegebene Platzierung der Lager ermöglicht eine exakte vertikale Kraftableitung. Dies verhindert das Auftreten von Außermittigkeiten, die der Beton in der Reifephase noch nicht aufnehmen kann und die zu einer Rissbildung bis hin zum Bruch führen können. Eine Drei-Punkt-Lagerung unterbindet dabei das Entstehen von Torsionskräften und unterstützt das Erreichen einer Spannungsfreiheit. Unter dem Markennamen hanit konstruiert und produziert die deutsche Firma Hahn Kunststoffe im Auftrag der Kunden für zahlreiche Tunnelbau-Projekte hochwertige, anforderungsspezifische Lösungen aus Recycling-Kunststoff zur Lagerung und für den Transport von Tübbing.



Lagerklötze aus Recyclingkunststoff dienen der spannungsfreien Lagerung von Tübbing. Die Anpassung der Formgebung an den Tübbingradius gewährleistet eine vollflächige Auflage und somit eine hohe Tragfähigkeit

Storage blocks made of recycling plastic serve the unstressed storage of segments. The adjustment of the shape to the segment radius assures a complete contact area and thus high bearing capacity

Quelle/Credit: Hahn Kunststoffe

Hahn Kunststoffe

Segment Storage

The same applies for every tunnel project: segments must be at the right place at the right time. Towards this end, special demands are posed on the transport and storage of these weighty concrete elements.

Segments are generally stored in piles of rings. In the process, the high intrinsic weight of the elements results in extremely high loads on the lower rings and the bearing blocks (supports). The minimum height of the supports depends on the thickness of the segments, their varying inner and outer radii and the applied clamp of the bridge crane. In this way, mutual contact between the seg-

ments can be precluded.

If hardwoods are involved though, a number of problems can result:

- Hardwoods with a short length and a substantial overall height are not capable of bearing the loads, as the compressive strength is exceeded against the grain
- Drying cracks as well as twisted or cross growth of the lumber lead to the bearing capacity becoming weaker
- Hardwoods in the lengths conventionally used are highly suitable for heating purposes, something which can lead to pilfering on construction sites

The state of the art for such piles nowadays points to the application of segment supports made of recycling plastic. These blocks serve the unstressed storage of concrete prefabricated parts and are provided with a corresponding radius during the production process. In this way, a complete contact area is assured, which contributes to the supports possessing an enormous bearing capacity. If desired the blocks can be provided with locking devices. Exactly vertical transfer of force is assured thanks to the precise positioning of the supports. This prevents the occurrence of eccentricities, which the concrete is incapable of withstanding while reaching maturity and which can lead to crack formation

ZU VERKAUFEN

Bohrgerät Comacchio MC1200, Jg. 2010

3900 Stunden, gut unterhalten,

betriebsbereit mit div. Zubehör,

ab Platz Kaufpreis CHF 128'000.-, WIR-Anteil möglich

Hans Wiederkehr, wiederkehr@bereuter-gruppe.ch
oder +41 43 399 33 00

Ein Beispiel hierfür ist das Projekt Koralmtunnel in Österreich. Der 32,8 km lange Tunnel bildet als Verbindung zwischen den Bundesländern Steiermark und Kärnten den zentralen Bauabschnitt der zweigleisigen Eisenbahn-Hochleistungsstrecke „Koralmbahn Graz–Klagenfurt“. Für das Baulos KAT2 hat Hahn Kunststoffe, angepasst an die gegebenen Anforderungen, über 40 000 Tübbing- und Sohl-tübbingklötze unterschiedlicher Ausprägung produziert. Auch für den Bau eines 23,2 km langen Triebwasserstollens in Tübbingbauweise im Rahmen des Gemeinschaftskraftwerkes Inn in Maria Stein, Österreich, liefert Hahn Kunststoffe die kleinen Helfer. Bei den Tunnelbohrarbeiten fallen insgesamt ca. 1 Million m³ Ausbruchmaterialien an. Diese werden für die Produktion der rund 50 000 Tübbinge vor Ort verwendet. Die Lagerung erfolgt auf Klötzen aus hanit Recyclingkunststoff, die einer Maximallast von bis zu 3,5 N/mm² standhalten. 

www.hahnkunststoffe.de

or even breaks. In this connection, a three-point storage setup prevents the creation of torsional forces and helps attain a tension-free situation. Under the brand name hanit, the German company Hahn Kunststoffe designs and produces high-quality, custom-built solutions made of recycling plastic on behalf of the client for storing and transporting segments for numerous tunnelling projects.

The Koralm Tunnel is just one example. The 32.8 km long tunnel forms the central construction section of the twin-track high speed rail link "Koralmbahn Graz-Klagenfurt" connecting the Austrian federal states of Styria and Carinthia. For contract section KAT2, Hahn Kunststoffe has produced more than 40 000 segment and base segment blocks of varying kinds to adjust to the given conditions.

Hahn Kunststoffe has also supplied appropriate supports to aid the building of a 23.2 km long headrace tunnel within the framework of the Inn joint-venture generating plant (GKI) in Maria Stein, Austria. A total of 1 million m³ of excavated material accumulates while driving the tunnel. This is used on the spot for producing the around 50 000 segments. Storage takes place on blocks made of hanit recycling plastic, which is capable of withstanding a maximum load of up to 3.5 N/mm². 

 **BGL** 2015
BAUGERÄTELISTE

NEU

NEUAUFLAGE 2015

Jetzt neu

Die BGL Baugeräteliste mit den Mittleren Neuwerten 2014 – als Buch, Online-Version und csv-Daten

BGL 2015 Online

immer auf dem neuesten Stand
EUR 299,00 p.a.

Bestellen bei Profil-Buchhandlung im Bauverlag

Bauverlag BV GmbH
Avenwedder Straße 55
33311 Gütersloh
Tel.: 05241 80 88957
profil@bauverlag.de
www.profil-buchhandlung.de/bgl

JETZT BESTELLEN!

 **PROFIL**
BUCHHANDLUNG IM BAUVERLAG

 **DIE DEUTSCHE
BAUINDUSTRIE**
BAUEN UND SERVICES

bau | | verlag
Wir geben Ideen Raum

UIUA 2017

Underground Infrastructure of Urban Areas
Science and Technical
University of Wrocław, Main
Building, Wrocław, Poland
25.–26.10.2017

Contact:

Andrzej Kolonko
(secretary of the conference)
Tel.: +48 71 320 29 14
Mobile: +48 507043537
andrzej.kolonko@pwr.edu.pl
www.uiua.pwr.edu.pl

**16th Australasian
Tunnelling Conference
2017**

The Star, Sydney, Australia
30.10.–01.11.2017

Contact:

Engineers Australia/
Australasian Tunnelling
Society
Tel.: +61 2 9410 5652
ats2017@engineersaustralia.
org.au
http://ats2017.com.au/

**The Value is
Underground**

*15th International AFTES
Congress*
Palais des Congrès, Paris,
France
13.–15.11.2017

**+ ITA Tunnelling Awards 2017
(15.11.)**

+ Shaping the Future (16.11.)
Underground architecture
and urban development

Contact:

AFTES – L'Association
Française des Tunnels et
de l'Espace Souterrain
Tel.: +33 1/44 58 2-743
Fax : +33 1/44 58 2-459
www.aftes.asso.fr

**6th Annual Cutting Edge
Conference**

*Advances in
Tunneling Technology*
Seattle Renaissance Hotel,
Seattle, USA
13–15.11.2017

Contact:

Tel: +1 303.948.4200
cs@smenet.org
www.ucaofsmecuttingedge.
com

ITC 2017

*12th Iranian & 3rd Regional
Tunnelling Conference*
"Tunnelling and Climate
Change"
Olympic Hotel, Teheran, Iran
27.–29.11.2017

Contact:

IRTA Office
Tel.: +98 21 88 630 495
Fax: +98 21 88 00 87 54
info@itc2017.ir
www.itc2017.ir

Südbahntagung 2017

Montanuniversität Leoben,
Österreich
30.11.2017

Kontakt:

robert.galler@unileoben.ac.at
robert.hermann@unileoben.
ac.at
www.suedbahntagung.at

Tunnel Turkey 2017

International Symposium
02.–03.12.2017
Wyndham Grand Istanbul
Levent Hotel, Şişli, Istanbul,
Turkey

Contact:

Turkish Tunnelling Society
Tel.: +90 212 438 1754
info@tunnelturkey.org
www.tunnelturkey.org

**STUVA-Tagung 2017/
STUVA Conference 2017**

ICS Internationales Congress-
center Stuttgart, Germany
06.–08.12.2017

Contact for participants:

Stefanie Posch
STUVA e. V.
Tel.: +49 221/5 97 95-0
team@stuva-conference.com
www.stuva-conference.com

Contact for exhibitors:

Heiko Heiden
deltacom projektmanage-
ment GmbH
Tel.: +49 40/35 72 32-0
heiden@deltacom-hamburg.
de
www.stuva-expo.de

**Spritzbeton-Tagung
2018/Shotcrete 2018**

Congress Centrum, Alpbach,
Austria
11.–12.01.2018

Contact:

Prof. Wolfgang Kusterle
Tel.: +43 650 82 44 610
spritzbeton@kusterle.net
www.spritzbeton-tagung.com

**bui – Brünig Untertag
Innovation**

Brünig Park, Lungern,
Schweiz/Switzerland
15.–16.03.2018

Contact:

Tel.: +41 41 679 77 99
Fax: +41 41 679 77 75
bui@bruenigpark.ch
www.bui-expo.ch

**33. Christian Veder
Kolloquium**

*Tiefe Baugruben und Schächte
im Boden*
05.–06.04.2018

TU Graz, Hörsaal P1; Graz,
Österreich

Kontakt:

Institut für Bodenmechanik
und Grundbau, TU Graz
Tel.: +43 316 873-6234
Fax: +43 316 873-6232
helmut.schweiger@tugraz.at
www.cvk.tugraz.at

World Tunnel Congress 2018

Dubai World Trade Centre,
Dubai, United Arab Emirates
20.–26.04.2018

Contact:

MCI Middle East
Tel: +971 4 311 6300
wtc2018@mci-group.com
www.wtc2018.ae

4. Felsmechanik- und Tunnelbautag

Felsmechanische Fragestellungen beim Bahnprojekt Stuttgart – Ulm und anderen nationalen und internationalen Projekten

WBI-Center, Weinheim,
Deutschland
07.06.2018

Kontakt:

WBI-GmbH
Tel.: +49 6201/25990
wbi@wbionline.de
www.felsmechanik.eu

Swiss Tunnel Congress 2018

Kultur- und Kongresszentrum (KKL), Luzern, Switzerland
13.–14.06.2018

Contact:

Tagungssekretariat,
Thomi Bräm
Tel.: +41 56 200 23 33
Fax: +41 56 200 23 34
fgu@thomibraem.ch
www.swisstunnel.ch

35. Baugrundtagung

ICS Internationales Congresscenter Stuttgart, Deutschland
26.–28.09.2018

Veranstalter:

Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. – DGGT
www.dggt.de >
Veranstaltungen

bau | | verlag

We give ideas room to develop

www.bauverlag.de

tunnel 36. Jahrgang / 36th 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:
Eugen Schmitz
E-Mail: eugen.schmitz@bauverlag.de

Verantwortlicher Redakteur / Responsible Editor:
Marvin Klostermeier
Phone: +49 5241 80-88730
E-Mail: marvin.klostermeier@bauverlag.de

Redaktionsbüro / Editors Office:
Heike Telocka
Phone: +49 5241 80-1943
E-Mail: heike.telocka@bauverlag.de
Gaby Porten
Phone: +49 5241 80-2162
E-Mail: gaby.porten@bauverlag.de

Layout:
Nicole Bischof
E-Mail: nicole.bischof@bauverlag.de

Advertisement / Head of Sales:
Ute Schönbeck
Phone: +49 5241 80-89972
Fax: +49 5241 80-66926
E-Mail: Ute.Schoenbeck@bauverlag.de
(verantwortlich für den Anzeigenteil/
responsible for advertisement)

Head of International Sales:
Ingo Wanders
Phone: +49 5241 80-41973
Fax: +49 5241 80-641973
E-Mail: Ingo.Wanders@bauverlag.de

Head of Digital Sales
Axel Gase-Jochens
Phone: +49 5241 80-7938
Fax: +49 5241 80-67938
E-Mail: Axel.Gase-Jochens@bauverlag.de

Gültig ist die Anzeigenpreisliste Nr. 34 vom 1.10.2015
Advertisement Price List No. 34 dated 1.10.2015 is currently valid

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

Italien/Italy
Ediconsult Internazionale S.r.l.
Signora Paola Pedevilla
Piazza Fontane Marose, 3
16123 Genova
Tel.: +39 010 583 684 / Fax: +39 010 566 578
e-mail: costruzioni@ediconsult.com

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

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

Verlagsleiter / Publishing Director:
Markus Gorisch
Phone: +49 5241 80-2513

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

Bauverlag BV GmbH
Postfach/P.O. Box 120, 33311 Gütersloh
Deutschland/Germany
Kontakt / Contact:
Heike Ireson
Phone: +49 5241 80-90884

E-Mail: leserservice@bauverlag.de
Fax: +49 5241 80-97109

Marketing & Vertrieb / Subscription and Marketing Manager:
Michael Osterkamp

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 € 165,00
Studenten / Students € 97,00
Ausland / Other Countries € 175,00
Einzelheft / Single Issue € 27,20
(inklusive Versandkosten / including postage)
eMagazine € 99,00

Mitgliedspreis STUVA / Price for STUVA members
Inland / Germany € 124,00
Ausland / Other Countries € 132,00

Kombinations-Abonnement Tunnel und THIS jährlich inkl. Versandkosten:
€ 214,80 (Ausland: € 221,54)

Combined subscription for Tunnel + THIS including postage:
€ 214,80 (outside Germany: € 221,54).
(die Lieferung per Luftpost erfolgt mit Zuschlag/with surcharge for delivery by air mail)

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

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

Veröffentlichungen:

Zum Abdruck angenommene Beiträge und Abbildungen gehen im Rahmen der gesetzlichen Bestimmungen in das alleinige Veröffentlichungs- und Verarbeitungsrecht des Verlages über. Überarbeitungen und Kürzungen liegen im Ermessen des Verlages. Für unaufgeforderte 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:
Bösmann Medien und Druck GmbH & Co. KG,
D-32758 Detmold

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





ITA - AITES GENERAL ASSEMBLY AND WORLD TUNNEL CONGRESS

20 - 26 April 2018

Dubai International Convention and Exhibition Centre, UAE

The Role of Tunnels in Building Future Sustainable Cities

f /SOETunnelling
t @SOETunnelling
#wtc2018

For Sponsorship & Exhibition Inquiries, please contact:
merwyn.fernandes@mci-group.com or +971 4 311 6300

www.wtc2018.ae



Congress Secretariat: MCI Middle East - Tel: +971 4 311 6300, Email: wtc2018@mci-group.com



I NEED INNOVATION UNDERGROUND

Our customers shape the future. By listening to their needs and challenges, we have developed a complete and comprehensive offering for the tunneling industry.

We continue to focus our R&D efforts on safe, sustainable, innovative solutions for tomorrow's challenges.

www.master-builders-solutions.com

 **BASF**
We create chemistry