

www.tunnel-online.info

tunnel

7

November

Offizielles Organ der STUVA · Official Journal of the STUVA

2017

Excavation Start at the Albvorland Tunnel | 8
Tunnel below the A8 Motorway on the Swabian Alb | 18
Durability of porous Annular Gap Grout | 28



bau || || verlag

Wir geben Ideen Raum

Highspeed

Four powerful Herrenknecht TBMs for the rail link Stuttgart-Ulm. Subsection of a 1,500 km long high speed magistrale across Europe.

Hightech

Multi-mode TBM at Filder Tunnel.

Maximum safety in difficult geology requires precise tunnelling technology: The convertible Herrenknecht Multi-mode TBM (\varnothing 10.82 m) bores with screw conveyor or belt conveyor discharge.

Highlights

Gotthard, Crossrail, Doha, S21:

Herrenknecht tunnelling technology creates unique rail connections.

Contractors:

- Filder Tunnel ARGE ATCOST 21 / Boßler Tunnel ARGE ATA
- > Porr Bau GmbH Tunnelbau
- > G. Hinteregger & Söhne Baugesellschaft m.b.H.
- > Östu-Stettin Hoch- und Tiefbau GmbH
- > Swietelsky Baugesellschaft m.b.H.
- Albvorland Tunnel
- > Implenia Construction GmbH

Pioneering Underground Technologies

> www.herrenknecht.com



tunnel 7/17

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



Quelle/Credit: Bahnprojekt Stuttgart-Ulm

Bahnprojekt Stuttgart-Ulm, Tunnel unter der Autobahn A8: Zur Herstellung des Tunnels in offener Bauweise wurde die Autobahn im September temporär verschwenkt, um Baufreiheit für den ersten Bauabschnitt herzustellen (Luftaufnahme Bauzustand vom 13.10.2016)

Stuttgart-Ulm Rail Project; the tunnel below the A8 motorway: the motorway was temporarily diverted to create space for building the first construction section of the cut-and-cover tunnel (aerial shot of the construction status on Oct. 13, 2016)

(Seite/page 14)

Title

Sandvik-Bohrwagen DT 821-SC im Einsatz beim Bau des Semmering-Basistunnels in Österreich, am Baulos SBT 2.1, Frörschnitzgraben. Der etwa 4,3 km lange Abschnitt in Richtung Müzzuschlag entsteht im Bagger- und Sprengvortrieb

Sandvik tunnelling jumbo DT 821-SC at work at the Austrian Semmering Base Tunnel, construction lot SBT 2.1, Frörschnitzgraben. The section of around 4.3 km in the direction of Müzzuschlag is built by drill and blast

Nachrichten / News

2

Hauptbeiträge / Main Articles

Bahnprojekt Stuttgart-Ulm: Der Tunnel unter der Autobahn A8 auf der Schwäbischen Alb

14

Stuttgart-Ulm Rail Project: The Tunnel below the A8 Motorway on the Swabian Alb

Dr.-Ing. Stefan Kielbassa, Florian Schwarzbauer, B.Sc., Mag. Martin Tröscher

Poröser Ringspaltmörtel – Prüfverfahren zur Bewertung der Dauerhaftigkeit unter Sulfateinfluss

28

Porous Annular Gap Grout – Test Procedures for the Assessment of Durability under Sulphate Exposure

Stefan Peters M.Sc., Dipl.-Ing. Dennis Edelhoff MBA

Monitoring & Arbeitssicherheit / Monitoring & occupational Safety

Abwasserkanal Emscher: TBM-Navigation und Sicherheitskonzept im BA 40

40

New Emscher Sewer Tunnel: TBM Navigation and Work Safety Concept in BA 40

Abdichtung / Sealing

Neues Dichtprofilkonzept für den Tübbingausbau im Alborlandtunnel

46

New Sealing Profile Concept for the Segment Lining in the Alborland Tunnel

Andreas Diener

ITA / World Tunnel Congress 2017

Strategische Ziele und Aufgaben der ITA 2017–2020

52

The 2017–2020 ITA Strategic Goals and Actions

ITA-Studie zum weltweiten Tunnelbaumarkt 2016

54

ITA International Tunnel Market Survey 2016

ITA-CET-Trainingskurs im Rahmen des WTC 2017

56

ITA-CET Training Course during WTC 2017

Dipl.-Ing. Roland Herr

STUVA-Nachrichten / STUVA News

60

Informationen / Information

Veranstaltungen / Events

71

Impressum / Imprint

72



**YOUR
PARTNER IN
TUNNEL CON-
STRUCTION**



Schweiz

Ausbau Lötschberg-Basistunnel gefährdet

Am 29. September 2017 hat der Schweizer Bundesrat die Vorlage zum Ausbauschritt der Bahninfrastruktur 2030/35 präsentiert. In beiden Varianten mit 7 bzw. 11,5 Milliarden Franken Investitionsvolumen sei „der notwendige Ausbau des Lötschberg-Basistunnels nicht enthalten“, kritisierte das Lötschberg-Komitee; dies sei nicht nachvollziehbar. Die Geschäftsführerin des Komitees, Nationalrätin Viola Amherd sagte: „Der Rahmen des nächsten Ausbauschrittes muss auf mindestens 12 Milliarden erweitert werden.“

Der Ausbau sei für die gesamte Schweiz und die Hauptstadtregion von großer Wichtigkeit. Der Lötschberg-Basistunnel müsse in den Ausbauschritt 2035 aufgenommen werden. Eine zeitliche Verzögerung würde zu unnötigen Mehrkosten führen.

Laut der Bahngesellschaft BLS ist der 2007 eröffnete Lötschberg-Basistunnel heute bis an die Grenze ausgelastet. Gründe dafür seien einerseits das rasante Wachstum des Personen- und Güterverkehrs, andererseits die begrenzte Kapazität aufgrund des langen Einspurabschnittes. Denn von den 34,6 km Tunnelstrecke sind nur 14 km zweispurig befahrbar. Ein Teil der westlichen Röhre ist noch im Rohbau, ein weiterer noch nicht ausgebrochen. Die einspurige Strecke von 21 km verunmögliche eine Ausweitung des Personen- und Güterverkehrs und führe zu hohen Betriebskosten. Ein Doppelspurausbau sei, so die BLS, deshalb zwingend nötig.



Switzerland

Completion of the Lötschberg Base Tunnel endangered

On 29 September 2017, the Swiss Federal Council presented the submission for the improvement stage of rail infrastructure for 2030/35. In neither of the variants with investment volumes of 7 or 11.5 billion Swiss francs is „the necessary completion of the Lötschberg Base Tunnel included“, criticised the Lötschberg committee, „this does not make sense“. The director of the committee, Council member Viola Amherd said: „the budget for the next improvement stage has to be increased to at least 12 billion.“

The completion is of great importance for the whole of Switzerland and the capital region. The Lötschberg Base Tunnel has to be included in the improvement stage for 2035. Any delay would lead to unnecessary extra costs.

According to the railway company BLS, the Lötschberg Base Tunnel, which opened in 2007, is now operating at full capacity. The reasons for this are on the one hand the rapid growth of passenger and goods traffic and on the other hand its limited capacity due to the long single-track section. Of the total 34.6 km of the tunnel, only 14 km is open with two tracks. Part of the west bore is still under construction and another part has not yet been excavated. The single-track section of 21 km prevents the extension of passenger and goods traffic and leads to high operating costs. The completion of the tunnel, with two tracks is thus urgently necessary according to the BLS.



**SBM –
ALL FROM ONE HAND**

**SYSTEM SOLUTIONS FOR
TUNNEL CONSTRUCTION**

- 24/7 production on site
- Feeding capacity up to 600 t/h
- Concrete capacity up to 340 m³/h
- Perfection in modularity and flexibility
- Outstanding performance and fair market value

**VISIT US
STUVA
6.- 8.12.2017
Stuttgart
Stand A132**

SBM Mineral
Processing GmbH
office@sbm-mp.at
www.sbm-mp.at



UNDERSTANDING UNDERGROUND

For decades, we've worked with various tunneling projects around the world, creating cutting-edge technology to serve you with the best solution for your application. As the only manufacturer in the business with our own underground R&D center we continue to be the clear forerunner in the tunneling equipment industry.

WWW.UNDERSTANDINGUNDERGROUND.SANDVIK.COM



Deutschland

Tunnel unter dem Main für zukunftsweisendes Fernwärmenetz

Die Mainova AG, Frankfurt/Main, beliefert als Hessens größter Energieversorger mehr als eine Millionen Menschen mit Strom, Gas, Wasser und Wärme. Am 10 August 2017 wurde der neue Mainova-Kraftwerksverbund gestartet und die seit 2009 modernisierten Heizkraftwerke West, Messe und Niederrad sowie das Müllheizkraftwerk in der Nordweststadt über eine 13,5 km lange Fernwärmeleitung miteinander verbunden. Das 150 Millionen Euro teure Projekt soll ein jährliches CO₂-Einsparpotenzial von rund 100 000 t erbringen.

Zur Verbindung der zuvor getrennten Fernwärmenetze um die einzelnen Kraftwerke waren auch zwei kurze Tunnel vonnöten. Neben einem 235 m langen Tunnel 6 m unter dem Gleisfeld des Frankfurter Hauptbahnhofs, der bei laufendem Bahnbetrieb errichtet werden musste, stellte andernorts die Unterquerung des Mains eine Herausforderung dar. Hier wurde für rund 10 Millionen Euro ein 300 m langer Tunnel etwa 10 m unter der Main-Sohle zum Verbinden der Heizkraftwerke Niederrad und West vorgegraben. Der Main-Tunnel besteht aus 4 m langen Stahlbeton-Rohrsegmenten mit 2,5 m Innendurchmesser, 25 cm Wanddicke und entsprechender Fugenabdichtung.

Von der 24 m tiefen Startbaugrube am südlichen Main-Ufer wurde eine Automatische Vortriebsmaschine Nass mit zweigeteilter Abbaukammer, eine AVND 2000 von Herrenknecht eingesetzt, die besonders für setzungssensitive Vortriebe auch unter hohem Grundwasserdruck und bei geringer Überdeckung geeignet ist. Nach nicht einmal sechs Wochen erreichte die AVN im Juli 2016 den 20 m tiefen Zielschacht. Den Tunnelbau führten die Bauer Spezialtiefbau und die Epping Rohrvortrieb GmbH, Bocholt, aus. G. B.

Germany

Tunnel under the River Main for innovative District Heating Network



Quelle/credit: Mainova AG

Tunneldurchbruch im Juli 2016 auf der nördlichen Main-Seite

Tunnel breakthrough on the northern side of the Main in July 2016

Mainova AG, of Frankfurt on Main, is the largest energy utility in the state of Hesse and supplies more than a million people with power, gas, water and heat. On 10 August 2017, the new Mainova virtual power plant came into operation and the combined heat+power (CHP) cogeneration plants of „West“, „Messe“ and „Niederrad“, modernised from 2009 onward, and also the waste-fuelled CHP plant in the north-western „Nordweststadt“ district, were linked to each other via a 13.5 km long district heating pipeline. The 150 million euro project is to realise an annual CO₂ savings potential of some 100 000 t.

Two short tunnels were also needed to connect the previously separate district heating systems around the individual power-generating plants. In addition to a 235 m long tunnel running 6 metres below the track complex of Frankfurt's main station, which had to be constructed with rail traffic operating above, tunnelling under the Main also presented a challenge. Here, a 300 m long tunnel has been completed at a cost of some 10 million euros around 10 m below the bed of the river, in order to connect the „Niederrad“ and „West“ CHP plants. The Main Tunnel consists of 4 m long reinforced-concrete tubular segments of 2.5 m internal diameter and 25 cm wall thickness, with corresponding joint sealing and waterproofing. An automatic wet tunnel-boring machine with a split excavation chamber – an AVND 2000 machine supplied by Herrenknecht, a type particularly suitable for subsidence-endangered tunnelling projects even under high groundwater pressures and with only slight overcover - was deployed from the 24 m deep launch pit on the southern bank of the Main. The AVN reached the 20 m deep reception pit in July 2016 after less than six weeks of tunnelling. Bauer Spezialtiefbau and Epping Rohrvortrieb GmbH, of Bocholt, were responsible for construction of these tunnels.

G. B.



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





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

Deutschland/Messe

InnoTrans 2018: Internationaler Branchentreff auch für die Tunnelbranche

Bereits zehn Monate im Voraus zeichnet sich für die 12. InnoTrans eine beeindruckende Wiederbeteiligungsquote ab. Die aktuellen Anmeldezahlen der Weltleitmesse für Verkehrstechnik übertreffen die Vergleichswerte der Vorveranstaltung um 25 Prozent. Auf der InnoTrans 2016 informierten sich mehr als 137 000 Fachbesucher aus 119 Ländern über die Innovationen der globalen Bahnindustrie.

Ein Faktor für den Erfolg der InnoTrans und das starke Ausstellerinteresse liegt unter anderem auch im erfolgreichen Messesegment Tunnel Construction. In Halle 5.2 des Berliner Messegeländes werden vom 18. bis 21. September 2018 erneut Tunnelaussteller aus der ganzen Welt ihre Lösungen für den Neubau und die Instandhaltung von Tunnelanlagen vorstellen. Bereits angemeldet haben sich renommierte Unternehmen wie Herrenknecht AG, Niedax GmbH & Co. KG, Zapp-Zimmermann GmbH aus Deutschland sowie Talleres Zitron S.A. aus Spanien. Als Neuaussteller vertreten ist beispielsweise das Unternehmen Ultra Fog Ltd. aus Großbritannien, Hersteller von Wassernebelprühsystemen zur Brandbekämpfung. Den Weg aus Südkorea nimmt erstmals SangSangDom Co., Ltd.



Die InnoTrans 2018 wird Ausstellern und Fachbesuchern aus der Tunnelbranche erneut als internationale Kontaktplattform dienen

The InnoTrans 2018 will again serve as an international contact platform for exhibitors and specialist visitors from the tunnel industry

Germany/Trade Fair

InnoTrans 2018: International Industry Forum includes the Tunnel Sector

Even ten months in advance, an impressive repeat exhibitor rate is already apparent for the 12th InnoTrans. Current registration figures for the world's leading transport technology fair exceed the statistics for the previous event by 25 percent. And more than 137 000 specialist visitors from 119 countries came to the InnoTrans 2016 to obtain information on innovations in the global rail industry.

Quelle/Credit: Messe Berlin

The successful Tunnel Construction fair segment is with certainty one of several important factors in the success of the InnoTrans and the high interest shown by exhibitors. Tunnel-industry participants from around the world will again be highlighting their solutions for the construction of new and maintenance of existing tunnel systems in Hall 5.2 at the Berlin exhibition grounds from 18 to 21 September 2018. Already registered are such renowned companies as Herrenknecht AG, Niedax GmbH & Co. KG, Zapp-Zimmermann GmbH (all from Germany) and Talleres Zitron S.A., from Spain. A new exhibitor is Ultra Fog Ltd., from the United Kingdom, a producer of water-mist sprinkler systems for firefighting purposes. Coming, for the first time, all the way from South Korea is SangSangDom Co., Ltd., a manufacturer of tunnel-inspection robots.

Mit innovativen Lösungen für die Zukunft bauen



Stuttgart 21 Los 1b



Düsseldorf Wehrhahnlinie



- Bauwerks- und Baugrubenabdichtung
- Injektionen im Tunnelbau
- Kraftwerks- und Talsperreninjektionen
- Spritzbetonarbeiten
- Bohrungen für Injektionen, Anker und Vereisungen
- Hebungsinjektionen
- Bodenverfestigungen

Berlin U5



Doha Green Line



auf sich; das Unternehmen stellt Tunnelinspektions-Roboter her. Das Segment Tunnel Construction, das auf der InnoTrans 2006 eingeführt wurde, ist mittlerweile nicht mehr aus dem Messeportfolio wegzudenken. 240 tunnelspezifische Produkte wurden 2016 auf dem Berliner Messegelände präsentiert.

Internationale Aussteller

Die InnoTrans dient Ausstellern und Fachbesuchern als globale Netzwerkplattform. Erkennbar ist das auch an der hohen Internationalität der Tunnelaussteller: 56 Prozent reisten für die InnoTrans 2016 aus dem Ausland an. Da die InnoTrans als internationale Leitmesse für Verkehrstechnik die gesamte Wertschöpfungskette abbildet, gelingt hier der direkte Kontakt mit Partnern, Anbietern und Abnehmern sowohl aus dem Segment Tunnel Construction als auch aus dem eng damit verbundenen Segment Railway Infrastructure. Hier sind unter anderem als deutsche Aussteller mit dabei: Leonhardt Moll Betonwerke, Max Bögl Stiftung & Co. KG, Spitzke SE und Wacker Neuson Group. Ebenso vertreten ist die Amberg Technologies AG aus der Schweiz.

International Tunnel Forum

Begleitet wird das Messesegment Tunnel Construction vom International Tunnel Forum, das in international besetzten Diskussionsforen über aktuell diskutierte Tunnelthemen informiert. Veranstalter ist die STUVA (Studiengesellschaft für Tunnel und Verkehrsanlagen e. V.). 

The Tunnel Construction segment, introduced at the InnoTrans 2006, has now become an indispensable part of the fair portfolio. The 2016 event saw the highlighting of some 240 tunnel-specific products on the Berlin exhibition site.

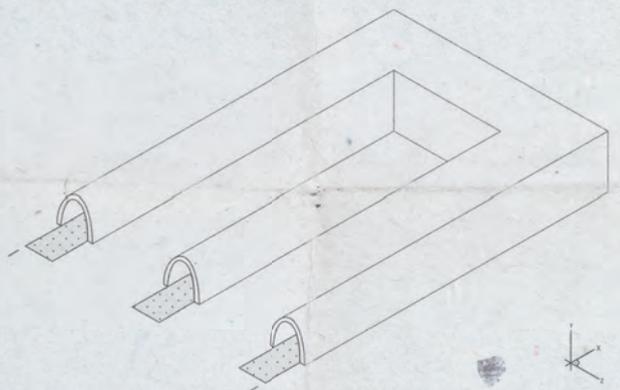
International Exhibitors

The InnoTrans serves as a global networking platform for exhibitors and specialist visitors. This is also apparent from the high degree of internationality of the tunnel-related exhibitors: 56 percent came from abroad to exhibit at the InnoTrans 2016. The InnoTrans, as the international lead fair for transport technology, covers the entire value chain, assuring direct contacts between partners, suppliers and customers from both the Tunnel Construction and the closely associated Railway Infrastructure segments. The following is only a selection of the leading German exhibitors: Leonhardt Moll Betonwerke, Max Bögl Stiftung & Co. KG, Spitzke SE, Wacker Neuson Group. Also present will be Amberg Technologies AG, from Switzerland.

International Tunnel Forum

The Tunnel Construction segment of the fair will be paralleled by the International Tunnel Forum, which will provide information on currently topical tunnel-related subjects in discussion forums with an international composition. The forum is organised by the „STUVA“ (Research Association for Tunnels and Transportation Facilities). 

Let your
abilities set
the limits.
**Not the
material.**



Visit us at the **STUVA Expo 2017**
in Stuttgart, **Booth E122.**

fermacell®
AESTUVER

AESTUVER Tx fire-protection boards for

projects with extreme material expectations.

The fire-protection boards are primarily designed with extreme situations in underground transport systems in mind and are weatherproof and frost-resistant. They offer optimum fire safety and a reduced system structure and weight.

www.fermacell-aestuver.com



ALBATROS ENGINEERING GMBH

Rohrbacherstrasse 6 · A-4175 Herzogsdorf · Austria
Tel.: +43-7232 / 34552-0
Fax: +43-7232 / 34552-213
E-Mail: office@alba.at · Internet: www.alba.at

SONDERMASCHINENBAU – BAUMASCHINENHANDEL

FOR SALE:

- 1 pc. Jumbo, ATLAS COPCO, Rocket Boomer WL3C, year: 2006
- 1 pc. Jumbo, ATLAS COPCO, Rocket Boomer XE3C, year: 2007
- 1 pc. Jumbo, ATLAS COPCO, Rocket Boomer L2C, year: 2003
- 1 pc. Jumbo, ATLAS COPCO, Rocket Boomer L2C, year: 2002
- 1 pc. Jumbo, ATLAS COPCO, Rocket Boomer L2C, year: 2004
- 1 pc. Jumbo, ATLAS COPCO, Rocket Boomer E2C, year: 2009
- 1 pc. Jumbo, ATLAS COPCO, Rocket Boomer 282, year: 2006
- 1 pc. Jumbo, ATLAS COPCO, Rocket Boomer 282, year: 2008
- 1 pc. Jumbo, Deilmann Haniel, BTRL2, year: 2003
- 2 pc. Shotcrete mobile, Putzmeister PM500, year: 2009
- 5 pc. Shotcrete mobile, Meyco Potenza, year: 2006 – 2010
- 1 pc. Concrete pump, Aliva, AL263, year: 2006
- 1 pc. Concrete pump, Aliva, AL285, year: 1999
- 1 pc. Tunnel loader, Schaeff, ITC312H3, year: 2002
- 1 pc. Side dump loader, Deilmann-Haniel, L513SD, year: 2004



BEGEISTERT FÜR FORTSCHRITT



SPEZIALTIEFBAU

- Gründungen
- Baugrundverbesserungen
- Dichtwände
- Baugruben

BAUER Spezialtiefbau GmbH • 86529 Schrobenhausen • Tel. +49 8252 97-0 • BST@bauer.de
www.bauer.de

Bahnprojekt Stuttgart-Ulm

Erste von zwei Tunnelbohrmaschinen startet Vortrieb am Albvorlandtunnel

Am 6. Oktober 2017 wurden die Vortriebsarbeiten für den 8176 m langen Albvorlandtunnel offiziell eingeläutet. Implenia erstellt den Tunnel im Auftrag der Deutschen Bahn als wichtigen Teilabschnitt der rund 60 km langen Bahn-Neubaustrecke zwischen Stuttgart und Ulm. Die erste der beiden Herrenknecht-EPB-Tunnelbohrmaschinen namens Wanda wird sich nun ihren Weg durch den Untergrund des Albvorlandes von Kirchheim unter Teck bis nach Wendlingen bahnen. Die zweite Maschine, die den Namen Sibylle trägt, wird zeitlich versetzt ihre Arbeit aufnehmen. Die Vortriebe beider Tunnelröhren werden dann parallel voranschreiten und rund eineinhalb Jahre andauern. Den offiziellen Baubeginn für den letzten großen Tunnel des Bahnprojekts begleiteten u. a. Ronald Pofalla, Vorstand Infrastruktur Deutsche Bahn, Guido Wolf, Europaminister des Landes Baden-Württemberg, Norbert Barthle, Parlamentarischer Staatssekretär im Bundesverkehrsministerium, und Anton Affentranger, CEO Implenia. Auch Tunnelpatin Nicole Hoffmeister-Kraut, Wirtschaftsministerin des Landes Baden-Württemberg, verfolgte den Beginn der Arbeiten an dem während der Bauzeit nach ihr benannten Tunnel „Nicole“.

Stuttgart-Ulm Railway Project

First of two TBMs begins Work at the Albvorland Tunnel

Construction work on the Albvorland Tunnel, which will be 8176 m long, officially began on 6 October 2017. Implenia has been commissioned by Deutsche Bahn to build the tunnel, a key section of the new 60 km long railway line between Stuttgart and Ulm. The first of the two EPB TBMs by Herrenknecht, known as Wanda, will carve its way through the rocks beneath the Albvorland region between the towns of Kirchheim unter Teck and Wendlingen. The second machine, called Sibylle, will start a little later; work on the two tunnels will progress in parallel for approximately 18 months. The ceremony to mark the official start of construction of the railway project's last major tunnel was attended by, among others, Ronald Pofalla, Member of Deutsche Bahn's Management Board responsible for Infrastructure, Guido Wolf, Europe Minister for Baden-Württemberg, Norbert Barthle, Parliamentary State Secretary at the Federal Ministry of Transport, and Anton Affentranger, CEO of Implenia. Tunnel "Godmother" Nicole Hoffmeister-Kraut, Minister of Economic Affairs for Baden-Württemberg, was also there to see work begin on the tunnel that has been named "Nicole" after her, during the construction stage.



Quelle/Credit: Jürgen Stresius

Rund eineinhalb Jahre werden die beiden EPB-Tunnelbohrmaschinen Wanda und Sibylle (Schilddurchmesser jeweils 10,82 m) benötigen, um die Vortriebsarbeiten am 8176 m langen Albvorlandtunnel zu bewältigen

The two EPB tunnel boring machines Wanda and Sibylle (shield diameter: 10,82 m each) will need approximately 18 months for the excavation of the 8176 m long Albvorland Tunnel on the new Wendlingen–Ulm railway line

Neben dem Albvorlandtunnel ist Implenia für den Bau der Anbindung an die Bahnstrecke Stuttgart-Tübingen, die sogenannte „Kleine Wendlinger Kurve“, sowie für die Güterzuganbindung mit zwei rund 170 m langen, eingleisigen Tunneln am Westportal des Albvorlandtunnels in Wendlingen zuständig.

Für die gesamte Neubaustrecke sind inzwischen rund 38 km und damit über 60 % von insgesamt 61 km Tunnel gegraben. ⓘ

In addition to the Albvorland Tunnel, Implenia is in charge of building the link to the Stuttgart-Tübingen line, the “Kleine Wendlinger Kurve”, and the freight train link, which includes two 170 m, single-track tunnels at the western portal of the Albvorland Tunnel in Wendlingen. More than 60 % of the tunnel excavation works (38 km of altogether 61 km) on the new Wendlingen–Ulm rail line have been completed by now. ⓘ



STUVA - Expo 2017

6. – 7.12.17 | Messe Stuttgart

Besuchen Sie uns: Halle 4, Stand D107

HUNING
UMWELTECHNIK

HUNING Umwelttechnik
GmbH & Co. KG
Klippenbusch 20 · 49326 Melle
Telefon: 0 54 29 / 94 49 - 0
E-Mail: info@huning.de
www.huning-umwelttechnik.de

EIN UNTERNEHMEN
DER HUNING GRUPPE

HUNING DEKANTER – neu und gebraucht

**Nutzen Sie
unseren
Zentrifugen-
Service!**



Deutschland

Gesamt-Inbetriebnahme der VDE 8

Die 500 km lange Aus- und Neubautrecke Nürnberg–Berlin, bekannt als Verkehrsprojekt Deutsche Einheit Nr. 8 (VDE 8), wurde als Hochgeschwindigkeitsstrecke (bis zu 300 km/h) 1991 von der Bundesregierung beschlossen, 1996 begonnen, und soll nach einer Unterbrechung (1999–2006) und nach Vollendung zweier Teilprojekte 2006 und 2015 nun zum Fahrplanwechsel am 10. Dezember 2017 den Betrieb auf ganzer Strecke aufnehmen. Dies bedeutet einen Lückenschluss im Europäischen Schnellbahnnetz. Die 230 km Neubau- und 270 km Ausbaustrecke der VDE Nr. 8 mit 27 Tunneln (56 km) und 37 Talbrücken kosten 10 Milliarden Euro; dazu kommen 2,5 Milliarden für den Ausbau der Bahnknoten Erfurt, Halle und Leipzig.

Teilprojekt VDE 8.1, Nürnberg–Erfurt

190 km lang, unterteilt in Nürnberg–Ebensfeld (83 km; 230 km/h; seit 2012 in Betrieb) und Ebensfeld–Erfurt (207 km; 300 km/h; Ende 2017 in Betrieb)



Eine Wellenlänge voraus

SPT PUMPEN

SÖNDGERATH PUMPEN GmbH
Zur Schmiede 7 - M1 Gewerbehark
45141 Essen
Germany
Tel.: +49 (0)201 - 890610-0
Fax.: +49 (0)201 - 890610-30
E-Mail: info@sptpumpen.de
www.spt-pumpen.de

...von führenden Wasserexperten empfohlen!

Germany

VDE 8 completely operational

The 500 km long new/upgraded Nuremberg-Berlin rail route, also known as German Unity Transport Project No. 8 (VDE 8), was approved by the German Parliament in 1991 in the form of a high-speed line (up to 300 km/h). It was embarked on in 1996 and following the completion of two part-projects in 2006 and 2015, will start operating over its entire length when the new timetable comes into effect on December 10, 2017. This signifies the closure of a gap in the European high-speed network. The 230 km new and 270 km upgraded sections comprising the VDE No. 8 with 27 tunnels (56 km) and 37 valley bridges will cost 10 billion euros; a further 2.5 billion will be added for developing the Erfurt, Halle and Leipzig rail hubs.

Part-Project VDE 8.1, Nuremberg-Erfurt

190 km long, divided up into Nuremberg-Erfurt (83 km; 230 km/h; operational since 2012) and Ebensfeld-Erfurt (207 km; 300 km/h; operational late 2017)

Almost the half of VDE 8.1 comprises bridges (29 with a total length of 12 km) and 22 tunnels (**see box**) with a total length of 41 km; they include Germany's third longest rail tunnel, the Bleßberg Tunnel, which is 8.3 km in length. The tunnels possess twin solid slab tracks and can cope with speeds of up to 300 km/h. The tunnel tubes were produced by trenchless means with a two-shell vault made of shotcrete and water impermeable concrete.

Part-Project VDE 8.2, Erfurt-Leipzig/Halle

123 km long; 300 km/h; operational since late 2015

It includes three tunnels totalling 15.4 km in length and six valley bridges (totalling 14.4 km in length). The tunnels consist of two single-track tubes with a solid slab track with a centre distance of 25 m. They are connected by smoke-tight cross-passages set 500 m apart. The two tubes of the Finne Tunnel were driven by two TBMs with roughly 11 m shield diameter. The Bibra Tunnel and the Osterberg Tunnel were produced by the NATM with a two-shell lining.

Part-Project VDE 8.3, Leipzig/Halle-Berlin

187 km long; 200 km/h; operational since 2005

Along the route 51 railway crossings were replaced by rail or road bridges; in addition there were extensive upgrading activities and new structures produced at the Halle and Leipzig hubs.

G. B.



VDE 8.1 besteht fast zur Hälfte auf Brücken (29 mit 12 km Gesamtlänge) und in 22 Tunneln (**siehe Kasten**) mit 41 km Gesamtlänge; darunter befindet sich der drittlängste Eisenbahntunnel Deutschlands, der Bleißberg Tunnel mit einer Länge von 8,3 km. Die Tunnel sind zweigleisig mit fester Fahrbahn und können mit 300 km/h befahren werden. Die Tunnelröhren entstanden in bergmännischer Bauweise mit zweischaligem Gewölbe.

Teilprojekt VDE 8.2, Erfurt–Leipzig/Halle

123 km lang; 300 km/h; seit Ende 2015 in Betrieb

Dazu gehören drei Tunnelbauwerke mit 15,4 km Gesamtlänge und sechs Talbrücken (14,4 km). Die Tunnel bestehen aus zwei eingleisigen Röhren mit fester Fahrbahn, 25 m Gleisabstand und rauchdichten Querstollen alle 500 m. Die beiden Röhren des Finnetunnels wurden mit zwei TVM mit rund 11 m Schilddurchmesser aufgeföhren. Der Bibratunnel und der Osterbergtunnel wurden in Spritzbetonbauweise mit zweischaligem Gewölbe hergestellt.

Teilprojekt VDE 8.3, Leipzig/Halle–Berlin

187 km lang; 200 km/h; seit 2006 in Betrieb

Auf der Strecke wurden 51 Bahnübergänge durch Eisenbahn- oder Straßenbrücken ersetzt; dazu kamen umfangreiche Um- und Neubauten in den Knoten Halle und Leipzig. / G. B. 

Tunnel der Neubaustrecke Ebensfeld-Erfurt (VDE 8.1)

Eierberge (Länge: 3756 m); Kulch (133 m); Lichtenholz (931 m); Höhnberg (824 m); Füllbach (1113 m); Rennberg (1072 m); Feuerfelsen (1043 m); Reitersberg (2975 m); Müß (745 m); Baumleite (1317 m); Bleißberg (8314 m); Goldberg (1163 m); Rehberg (602 m); Masserberg (1051 m); Fleckberg (1490 m); Silberberg (7391 m); Brandkopf (1493 m); Lohmeberg (688 m); Tragberg (500 m); Sandberg (1320 m); Behringen (463 m); Augustaburg (1404 m)

Tunnel der Neubaustrecke Erfurt-Leipzig/Halle (VDE 8.2)

Finnetunnel (Länge: 6970 m); Bibratunnel (6466 m); Osterbergtunnel (2082 m)

Tunnels on the new Ebensfeld-Erfurt (VDE 8.1) rail route

Eierberge (length: 3756 m); Kulch (133 m); Lichtenholz (931 m); Höhnberg (824 m); Füllbach (1113 m); Rennberg (1072 m); Feuerfelsen (1043 m); Reitersberg (2975 m); Müß (745 m); Baumleite (1317 m); Bleißberg (8314 m); Goldberg (1163 m); Rehberg (602 m); Masserberg (1051 m); Fleckberg (1490 m); Silberberg (7391 m); Brandkopf (1493 m); Lohmeberg (688 m); Tragberg (500 m); Sandberg (1320 m); Behringen (463 m); Augustaburg (1404 m)

Tunnels on the new Erfurt-Leipzig/Halle (VDE 8.2) rail route

Finne Tunnel (length: 6970 m); Bibra Tunnel (6466 m); Osterberg Tunnel (2082 m)



©OEBB

MONITORING, SURVEYING,
INFORMATION TECHNOLOGY
FOR INFRASTRUCTURE & MINING

GEODATA

WE TURN
DATA INTO
INFORMATION

> Tunnel Surveying
> Machine Guidance Systems
> Control Measurements

> Geotechnical Monitoring
> Instrumentation
> Automatic Data Acquisition

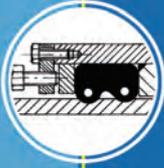
KRONOS
> Tunnel Information
> Alarming System
> Data Visualisation

GEODATA SURVEYING &
MONITORING GROUP
Hans-Kudlich-Strasse 28
8700 Leoben, Austria
office@geodata.at
www.geodata.com

01 | Instrumentation & Monitoring,
Software & Systems

02 | Infrastructure &
Mining

03 | Industrial
Surveying



Stuttgart 21

Zweite Röhre des Tunnels Bad Cannstatt durchgeschlagen

Stuttgart 21

Second Bore of the Bad Cannstatt Tunnel broken through



Streckenführung des Tunnels Bad Cannstatt
Alignment of the Bad Cannstatt Tunnel

Die DB Projekt Stuttgart–Ulm GmbH feierte am 10. Oktober 2017 den Durchschlag in der zweiten Röhre (Weströhre) des Tunnels Bad Cannstatt. Damit sind nach rund dreieinhalb Jahren die beiden Röhren der Zuführung Bad Cannstatt vom Nordkopf des künftigen Stuttgarter Hauptbahnhofs bis zum Zwischenangriff Rosenstein komplett in Spritzbetonbauweise aufgeföhren – insgesamt rund 5100 Tunnelmeter. Der Durchschlag in der Oströhre war bereits am 19. Dezember 2016 erfolgt. Der Durchschlag stellt einen weiteren Meilenstein bei der Neuordnung des Stuttgarter Bahnknotens dar – auch weil die Durchgängigkeit beider Röhren unter schwierigen geologischen Bedingungen erfolgte: Die Vortriebsmannschaften der Arge Tunnel Cannstatt (ATC) haben die Röhren teilweise in quellfähigem Gestein, dem sogenannten Anhydrit, aufgeföhren. Nun sind über 80 Prozent der relevanten Anhydrit-Bereiche in den zusammenhängenden Tunneln Bad Cannstatt und Feuerbach durchfahren.

The DB Projekt Stuttgart–Ulm GmbH celebrated the breakthrough of the second (west) bore of the Bad Cannstatt Tunnel on 10 October 2017. This means that in about three and a half years, the two bores of the Bad Cannstatt approach have been completely excavated by the shotcrete method from the north head of the future Stuttgart main station to the intermediate starting point in Rosenstein – altogether 5100 metres of tunnel. The breakthrough in the east bore already had taken place on 19 December 2016.

This breakthrough represents a further milestone in the rearrangement of the Stuttgart railway node – also since the passage through the two bores was achieved under difficult geological conditions; the tunnellers of the joint venture Arge Tunnel Cannstatt (ATC) partly had to excavate the tunnels through rock susceptible to swelling, so-called anhydrite. More than 80 per cent of the relevant anhydrite sections in the connected Bad Cannstatt and Feuerbach Tunnels have now been driven.



Der Tunnelquerschnitt im Bereich der eingleisigen Tunnelröhren liegt bei rund 10 m. Der größte Tunnelquerschnitt mit rund 22 m befindet sich in den zweigleisigen Tunnelbereichen zwischen Hauptbahnhof und dem Verzweigungsbauwerk im Kriegsberg, in dem sich die Bahnstrecken nach Feuerbach und Bad Cannstatt trennen.

Nur noch ein Kilometer bis zum Neckar

Von dem 3507 m langen Tunnel Bad Cannstatt muss nun noch die etwa ein Kilometer lange Röhre zum Neckar gegraben werden, in der beide Gleise der Zuführung gemeinsam unter dem Rosensteinpark hindurch verlaufen und vom Portal am Neckar aus über die neue Neckarbrücke nach Bad Cannstatt führen. Mit dem Bau des Tunnels war 2012 eine Arbeitsgemeinschaft aus den Unternehmen Hochtief (Federführung), BeMo Tunnelling und Wayss & Freytag beauftragt worden. Im Bauumfang eingeschlossen ist der Bau des S-Bahn-Tunnels Rosenstein (1170 m). Dadurch ergibt sich eine Tunnelbauleistung von rund 9 km mit einem Auftragswert von rund 285 Millionen Euro. 

The tunnel cross-section in the single-track running tunnels is about 10 m, and the largest section with a width of about 22 m is in each of the two-track sections between the main station and the bifurcation structure in the Kriegsberg, where the lines to Feuerbach and Bad Cannstatt split.

Only one more kilometre to the Neckar

Of the 3507 m long Bad Cannstatt Tunnel, only the section of about one km to the River Neckar long now has to be excavated, in which both tracks of the approach line run together under the Rosenstein Park and, from the portal at the river Neckar, run over the new Neckar bridge to Bad Cannstatt.

The construction of the tunnel was awarded in 2012 to a joint venture of the companies Hochtief (lead), BeMo Tunnelling and Wayss & Freytag. The construction volume includes the construction of the Rosenstein S-Bahn Tunnel (1170 m). This gives a total of 9 km of tunnels with a contract volume of about 285 million euros. 



Conveying powerful ideas

H+E Logistik supplies customised conveyors and tunnel belt systems for all companies which have a lot to move. The transport and distribution of excavated, raw and construction material demands flexible and reliable conveyor systems with seamless interfaces. Our customers receive economically and technically optimised systems designed to meet their specific requirements. Our engineering and our expertise have already been proven effectively in over 100 projects worldwide.

- Curving and extendable belt conveyor systems
- Vertical and horizontal belt storage units
- Stackers
- Vertical conveyors

Bahnprojekt Stuttgart–Ulm: Der Tunnel unter der Autobahn A8 auf der Schwäbischen Alb

Der Tunnel unter der Bundesautobahn (BAB) A8 liegt auf der Hochfläche der Schwäbischen Alb, die von der neuen Hochgeschwindigkeitsstrecke Wendlingen–Ulm gequert wird. Über das Großprojekt und den Planfeststellungsabschnitt (PFA) 2.3 Albhochfläche wurde bereits an anderer Stelle in dieser Zeitschrift berichtet [2], [3], [4]. Der Tunnel liegt in der Nähe des Streckenhochpunktes, im dritten Streckenabschnitt des rund 21 km langen Planfeststellungsabschnitts (Bild 1).

Stuttgart–Ulm Rail Project: The Tunnel below the A8 Motorway on the Swabian Alb

The tunnel below the A8 federal motorway is located on the Swabian Alb plateau, which is intersected by the new Wendlingen–Ulm high-speed rail route. Reports on the major project and the plan approval section (PFA) 2.3 Alb plateau have already appeared elsewhere in this journal [2], [3], [4]. The tunnel lies close to the highest point of the route, in the third route section of the roughly 21 km long plan approval section (Fig. 1).

Dr.-Ing. Stefan Kielbassa, Leiter Projektabschnitt 7/head of project section 7 (PFA 2.3, PFA 2.4 & PFA 2.5a1),
DB Projekt Stuttgart–Ulm GmbH, Stuttgart, Deutschland/Germany

Florian Schwarzbauer, B.Sc., Projektingenieur PFA 2.3 „Albhochfläche“/project engineer PFA 2.3 „Alb Plateau“,
DB Projekt Stuttgart–Ulm GmbH, Stuttgart, Deutschland/Germany

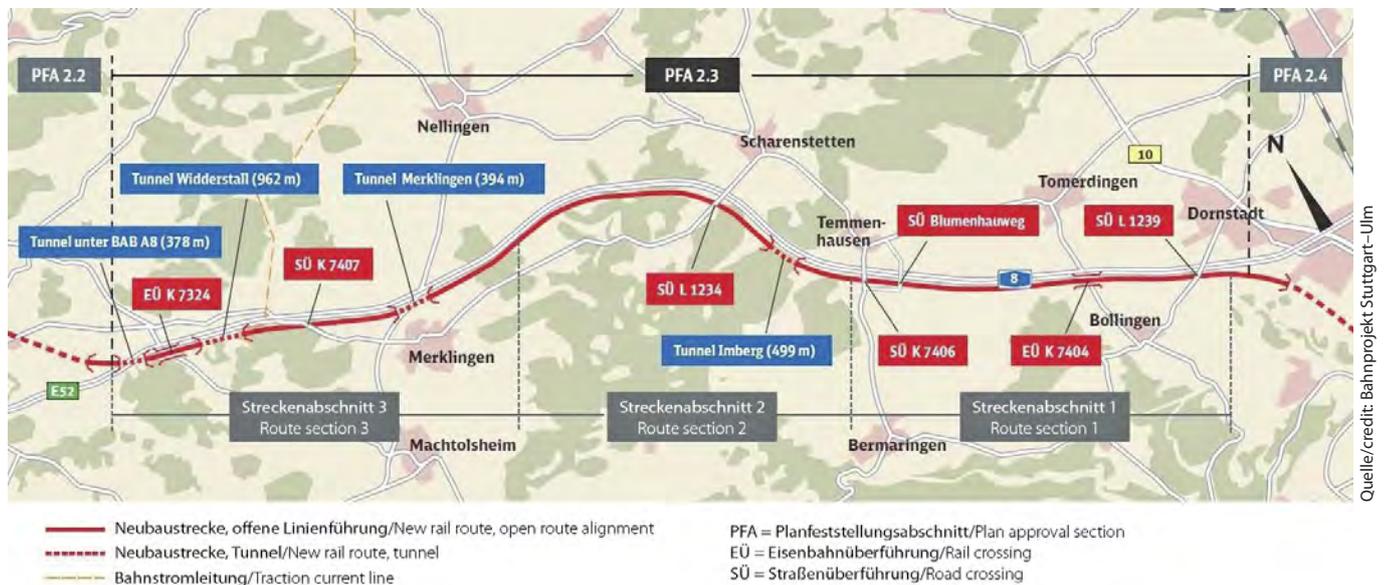
Mag. Martin Tröscher, Leiter Geologie der Bauüberwachung/in charge of geology for construction monitoring NBS Wendlingen–Ulm PFA 2.3,
Merklingen, Deutschland/Germany

Der Tunnel unter der BAB A8

Der 377 m lange, zweigleisige Tunnel unterquert im schiefen Schnitt die Autobahn am westlichen Ende des PFA 2.3 (Bild 2) und wurde in offener Bauweise als Stahlbetonrechteckrahmen in Blöcken von je 10 m Länge hergestellt. Die Tunnelsohle besitzt eine Dicke von bis zu 1,00 m. Die Entwässerung der festen Fahrbahn im Tunnel erfolgt über querende Ablaufleitungen in die unter dem Bauwerk liegende Streckenentwässerung mit einem Nenndurchmesser DN 900. Die 1,00 m dicken und bis zu 7,55 m hohen Rahmenwände sind an den Übergängen zu der bis zu 1,30 m starken Decke gevoutet. Alle Bauteile bestehen aus wasserundurchlässigem Stahlbeton der Festigkeitsklasse C 35/45 (Expositionsklassen XC4, XD2, XF2, Feuchtigkeitsklasse WF) und einer Bewehrung aus hochduktilen Betonstahl der Sorte B500 B. Aufgrund der Verkehrslasten der Autobahn und einer Streckenaufweitung auf der Westseite wurde der Querschnitt unterhalb der Autobahn auf einer Länge von ca. 190 m zweizellig mit einer Trennwand ausgeführt; außerhalb des Bereiches der BAB ist der Rahmen einzellig (Bild 3). Im Gegensatz zum weiteren Verlauf des PFA 2.3 bleibt die Autobahn hier im Endzustand vierstreifig; ein Ausbau auf sechs Fahrstreifen findet an dieser Stelle nicht statt. Langfristig ist hier eine Herabstufung der Straßenklasse

The Tunnel beneath the BAB A8

The 377 m long, twin-track tunnel underpasses the motorway at a glancing intersection at the western end of the PFA 2.3 (Fig. 2). It was built in 10 m long blocks by cut-and-cover as a reinforced concrete rectangular frame. The tunnel invert is up to 1.00 m thick. Drainage of the solid slab track in the tunnel is accomplished by lateral discharge lines located in the tunnel drainage system with a nominal diameter of DN 900 below the structure. The 1.00 m thick and up to 7.55 m high frame walls are haunched at the transitions to the up to 1.30 m thick ceiling. All structural components consist of water impermeable reinforced concrete of strength class C35/45 (exposure class XC4, XD2, XF2, moisture class WF) and a reinforcement comprising highly ductile rebar of type B500 B. On account of the impact of motorway traffic and a route enlargement on the western side, the cross-section below the motorway was designed over a length of approx. 190 m with two cells and a partition wall. Outside the motorway zone, the frame possesses a single cell (Fig. 3). In contrast to the further course of the PFA 2.3, once completed the motorway will only have four lanes here; it will not be extended to accommodate six lanes at this point. In the long term it is intended to downgrade the road category; the A8 will then run further to the north of the new rail route's planning zone.



1 Übersicht PFA 2.3 Albhochfläche
Overview of PFA 2.3 Alb plateau

vorgesehen; die A8 wird dann weiter nördlich außerhalb des Planungsraumes der NBS verlaufen.

Geologie

Zur Baugrunderkundung in der Entwurfsphase wurden im Bereich des Tunnels elf Kernbohrungen abgeteuft, um ein Bild des anstehenden Gebirges zu erhalten (Bild 4). Es stehen demnach Kalksteine der Unteren Massenkalks und der gebankten Kalksteine bzw. Kalkmergelsteine des Kimmeridgiums 2 aus dem Oberen Jura an. Überlagert wird das Weißjura Gebirge von quartären Deckschichten, die in Form von Alblehmen/Lößlehmen mit einer Mächtigkeit von mehreren Dezimetern bis zu einem Meter zu Tage treten. Die heterogene Übergangszone von den Alblehmen/Lößlehmen zu den Kalksteinen ist durch eine Zunahme von Steinen mit kiesigen und sandigen Anteilen in einer bindigen Matrix gekennzeichnet. Während der Erkundung in der Entwurfsphase wurden im Jahr 2003 auch erste geophysikalische Untersuchungen in zugänglichen Bereichen der Trasse durchgeführt. Die Ergebnisse deuteten bereits auf stärkere Verkarstungen in Form von lehmgefüllten Spalten und teilweise unverfüllten Karststrukturen hin, die in Tiefen bis 20 m unter GOK auftreten können. Die Gesteine des Weißjura auf der Schwäbischen Alb sind grundsätzlich verkarstungsgefährdet, wobei die massigen Gesteine als stark verkarstungsfähig und die gebankten Gesteine als mäßig verkarstungsfähig einzustufen sind. Aufgrund der auf der Alb bekannten Erscheinungsformen des Karstes war während der Herstellung der Baugrube mit offenen und lehmverfüllten Klüften in spalten- und röhrenförmiger Ausprägung zu rechnen.

Bauablauf

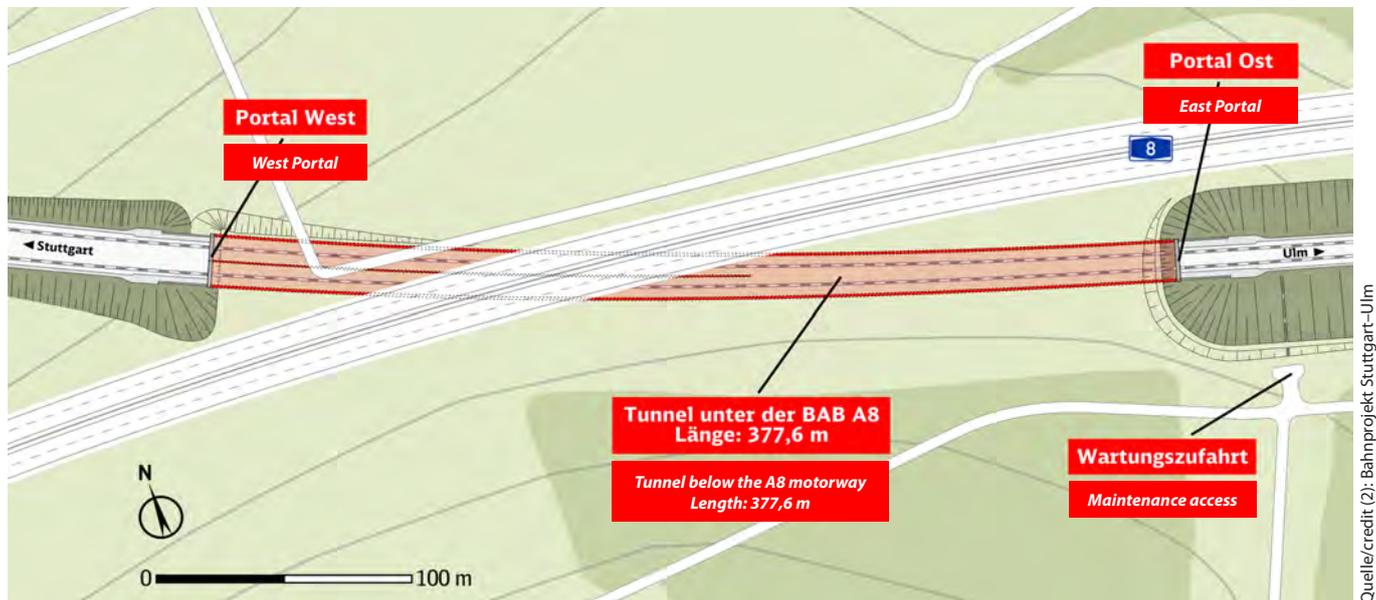
Zur Herstellung des Tunnels in offener Bauweise wurde die Autobahn im September 2015 temporär verschwenkt, um Baufreiheit

Geology

Eleven core drill holes were sunk in the proximity of the tunnel during the design phase to investigate the subsoil in order to obtain a picture of the prevailing rock (Fig. 4). This indicated the presence of limestones from Lower Reef Limestone and bedded limestones and lime marl stones belonging to the Kimmeridgium 2 of the Upper Jura. The White Jura rock is covered by quaternary layers, which occur in the form of Alb loams/loess loams of several decimetres up to one metre thick. The heterogeneous transition zone from the Alb loams/loess loams to the limestones is characterised by an increase in stones with clayey and sandy content in a cohesive matrix. During the investigation process at the design phase in 2003 initial geophysical analyses in the accessible areas of the route were undertaken. The results at that time strongly indicated pronounced karstification in the form of loam-filled columns and in part unfilled karst structures, which can occur at depths of down to 20 m beneath the ground surface. The White Jura rocks on the Swabian Alb are essentially prone to karstification, with the massive rocks being classified as highly prone to karstification and the bedded rocks as moderately prone to karstification. On account of the karst forms known to occur on the Alb, open and loam-filled columnar and tubular fissures were to be reckoned with during the production of the construction trench.

Construction Process

In September 2015, the motorway was temporarily diverted to create space for building the first construction section (Fig. 5 above and centre, Fig. 6) of the cut-and-cover tunnel. This first section was completed in August 2017. Prior to commencing the second section, the motorway reverted to its original route alignment. The second section was then constructed in order to complete the structure (Fig. 5 below).



Quelle/credit (2): Bahnprojekt Stuttgart-Ulm

2 Lageplan des Tunnels unter der Bundesautobahn A8
Layout of the tunnel beneath the A8 federal motorway

für den ersten Bauabschnitt herzustellen (**Bild 5** oben und Mitte, **Bild 6**). Im August 2017 war dieser erste Abschnitt fertiggestellt. Vor Beginn des zweiten Bauabschnitts wurde die Autobahn in ihre ursprüngliche Lage zurückverlegt. Zur Fertigstellung des Bauwerks folgte danach der zweite Bauabschnitt (**Bild 5** unten). Im Anschluss an die Verschwenkung der BAB wurde zunächst eine Baufeldfreimachung erforderlich. Diese umfasste den Rückbau der bestehenden Fahrbahn und des Oberbaus der BAB sowie das Beräumen des Oberbodens bis Oktober 2015. Parallel dazu wurde die Baugrube für den Tunnel in Abhängigkeit von der Geologie mittels konventionellem Aushub sowie mittels Sprengungen bis Ende Mai 2016 hergestellt. Zur Gewährleistung der Standsicherheit wurde die Böschung der bis zu 16 m tiefen Baugrube mit einer Neigung von 2:1 gestaltet, wobei ab einer Höhe von 5 m eine 2 m breite Berme erforderlich wurde. Aufgrund der angetroffenen Geologie wurde zudem eine Böschungssicherung mit Spritzbeton und Felsnägeln durchgeführt.

Nach Abschluss der Karsterkundung sowie der Baugrundsanie- rung im Juni 2016 wurde zur Homogenisierung des Planums eine Sauberkeitsschicht aus Beton C 12/15 mit einer Dicke von mindestens 10 cm aufgebracht.

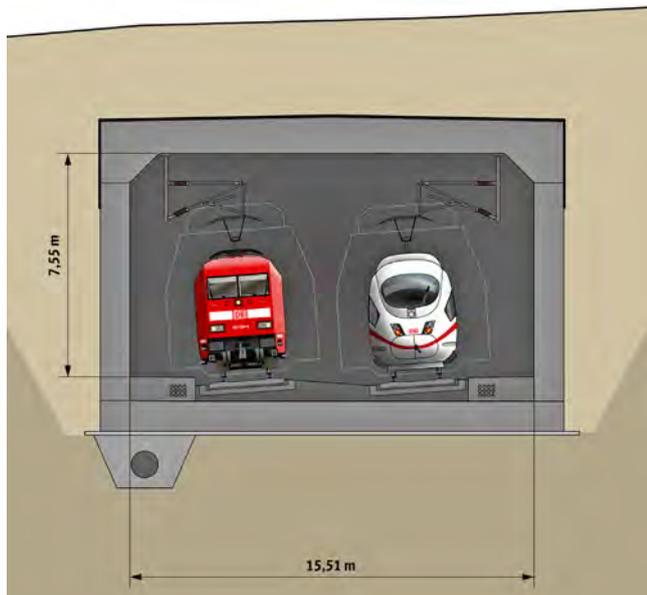
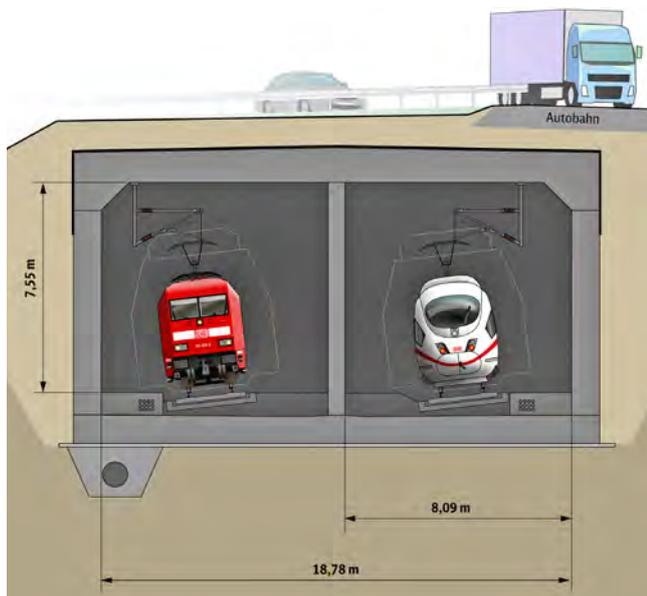
Der daran anschließende konstruktive Ingenieurbau verlief in der Bauphase 1 von West nach Ost, beginnend bei Block 2. Während der fortlaufenden Sohlbetonage in Richtung Osten begannen, ebenfalls bei Block 2, die Schal- und Betonierarbeiten für die Rahmenwände (**Bild 7**). Ab August 2016 kam ein Deckenschal- wagen zum Einsatz, welcher blockweise versetzt wurde. Bauablaufbedingt entstanden horizontale Arbeitsfugen mit durchlaufender Bewehrung und Fugenblechen zwischen den Bauteilen. In den Blockfugen wurden Dehnfugenbänder FMS 400 DS mit seitlichen Stahllaschen verbaut.

After the motorway was rerouted it was first of all necessary to create a construction field. This involved removing the existing carriageway and the motorway upper structure as well as clearing the topsoil by October 2015. Parallel to this the construction trench for the tunnel was produced based on the geology by means of conventional excavation as well as blasting up to the end of May 2016. To assure stability, the slope of the up to 16 m deep excavation was provided with a 2:1 gradient, with a 2 m wide berm being needed as from a height of 5 m. Owing to the geology that was encountered, in addition the slope was secured with shotcrete and rock nails. After concluding the karst investigations as well as subsoil rede- velopment in June 2016, a layer consisting of concrete C 12/15 with a minimum thickness of 10 cm was installed to homogenize the planum.

The civil engineering works which then followed were undertaken from west to east in construction phase 1, starting with block 2. With continuous concreting of the floor towards the east starting at block 2, the formwork and concreting operations for the frame walls (**Fig. 7**) also forged ahead. As from August 2016, a ceiling formwork car began operating, which was advanced block-by-block.

Owing to the construction process horizontal working joints were created with continuous reinforcement and joint sheets between the parts. Expansion joint strips FMS 400 DS with lateral steel lugs were installed in the block joints.

In July 2017, the structural engineering for the first contract section was completed. To ensure that the A8 motorway could be restored to its original position above the tunnel in August 2017, the affected blocks were backfilled parallel to the engineering activities. To drain the body of backfill material first of all a gravel/sand filter layer was installed in order to divert any water that accrued. The material used for further backfill- ing purposes consisted of the muck from the excavation, which was



3 Querschnitte des Tunnels

Tunnel cross-sections

Im Juli 2017 wurde der konstruktive Ingenieurbau für den ersten Bauabschnitt beendet. Zur Sicherstellung der Rückverlegung der Autobahn A8 auf den Tunnel im August 2017 fand die Hinterfüllung der betreffenden Blöcke parallel zum Ingenieurbau statt. Zur Entwässerung der Verfüllkörper wurde zunächst eine Kies-/Sand- Filterschicht angelegt, um anfallendes Wasser abzuleiten. Das Material der weiteren Hinterfüllung bestand aus dem Aushub/ Ausbruchsmaterial im Trassenbereich, welches zur Bodengruppe GU* aufbereitet und bindemittelstabilisiert wurde. Hierdurch konnte der erforderliche Verdichtungsgrad von $D_{pr} = 0,97$ erzeugt sowie eine geringe Wasserdurchlässigkeit zum Schutz des Tunnels erreicht werden.



STRABENBAU,
INDUSTRIEMATERIALIEN
& FUNDAMENTIERUNGEN

PARIS
23.-28. APRIL 2018

INTERNATIONALE
FACHMESSE FÜR BAU
UND INFRASTRUKTUR

**DIE ZUKUNFT
WIRD HEUTE
GEBAUT!**

IHR KOSTENLOSES TICKET

AUF PARIS.INTERMATCONSTRUCTION.COM | CODE:
Eröffnung der Online-Registrierung für Messtickets im November 2017 | PROMOTUNEL

ENTDECKEN SIE AUCH



GEMEINSAM MIT DER MESSE

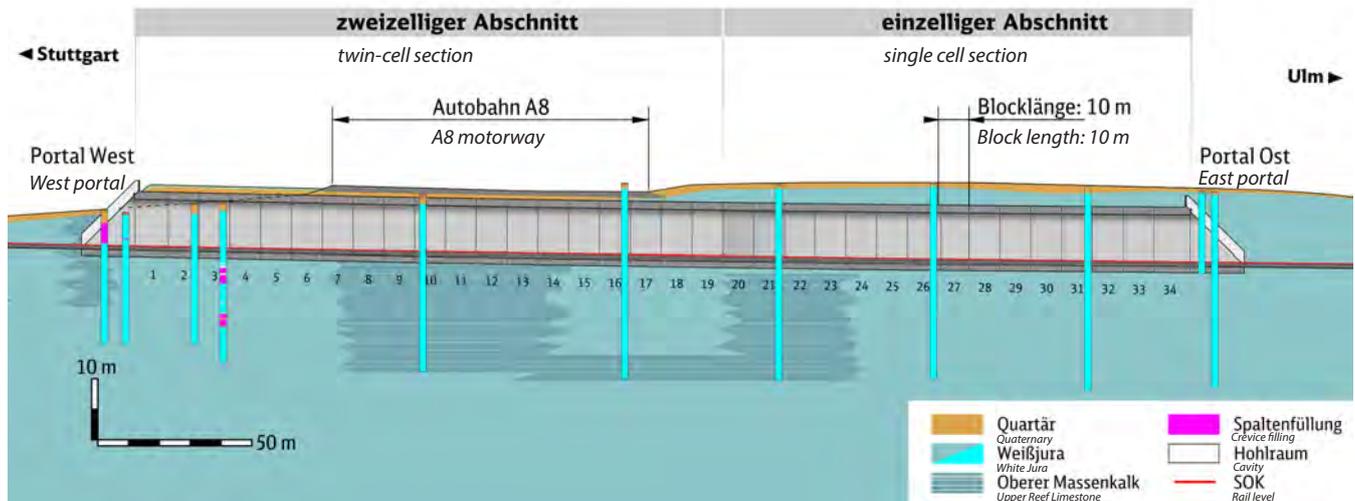


COMEXPOSIUM

IMF GMBH - PROMOSALONS

Eva Passmann
e.passmann@imf-promosalons.de
Tel.: +49 221 13 05 09 05 - Fax: +49 221 13 05 09 01

[f](#) [in](#) [v](#) [t](#) [g+](#) [p](#) [#intermatparis](#)



4 Geologischer Längsschnitt
Geological longitudinal section

Karstproblematik und Erkundungskonzept

Aufgrund der zu erwartenden Untergrundverhältnisse hinsichtlich der Verkarstung wurde für die Ausführung ein zweistufiges Erkundungskonzept anhand indirekter geophysikalischer Erkundungsmethoden in Form von Seismik und Gravimetrie und direkter Erkundungsverfahren mittels Kern- und Meißelbohrungen erarbeitet. Zudem wurden sämtliche freigelegten Böschungen und die Gründungssohle ingenieurgeologisch kartiert und eine dynamische Vorbelastung in der Gründungssohle durchgeführt. Die ingenieurgeologische Kartierung bestätigte die aus der Vorerkundung prognostizierten Baugrundverhältnisse. In der 1. Bauphase und in weiterer Folge in der 2. Bauphase wurden zur Erkundung jeweils zwei zu Messstellen ausgebaute Kernbohrungen bis in 20 m Tiefe abgeteuft, um den Überschneidungsbereich zwischen den beiden Bauphasen durch Crosshole- und Downhole-Messungen lückenlos zu erkunden.

Ziel der geophysikalischen Erkundung war, Hohlraumgrößen und Schwächezonen im Untergrund zweifelsfrei zu detektieren. In 0 bis 2 m Tiefe mussten Hohlräume bis 1,5 m Durchmesser, von 2 bis 6 m Tiefe Hohlraumgrößen bis 2,5 m Durchmesser und von 6 bis 10 m Tiefe Hohlräume bis zu 5 m Durchmesser detektiert werden. Unterhalb von 10 m war es erforderlich, Hohlraumgrößen von >10 m zu erkennen.

Diese Konzeption wurde auf der Neubaustrecke im PFA 2.3 bereits zuvor für die in offener Bauweise hergestellten Tunnel, in sämtlichen Einschnitten und auf Dammaufstandsflächen erfolgreich angewendet [1]. Über die Tunnel Widderstall und Imberg wurde ebenfalls in diesem Zusammenhang berichtet [2], [3].

Auf Grundlage der Entwurfsplanung und nach genehmigter Ausführungsplanung wurde in der Bauphase 1 die Gründungssohle von Block 2 bis zum Portal Ost folgendermaßen erkundet:

- Flächendeckende mikrogravimetrische Messungen im Raster 2 m x 2 m, verwendete Gravimeter vom Typ Scintrex AutoGrav CG-3+ und CG-5, Messgenauigkeit $\pm 0,005$ mGal, jeder Gravimetrie punkt wurde in der Lage und der Höhe eingemessen.

prepared as soil group GU* after being stabilised with a binding agent. In this way the required degree of compaction $D_{pr} = 0.97$ was produced as well as low water permeability in order to protect the tunnel.

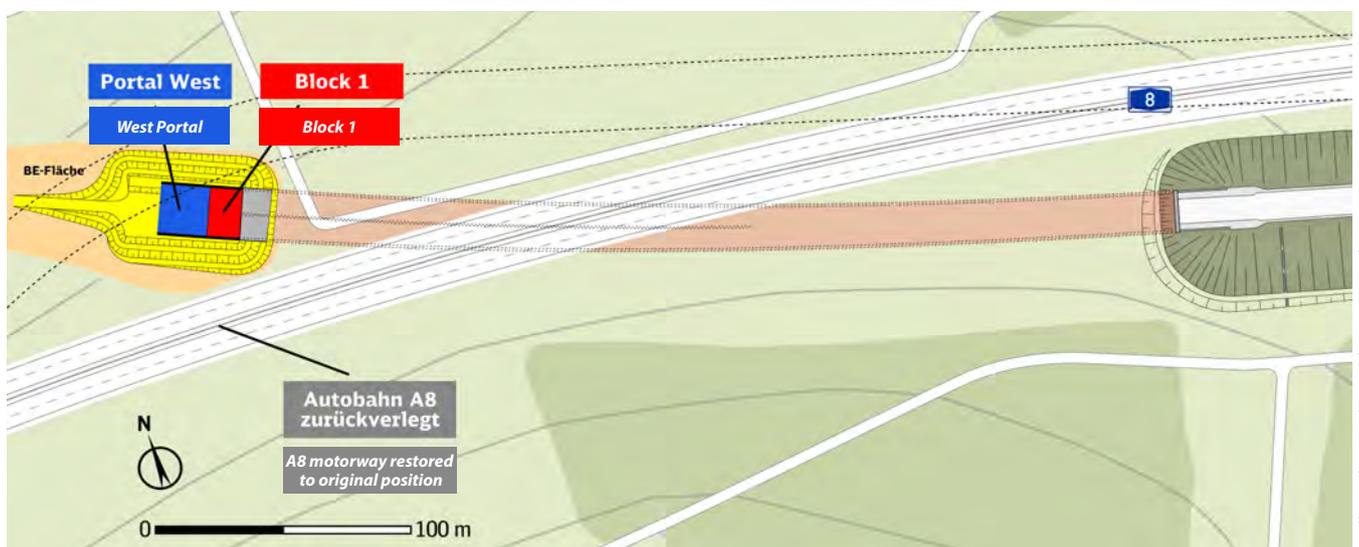
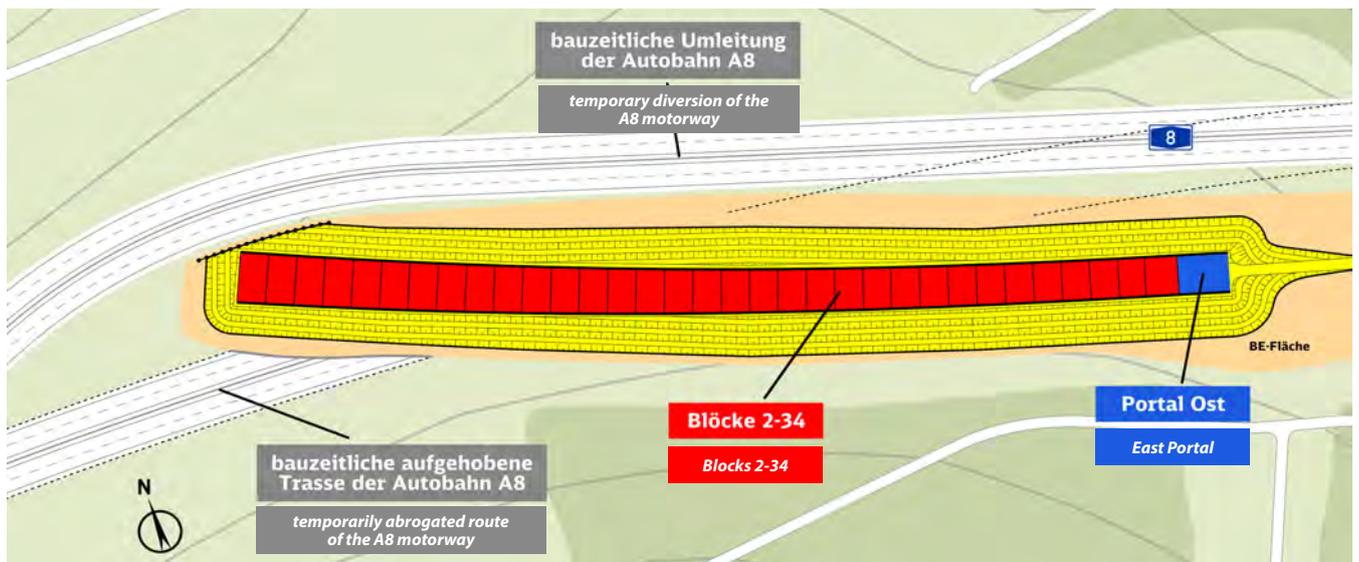
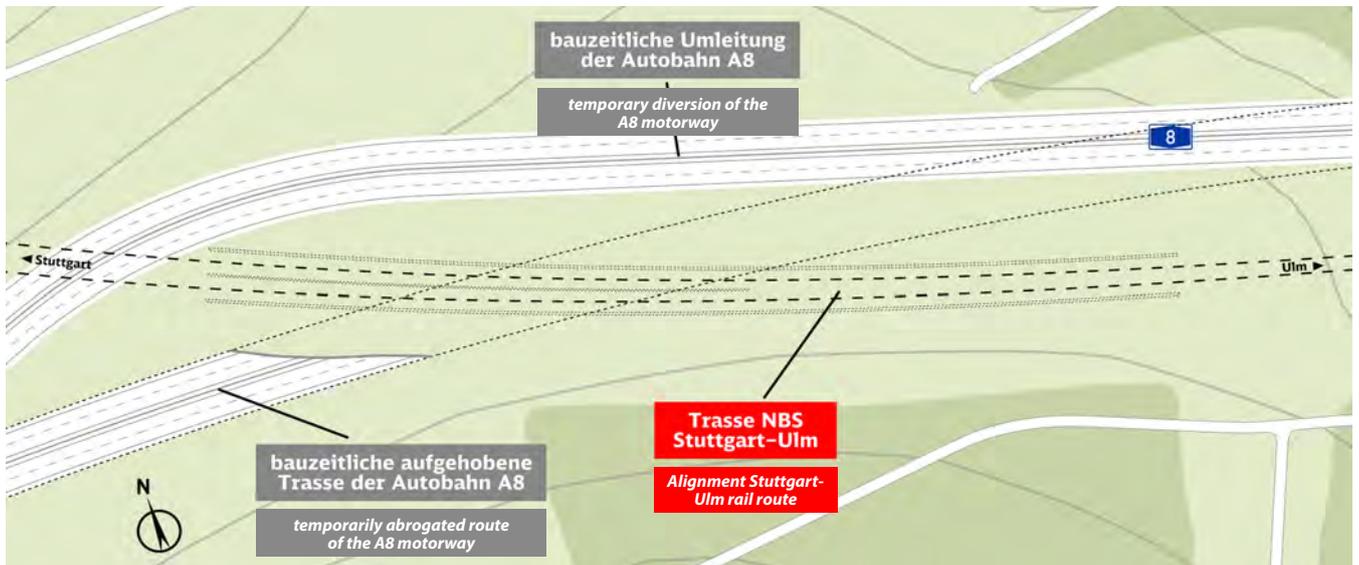
Karst Problems and Exploration Concept

Owing to the anticipated underground conditions with respect to karstification, a two-stage exploratory concept was worked out for execution based on indirect geophysical investigation methods in the form of seismics and gravimetry and direct exploration methods applying core and churn drilling. In addition, all exposed slopes and the foundation level were plotted and dynamic preloading of the foundation level undertaken. The engineering geological mapping confirmed the ground conditions predicted during advance exploration. During the 1st construction phase and subsequently during the 2nd one, two core drill holes developed as measuring points were sunk to a depth of 20 m to investigate the overlapping area between the two construction phases thoroughly by means of crosshole and downhole measurements.

The aim of geophysical exploration was to detect cavity sizes and weak zones in the underground unequivocally. Cavities up to 1.5 m in diameter had to be detected at 0 to 2 m depth, those up to 2.5 m in diameter at 2 to 6 m depth and those up to 5 m in diameter at a depth of 6 to 10 m. Below 10 m it was necessary to identify cavities of >10 m. This concept had already been successfully applied on the new rail route in PFA 2.3 for the tunnels produced by cut-and-cover, in all cuttings and on embankment contact areas [1]. Information about this exploration concept can also be found in tunnel reports on the Widderstall and Imberg tunnels [2], [3].

On the basis of the design planning and following approval of the manner of execution, the foundation level from block 2 to the east portal was explored as follows during construction phase 1:

- Extensive microgravimetric measurements in a 2 x 2 m grid by Type Scintrex AutoGrav CG-3+ and CG-5 gravimeters, measuring accuracy ± 0.005 mGal; the position and elevation of each gravimeter point were measured.



Quelle/credit (4): Bahnprojekt Stuttgart-Ulm

5 Bauphase 0 – Ausgangslage (oben), 1. Bauabschnitt (Mitte) und 2. Bauabschnitt (unten)
 Construction phase 0 – starting position (above), 1st construction section (centre) and 2nd construction section (below)



Quelle/Credit (2): Bahnprojekt Stuttgart-Ulm

6 Luftaufnahme Bauzustand 1 (13.10.2016)
Aerial shot of construction status 1 (Oct. 13, 2016)

- Kombinierte Refraktionsseismik und Reflexionsseismik in zwei parallelen Profilen entlang der Gleisachsen. An jeder Messlinie wurden digitale Vertikalgeophone mit einer Frequenz von 10 Hz im Abstand von 2 m eingesetzt. Als Energieanreger kam ein beschleunigtes Fallgewicht EWG III auf einem Unimog zum Einsatz.
- Einmessung und Erfassung der Geländetopographie.
- Auswertung der geophysikalischen Daten unter Berücksichtigung diverser Korrekturfaktoren, wie Driftkorrekturen, Gezeitenkorrektur, Breitenreduktion, Geländereduktion und Freiluft- und Bouguerkorrektur.
- Herstellung von zwei zu Messstellen ausgebauten Kernbohrungen, anschließende Downhole- und Crosshole-Messungen im Überschneidungsbereich zwischen Bauphase 1 und 2.
- Aushubbegleitende ingenieurgeologische Kartierung der Böschungen und der Sohle.

- Combined refraction seismics and reflection seismics in two parallel profiles along the track axis. Digital vertical geophones with a frequency of 10 Hz were set up on each measuring line at 2 m gaps. An accelerated drop weight EWG III installed on a Unimog provided the energy source.
- Measuring and compilation of the ground topography.
- Evaluation of the physical data taking various correction factors into consideration, such as drift corrections, tidal correction, width reduction, ground reduction and free-air and Bouguer correction.
- Creation of two core drill holes developed as measuring points, subsequent downhole and crosshole measurements in the overlapping area between construction phases 1 and 2.
- Engineering geological mapping on the slopes and floor to accompany excavation.
- Analysis and evaluation of the geophysical exploration and compilation of an anomaly chart with proposals for follow-up investigation by means of direct exploration methods (core and churn drilling), see **Fig. 8**.

After coordinating the follow-up investigation proposals with all those experts involved in the project the detected anomaly fields were investigated by means of core and churn drill holes (**Fig. 9**). If cavities were suspected to be present in the holes, camera inspections were carried out in the holes in agreement with the experts involved and the local site supervision to verify or preclude the presence of cavities. If need be a Cavity Auto Scanning Laser System was made use of so that detailed cavity surveying could be accomplished both through annular gap measurements as well as full-space measurements,

Essentially the anomalies detected and followed up on in construction phase 1 could be classified as loam-filled crevices, highly separated



7 Betonierarbeiten an Sohle, Wänden und Deckel (28.9.2016)
Concreting operations for the invert, walls and ceiling (Sept. 28, 2016)

- Aus- und Bewertung der geophysikalischen Erkundung und Erstellung einer Anomaliekarte mit Vorschlägen zur Nacherkundung durch direkte Erkundungsverfahren (Kern- und Meißelbohrungen), siehe **Bild 8**.

Nach Abstimmung des Nacherkundungsvorschlages mit allen am Projekt beteiligten Fachleuten wurden die ausgewiesenen Anomaliefelder mittels Kern- und Meißelbohrungen nacherkundet (**Bild 9**). Sofern in den Bohrungen ein Verdacht auf Hohlräume detektiert wurde, wurden in Abstimmung mit den Fachgutachtern und der Örtlichen Bauüberwachung Kamerabefahrungen in den Bohrlöchern durchgeführt, um den Hohlraumverdacht zu verifizieren, bzw. auszuschließen. Bei Bedarf wurde zudem ein Cavity Auto Scanning Laser System eingesetzt, um eine detaillierte Hohlraumvermessung sowohl durch Ringraummessungen als auch Vollraummessungen durchzuführen.

Grundsätzlich konnten die in der Bauphase 1 detektierten und nacherkundeten Anomalien als lehmgefüllte Spalten, stärker zerlegtes bzw. klüftiges Gebirge eingestuft werden. In den Blöcken 24 und 27 zeigten die Nacherkundungsbohrungen offene, zusammenhängende Kluftsysteme mit Öffnungsweiten von $>0,5$ m und Hohlraumstrukturen. Aus diesem Grund wurde ein zweites detailliertes

or fissured rock. In blocks 24 and 27 the follow-up investigations revealed open, interlinked fissure systems with aperture widths of $>0,5$ m and cavity structures. As a result, a second detailed follow-up investigation programme using core drilling and local churn drilling with holes up to 24.5 m deep was carried out in blocks 24 and 27. Core drilling was chosen as it was essential to obtain a detailed picture of the underground and the executed diameter of 146 mm was highly suitable for ensuring the drill holes were filled with concrete. In two of the executed core holes the application of 3D cavity surveying was essential. The results revealed two cavities connected by open crevices and fissures at a depth of approx. 6 to 11.5 m with maximum opening widths of up to 3.5 m and a cavity volume (without open fissures) of approx. 14 m^3 . This structure had to be improved with loose aggregate mixes (0/63) and bonded alkaline-free fill materials, which first had to be approved by the authorities. C12/15 OX concrete with strength class 3 was used as fill for the open cavities. Concrete C8/10 XO with strength class 5 was applied as filling material for all exploratory drill holes (**Fig. 10**).

Following the conclusion of all exploratory and redevelopment measures for the underground, the entire foundation level was additionally dynamically preloaded. The objective of this measure was the widespread destruction of minor cavities occurring close to the



LINING SYSTEMS

TUNNELBAHNEN



agru
The Plastics Experts.

- Bester Korrosionsschutz
- Gesundheits- / umweltfreundlich
- Alles aus einer Hand
- Geprüfte Qualitätsprodukte
- Hohe Lieferfähigkeit

STUVA Expo 2017

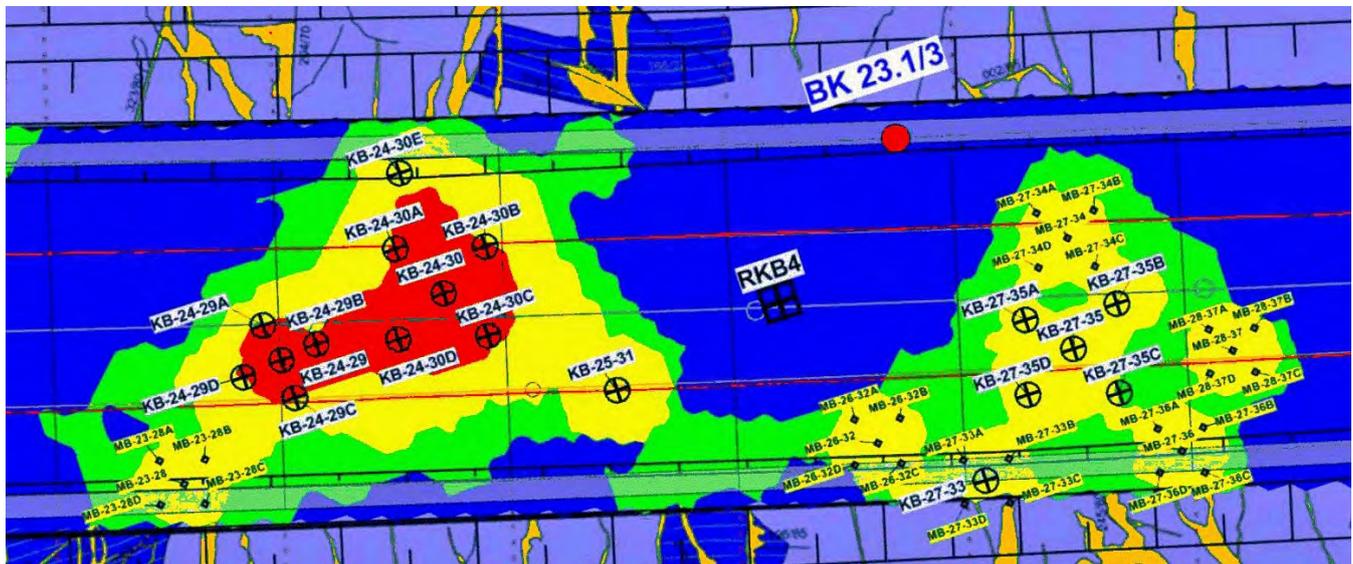
6.–7. Dezember 2017 | Messe Stuttgart
Halle 4, Stand E141

AGRU Kunststofftechnik GmbH
Ing.-Pesendorfer-Straße 31
4540 Bad Hall, Österreich

T. +43 7258 7900
F. +43 7258 790 - 2850
sales@agru.at



www.agru.at



Quelle/credit: Bahnprojekt Stuttgart-Ulm

8 Ausschnitt aus der Anomaliekarte
Excerpt from the anomaly chart

Nacherkundungsprogramm mittels Kernbohrungen und lokal bis 24,5 m tiefen Meißelbohrungen in den Blöcken 24 und 27 ausgeführt. Der Einsatz von Kernbohrungen wurde gewählt, da ein detaillierter Aufschluss des Untergrundes erforderlich wurde und der ausgeführte Bohrdurchmesser von 146 mm gut dazu geeignet war, die Bohrlöcher zum Verfüllen mit Beton zu nutzen. In zwei der ausgeführten Kernbohrungen wurde der Einsatz der 3D-Hohlraumvermessung notwendig. Die Ergebnisse zeigten zwei durch offene Spalten und Klüfte miteinander verbundene Hohlräume in einer Tiefe von ca. 6 m bis 11,5 m, mit maximalen Öffnungsweiten bis zu 3,5 m und einem Hohlraumvolumen (ohne offene Klüfte) von ca. 14 m³. Diese Struktur musste mit ungebundenen Kornmischen (0/63) und gebundenen alkalifreien Verfüllstoffen anhand eines Konzeptes saniert werden, das zuvor von den Behörden genehmigt wurde. Als Verfüllmaterial in den offenen Hohlräumen kam Beton C12/15 X0 mit der Festigkeitsklasse 3 zum Einsatz. Als Verfüllmaterial sämtlicher Erkundungsbohrungen wurde Beton C8/10 X0 mit der Festigkeitsklasse 5 verwendet (**Bild 10**).

Nach Abschluss aller Erkundungs- und Sanierungsmaßnahmen des Untergrundes wurde zusätzlich die gesamte Gründungssohle dynamisch vorbelastet. Ziel dieser Maßnahme war eine flächenhafte Zerstörung und Homogenisierung oberflächennah anstehender und durch die geophysikalischen Methoden unentdeckter kleinerer Hohlräume. Zudem dient die Dynamische Vorbelastung zum Nachweis der dynamischen Gebrauchstauglichkeit. Für die Durchführung der Dynamischen Vorbelastung kam ein Walzenzug vom Typ BOMAG BW226DI-4BVC mit Polygonbandage zum Einsatz. Gemäß Bauvertrag musste sichergestellt werden, dass durch die dynamische Einwirkung in 0,5 m Tiefe unterhalb der Lasteinleitungsebene eine resultierende Schwinggeschwindigkeit von >150 mm/s eingeleitet wurde. Anhand eines repräsentativen Probefeldes wurden diese Vorgaben vor der flächenhaften Befahrung kalibriert.

surface, which remained undetected by geophysical means. Furthermore, dynamic preloading serves as proof of dynamic serviceability. A compactor Type BOMAG BW226DI-4BVC with polygonal drum was applied to execute dynamic preloading. In keeping with the construction contract it had to be assured that a resultant vibration velocity of >150 mm/s was produced by the dynamic effect at a depth of 0.5 m beneath the load initiation level. These parameters were calibrated on a representative test field prior to the extensive inspection.

As a final step prior to producing the tunnel blocks the entire invert was cleared off loose, scattered rock material and loamy crevice fills in order to obtain an even bedding for the individual tunnel blocks. The resultant unevennesses and deeper fissures were filled with concrete up to the lower edge of the filter layer. Fig. 10 shows a section of the construction trench with the ongoing clearing of columns and completed partial redevelopment; **Fig. 11** contains an exposed karst column.

Altogether the following measures were executed to explore and redevelop the foundation level during construction phase 1:

- 23 core holes, four of which were reference holes (d = 146 mm), approx. 310 running metres (RM)
- 172 churn holes during the 1st follow-up investigation programme (d = 101 mm), approx. 1042 RM
- 26 churn holes during the 2nd investigation programme (d = 101 mm), approx. 298 RM
- approx. 350 RM of seismic and 350 RM of gravimetric measurement section, relating to the length in the route axis
- approx. 350 RM of dynamic preloading, related to the length in the route axis
- 18 TV inspections
- Two 3D laser scan cavity surveys
- approx. 157 m³ of C12/15 X0 concrete to redevelop open cavities and karst columns



Quelle/Credit: Bahnprojekt Stuttgart-Ulm

9 Karst-Nacherkundung in der Baugrube (7.5.2016)
Karst follow-up investigation in the construction trench (May 7, 2016)

Als letzter Schritt vor der Herstellung der Tunnelblöcke wurde die gesamte Sohle von losem, lockerem Gesteinsmaterial und lehmigen Spaltenfüllungen beräumt, um eine gleichmäßige Bettung der einzelnen Tunnelblöcke zu erhalten. Die dadurch entstandenen Unebenheiten und tieferen Spalten wurden bis zur Unterkante der Sauberkeitsschicht mit Beton aufgefüllt. Bild 10 zeigt einen Abschnitt der Baugrube mit laufender Beräumung von Spalten und in Teilen erfolgter Sanierung, **Bild 11** eine freigelegte Karstspalte.

Insgesamt wurden zur Erkundung und Sanierung der Gründungssohle in der Bauphase 1 folgende Maßnahmen ausgeführt:

Special Features of the Rescue Concept

The tunnel beneath the A8 motorway is 377 m long and thus does not have to comply with the guideline "Requirements of Fire and Disaster Protection for the Construction and Operation of Rail Tunnels" of the Federal Railway Authority [5]. Thus it would not have been necessary to incorporate rescue areas in the tunnel. However, the "Technical Specifications for Interoperability" (TSI) must also be taken into account. In their sub-section SRT "Safety in Railway Tunnels", Appendix, Section 4.2.1.7. it is determined that two or more consecutive tunnels are deemed to be a single structure for rescue purposes if the distance between the tunnels in the open is less



STUVA -Expo 2017

Booth No. C 111

TWO EXPERTS IN TUNNELLING

Engineering & Consulting

With extensive know-how from pipe jacking to large-diameter projects to energy storages.

- ▶ Design
- ▶ Constr. Management
- ▶ Consulting
- ▶ Troubleshooting
- ▶ Compressed Air Works
- ▶ Energy Storage

Software for Tunnelling

The all-in-one monitoring and reporting solution for tunnel construction.

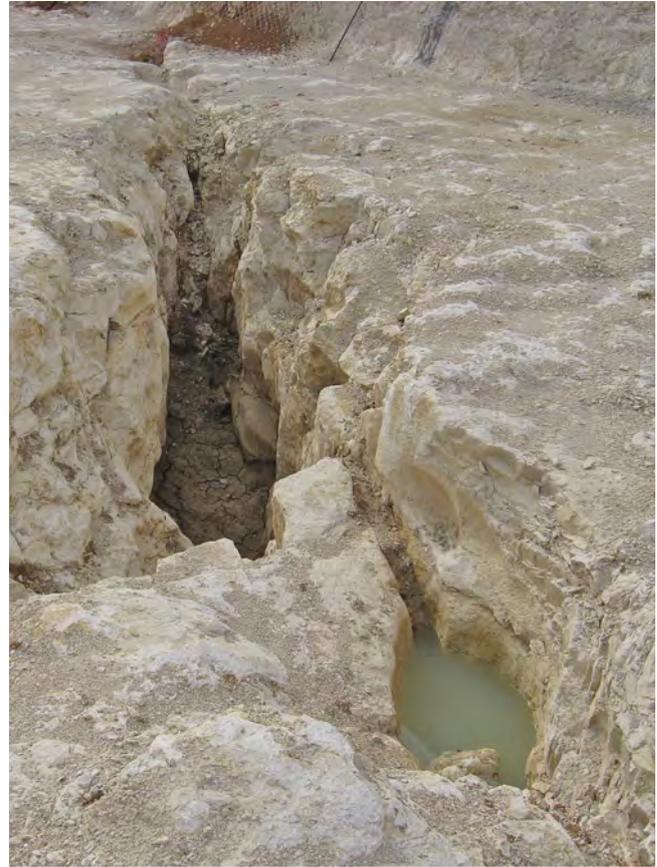
- ▶ Reporting
- ▶ Segment QA/QC
- ▶ Geotech
- ▶ Data Mining
- ▶ Tool Wear
- ▶ Mobile Solutions

◆ BABENDERERDE
ENGINEERS

TPC tunnelsoft



10 Ausräumen lehmgefüllter Spalten und Sanierung durch Betonfüllung
Clearing loam-filled columns and redevelopment by filling them with concrete



11 Geräumte Karstspalte (29.8.2016)
Cleared karst column (Aug. 29, 2016)

Quelle/credit (2): Bahnprojekt Stuttgart-Ulm

- 23 Kernbohrungen, davon vier Referenzbohrungen (d = 146 mm), ca. 310 lfm
- 172 Meißelbohrungen im 1. Nacherkundungsprogramm (d = 101 mm), ca. 1042 lfm
- 26 Meißelbohrungen im 2. Nacherkundungsprogramm (d = 101 mm), ca. 298 lfm
- ca. 350 lfm seismische und 350 lfm gravimetrische Messstrecke, bezogen auf die Länge in Trassenachse
- ca. 350 lfm dynamische Vorbelastung, bezogen auf die Länge in Trassenachse
- 18 TV-Befahrungen
- zwei 3D-Laserscan-Hohlraumvermessungen
- ca. 157 m³ Beton C12/15 X0 zur Sanierung offener Hohlräume und Karstspalten

Besonderheiten beim Rettungskonzept

Der Tunnel unter der Autobahn A8 hat eine Länge von 377 m und fällt daher für sich betrachtet nicht unter die Richtlinie „Anforderungen des Brand- und Katastrophenschutzes an den Bau und den Betrieb von Eisenbahntunneln“ des Eisenbahn-Bundesamtes [5]. Demnach wäre die Anlage von Rettungsplätzen am Tunnel nicht erforderlich. Allerdings sind auch die „Technical Specifications for Interoperability“ (TSI) zu beachten.

than the maximum length of the train using the route – plus 100 m. The gap to the neighbouring Steinbühl Tunnel in PFA 2.2 amounts to roughly 430 m (please compare background in **Fig. 6**). Thus the rules laid down in the TSI apply, also calling for rescue areas of at least 500 m² in size and an extinguishing water reserve of at least 100 m³ to be available at the accesses to the consecutive tunnels. As a consequence a rescue area on the district road 7324 was planned close to the east portal.

Summary

The tunnel below the A8 is one of four short tunnels on the Swabian Alb, which by and large serve to underpass road transport arteries. The geology encountered during the karst exploration that accompanied construction confirmed the prediction of the subsoil expertise, according to which karst scenarios with open and loam-filled cavities were to be anticipated. On account of the joint rescue concept with its neighbouring alb ascent tunnels, the tunnel possesses a rescue area in spite of its short length. ◻



NATIONAL RECORD OF
57 METERS
IN A SINGLE DAY

TÚNEL EMISOR PONIENTE II, MEXICO CITY



FOCUSED
FORWARD

STAYING AHEAD OF
YOUR NEXT CHALLENGE

Right now on Mexico City's TEP II project, a Robbins Crossover machine is excavating at record-breaking speed through varying geology. Since the beginning, we have been on a relentless pursuit to find innovative solutions to the tunneling challenges our partners face. We don't innovate for innovation's sake. We innovate to break records on your next project.



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

In deren Teilsystem SRT „Safety in Railway Tunnels“, Anhang, Abschnitt 4.2.1.7 ist festgelegt, dass zwei oder mehr aufeinanderfolgende Tunnel als ein zusammenhängendes Bauwerk im Sinne des Rettungskonzeptes gelten, wenn der Abstand im Freien zwischen den Tunneln kleiner ist als die maximale Länge des Zuges, der auf der Strecke verkehren soll, zuzüglich 100 m.

Der Abstand zum benachbarten Steinbühlentunnel im PFA 2.2 beträgt ca. 430 m (vgl. **Bild 6** im Hintergrund). Somit kommen die Vorgaben gemäß TSI zum Tragen, mit der Forderung, an den Zufahrten in der Nähe des zusammenhängenden Tunnels Rettungsplätze mit einer Größe von mindestens 500 m² und einen Löschwasservorrat von mindestens 100 m³ anzulegen. Folgerichtig wurde in der Nähe des Ostportals ein Rettungsplatz an der Kreisstraße 7324 geplant.

Zusammenfassung

Der Tunnel unter der A8 ist einer von vier kurzen Tunneln auf der Schwäbischen Alb, die im Wesentlichen der Unterfahrung von Straßenverkehrsanlagen dienen. Die bei der baubegleitenden Karsterkundung angetroffene Geologie bestätigte die Prognosen aus dem Baugrundgutachten, wonach Karstszenerien mit offenen und lehmgefüllten Hohlräumen zu erwarten waren. Der Tunnel hat aufgrund des gemeinsamen Rettungskonzeptes mit den benachbarten Tunneln des Alaufstiegs trotz seiner geringen Länge einen Rettungsplatz. 

Literatur/References

- [1] Kielbassa S., Prischmann F., Beer N.: Bahnprojekt Stuttgart–Ulm, Karsterkundungs- und -sanierungsmaßnahmen für den Hochgeschwindigkeitsfahrweg auf der Schwäbischen Alb; Geomechanics and Tunnelling, Heft-Nr. 02/2015), Seite 129–145
- [2] Kielbassa S.: Bahnprojekt Stuttgart—Ulm: Tunnel Widderstall auf der Schwäbischen Alb; Fachzeitschrift Tunnel, Heft-Nr. 05/2016, Seite 12–20
- [3] Kielbassa S., Perlwitz T., Beer N.: Bahnprojekt Stuttgart—Ulm: Tunnel Imberg; Fachzeitschrift Tunnel Heft-Nr. 01/2017, Seite 6–21
- [4] Breidenstein M., Frahm M., Langer L.: Neubaustrecke Wendlingen-Ulm, Steinbühlentunnel: Karst und andere Besonderheiten, Fachzeitschrift Tunnel, Heft-Nr. 06/2015, Seite 22–31
- [5] Anforderungen des Brand- und Katastrophenschutzes an den Bau und den Betrieb von Eisenbahntunneln, Richtlinie des Eisenbahn-Bundesamtes, 2008
- [6] Technische Spezifikation für die Interoperabilität bezüglich „Sicherheit in Eisenbahntunneln“ im konventionellen transeuropäischen Eisenbahnsystem und im transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystem (TSI-SRT, Technical Specifications for Interoperability), Europäische Kommission, 2008

EAB

A broken crusher is not only a flaw



Our Metal Detectors save expensive repairs



No Detection of iron oxides

EAB

ELEKTROANLAGENBAU
REINHAUSEN GMBH
KETZHAGEN 8
37130 KLEIN LENGDEN
TEL. +49 (0)55 08 / 86 66
FAX +49 (0)55 08 / 15 70
www.eabreinhausen.de
sales@eabreinhausen.de

Poröser Ringspaltmörtel im Schildvortrieb

Prüfverfahren zur Bewertung der Dauerhaftigkeit unter Sulfateinfluss

Bislang werden Tübbingtunnel in Mittelgebirgsformationen einschalig und druckdicht ausgeführt, wobei die Abdichtung durch Elastomer-Dichtrahmenprofile erfolgt. Die technische Anwendungsgrenze dieser Bauweise liegt bei etwa 5 bar. Bei darüber hinaus gehendem Wasserdruck ist eine wesentlich aufwändigere – und damit teurere – zweischalige Konstruktion mit einer zusätzlichen Dränageschicht zwischen Innen- und Außenschale erforderlich. In jüngerer Vergangenheit wird vermehrt die Ausführung einer Dränageschicht beim maschinellen Tunnelvortrieb und Tübbingausbau mittels eines wasserdurchlässigen Materials für die Ringspaltverpressung in der Fachwelt diskutiert, wodurch der Einbau einer zusätzlichen Innenschale mit Dränageschicht zwischen Innen- und Außenschale dann nicht mehr erforderlich wäre.

Porous Annular Gap Grout in Shield Tunnelling

Test Procedures for the Assessment of Durability under Sulphate Exposure

Until now, segment-lined tunnels in low mountain formations have been constructed with one layer of pressure-tight lining, with sealing being provided by elastomer gasket profiles. The application limit of this method of construction is about 5 bar. If the water pressure is higher, a much more elaborate and thus more expensive double-shell construction with an additional drainage layer between the inner and outer lining is necessary. In the recent past, a solution for this problem in mechanised tunnelling with segment lining has often been discussed in the specialist world: a drainage layer of permeable material for annular gap grouting. This would then make the installation of an additional inner lining with drainage layer no longer necessary.

Stefan Peters M.Sc., IMM, Bochum, Deutschland/Germany
Dipl.-Ing. Dennis Edelhoff MBA, IMM, Bochum, Deutschland/Germany

Im vorliegenden Beitrag werden die Ergebnisse und Schlussfolgerungen hinsichtlich der Untersuchungen zur Dauerhaftigkeit eines zementgebundenen, porösen Ringspaltmaterials dargestellt, die im Rahmen einer Master-Thesis am Lehrstuhl für Tunnelbau, Leitungsbau und Baubetrieb der Ruhr-Universität Bochum bearbeitet wurden. Für die dargestellten Versuche wurden zylinderförmige, poröse Prüfkubaturen ($d = 10 \text{ cm}$, $l = 30 \text{ cm}$) aus Zementleim hergestellt und nach Aushärtung verwendet. Als Fazit kann bereits vorab konstatiert werden, dass die bestehenden Prüfverfahren nicht geeignet sind, die Dauerhaftigkeit zu bewerten. Darüber hinaus sind weitergehende Adaptionen der Prüfungen notwendig, um aussagekräftige und auf die tatsächlichen Bedingungen übertragbare Ergebnisse zu erhalten.

The current article presents the results and conclusions regarding investigations of the durability of a cement-based, porous annular gap filling material, which were part of a master thesis at the Institute for Tunnelling and Construction Management at the Ruhr University Bochum, Germany. For the presented tests, cylindrical, porous test volumes ($d = 10 \text{ cm}$, $l = 30 \text{ cm}$) were made from cement paste and tested after hardening.

As a conclusion, it can already be stated in advance that the existing test procedures are not suitable for the assessment of durability. In addition, further adaptations to the tests are necessary in order to obtain reliable results that can be transferred to the actual conditions.

2 Einwirkungen auf die Materialstruktur

Aufgrund der porösen Struktur des erhärteten Materials und der damit einhergehenden Oberflächenvergrößerung haben im Grundwasser gelöste Stoffe einen größeren Einfluss auf die Zementmatrix des Ringspaltmaterials. Einen schädigenden Einfluss können vor allem sulfat- oder säurehaltige Umgebungen sowie angereicherte Magnesium- und Ammoniumkonzentrationen im Grundwasser haben. Darüber hinaus besteht die Gefahr von Kalkablagerungen infolge Ausfällungen von kalkangereicherten Wässern in den Poren des Ringspaltmörtels, was zur Reduktion der Durchlässigkeit des Ringspaltmaterials führen kann.

Die Gefahr von Säuren, Magnesium- oder Ammoniumverbindungen im Grundwasser kann unter baupraktischen Aspekten als gering eingestuft werden, da die entsprechenden Konzentrationen im Grundwasser nicht ausreichend sind, um sich negativ auf eine poröse Struktur bzw. einen Baustoff auszuwirken. Dem gegenüber können Sulfate nicht gänzlich als unkritisch beurteilt werden, da auch höhere Konzentrationen im Grundwasser nachgewiesen wurden.

Damit die Bettung der Tunnelschale und die Durchlässigkeit des Materials über die gesamte Nutzungsdauer eines Tunnelbauwerks gewährleistet werden, ist die Dauerhaftigkeit der Ringraumfüllung von elementarer Bedeutung. Der Nachweis der Dauerhaftigkeit eines porösen Ringspaltmaterials kann aber aufgrund der fehlenden Konformität mit den normativ festgelegten Merkmalen und Eigenschaften für Beton nicht gemäß DIN EN 206 oder anderer Normen abgedeckt werden. Daher sind Dauerhaftigkeitsversuche zur Einschätzung des Verhaltens eines porösen zementhaltigen Materials erforderlich. Insbesondere der Einfluss von Sulfaten auf den Baustoff ist aufgrund ihrer häufigen Präsenz in unterschiedlichen Konzentrationen in Grundwässern zu bewerten. Im Folgenden werden die bestehenden Prüfverfahren in Bezug auf die Anwendung bei porösen Baustoffen dargestellt.

3 Etablierte Sulfatprüfverfahren und die Anwendbarkeit bei porösen Baustoffen

In Deutschland und Europa existieren keine normativen Vorgaben für Sulfatprüfungen. Für die Bemessung des Sulfatwiderstands von Zement werden jedoch allgemein anerkannte Prüfverfahren verwendet. [2] So kommt beispielsweise das SVA-Verfahren (Sachverständigen-Ausschuss-Verfahren) oftmals zum Einsatz. Es handelt sich um ein Verfahren, welches vom Sachverständigenausschuss des DAfStb (Deutscher Ausschuss für Stahlbeton) und DIBt (Deutsches Institut für Bautechnik) entwickelt wurde und angewendet wird. [1]

Standarddurchführung des SVA-Verfahrens

Bei dem Verfahren werden Bindemittelgemische aus Normzementen nach DIN EN 197-1 mit einem w/z-Wert von 0,50 hergestellt. Diese werden in Formen für Flachprismen (1 x 4 x 16 cm) gefüllt und nach zwei Tagen Lagerung bei 20 °C und 95 % relativer Luftfeuchte ausgeschalt. Insgesamt werden zwölf Prismen hergestellt. [1] Als Nachbehandlung werden die Prismen zwölf Tage

2 Actions on the Material Structure

Due to the porous structure of the hardened material and the associated surface enlargement, substances dissolved in the groundwater have a greater effect on the cement matrix of the annular gap material. Above all sulphate or acidic environments as well as increased magnesium and ammonium concentrations in the groundwater could have a deleterious effect. In addition, there is a danger of lime scaling due to precipitation from water with high lime content in the pores of the annular gap grout, which could also lead to a reduction of the porosity of the annular gap material.

The danger of acidic, magnesium or ammonium compounds in the groundwater can be classed as slight for practical construction purposes since the corresponding concentrations in the groundwater are not sufficient to have negative effects on the porous structure or a construction material. In contrast, sulphate cannot be considered as quite uncritical since higher concentrations have also been detected in groundwater.

In order that the bedding of the tunnel lining and the permeability of the material are ensured over the entire lifetime of a tunnel, the durability of the annular gap filling is of primary significance. The durability of a porous annular gap material can however not be verified according to DIN EN 206 or other standards due to its lack of conformity with the features and properties laid down in the standard. This demands durability tests to estimate the behaviour of a porous cement-bound material. In particular the effect of sulphate on the material has to be assessed due to its frequent presence at various concentrations in the groundwater. The existing test procedures are described below with regard to their application for porous building materials.

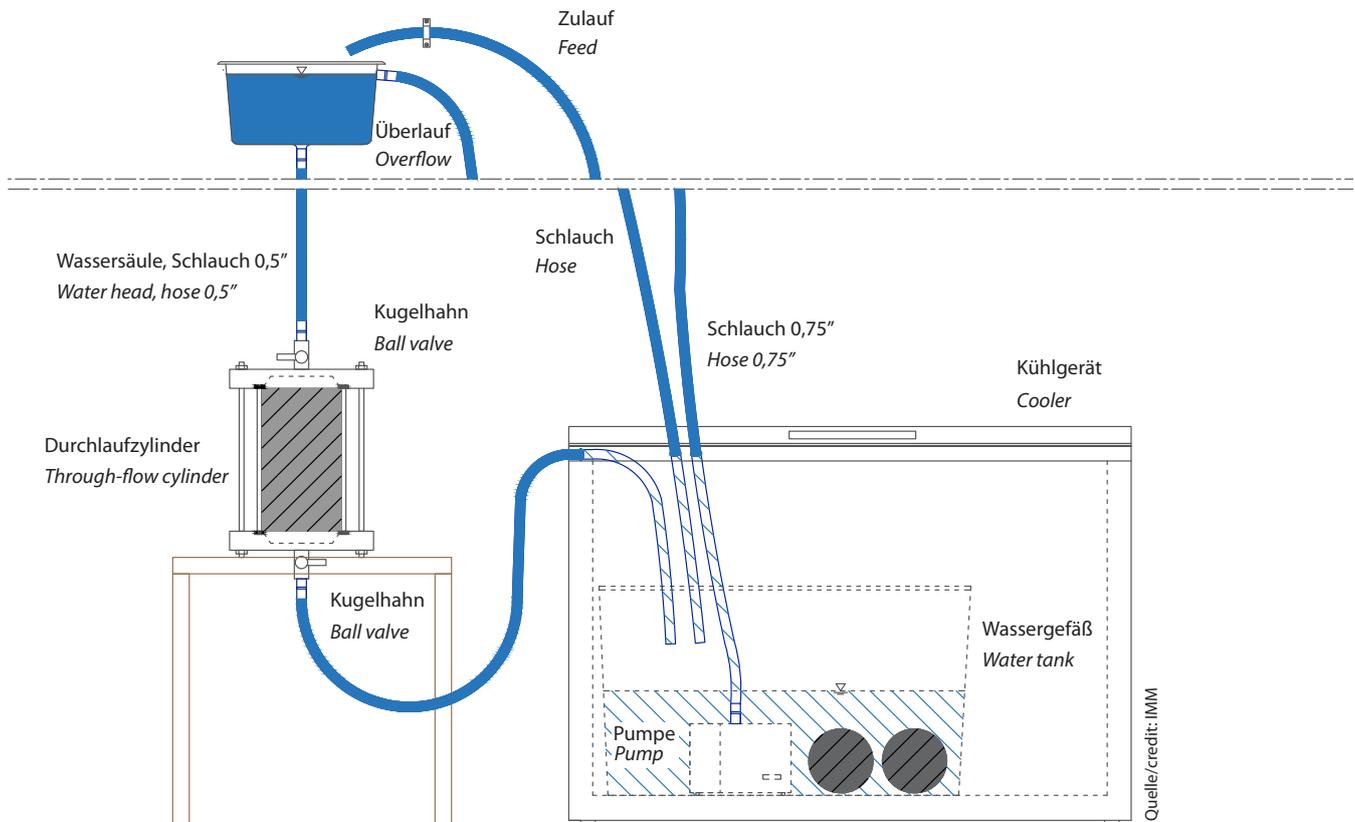
3 Established Sulphate Testing Procedures and their Applicability for porous Construction Materials

There are no standards for sulphate testing in Germany or Europe. Generally accepted procedures are, however, used for the sulphate resistance of cement for design purposes. [2] For example the SVA procedure is often used. This is a procedure developed by the Sachverständigenausschuss (specialist committee) of the DAfStb (German Committee for Reinforced Concrete) and the DIBt (German institute for building technology) and often applied. [1]

Standard Performance of the SVA Procedure

In this procedure, binder mixes of standard cement types according to DIN EN 197-1 are prepared with a W/C ratio of 0.5. These are filled into forms for flat prisms (1 x 4 x 16 cm) and demoulded after two days of storage at 20 °C and 95 % relative humidity. Altogether twelve prisms are made. [1] For curing, the prisms are stored for twelve days under a saturated calcium hydroxide solution on triangular plastic profiles.

Half of the flat prisms is then stored for the entire duration of the test under a saturated calcium hydroxide solution. The sulphate storage takes place at 20 °C, with the concentration of the sulphate ions being about 30 g SO₄²⁻/l corresponding to a 4.4 % sodium sulphate



1 Systemskizze des Durchflusssulfatversuchs als geschlossener Kreislauf
System diagram of the through-flow test as a closed circulation

unter gesättigter Calciumhydroxidlösung auf Dreiecksleisten aus Kunststoff gelagert.

Eine Hälfte der Flachprismen wird anschließend für die gesamte Prüfdauer in einer gesättigten Calciumhydroxidlösung gelagert. Die Sulfatlagerung erfolgt bei 20 °C. Die Konzentration der Sulfationen beträgt ca. 30 g SO_4^{2-} /l und entspricht einer 4,4-prozentigen Natriumsulfatlösung. Zu deren Herstellung werden 99,80 $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ je Liter Wasser gelöst. Das Volumen-Verhältnis Flüssigkeit zu Prüfkörper sollte etwa 3:1 betragen. Ein Lösungswechsel soll wöchentlich vorgenommen werden. [1]

Gleich zu Beginn sowie noch einmal nach 91 Tagen werden die Messungen der Dehnungen zwischen den stirnseitig einbetonierten Messzapfen vorgenommen. Beträgt die mittlere Differenz der Längenänderung zwischen den sulfatbelasteten Probekörpern und denen in der Referenzlösung weniger als 0,5 mm/m nach 91 Tagen, gilt das Bindemittel als sulfatwiderstandsfähig. Derzeit wird vom DIBt verlangt, dass dieser Grenzwert auch nach 180 Tagen noch eingehalten wird. [2]

Anwendung des SVA-Verfahrens bei poröser Materialstruktur

Das SVA-Verfahren findet eine häufige Verwendung in der Praxis, ist jedoch für die Bewertung eines porösen Materials nur eingeschränkt geeignet. Hauptgrund ist die abweichende Zielsetzung des SVA-Verfahrens gegenüber Dauerhaftigkeitsversuchen mit durchlässigem Zementmörtel. Das SVA-Verfahren wurde für die Bewertung des Sulfatwiderstands von Zement entwickelt. Die Dauerhaftigkeit eines damit hergestellten und gebräuchlichen

solution. In order to prepare this, 99,80 $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ are dissolved per litre of water. The volume ratio of liquid to test sample should be about 3:1 and the solution should be changed weekly. [1]

At the start and again after 91 days, the strains are measured between measurement pins cast into the faces. If the average difference of the change of length between the sulphate-exposed samples and those in the reference solution is less than 0.5 mm/m after 91 days, then the binder is considered to be sulphate-resistant. At the moment, the DIBt also requires that this threshold is maintained after 180 days. [2]

Application of the SVA Procedure with a porous Material Structure

The SVA procedure is often used in practice but is only of restricted suitability for the assessment of porous materials. The main reason for this is the different objectives of the SVA procedure compared to durability tests on porous cement mortar. The SVA procedure was developed for the assessment of the sulphate resistance of cement. The durability of conventional concrete mixed with this cement is then regulated through concrete mix and exposure classes according to DIN EN 206. In contrast, it cannot be used to verify the durability of porous cement structures since these do not conform. The special feature of permeable cement material is its high porosity and low physical resistance to aggressive substances due to its high specific surface area. This side-effect has to be taken into account in durability tests. The effect of physical resistance is however largely ruled out in the SVA procedure (by a specified concrete composition).

Lagerungsbedingungen <i>Storage conditions</i>	Versuch 1 <i>Test 1</i>	Versuch 2 <i>Test 2</i>	Versuch 3 <i>Test 3</i>	Versuch 4 <i>Test 4</i>
Lösung <i>Solution</i>	3.0 % NaSO ₄	4.4 % NaSO ₄	4.4 % NaSO ₄	Wasser <i>water</i>
Bewegungszustand <i>Moving conditions</i>	strömend <i>flowing</i>	bewegt <i>moved</i>	stehend <i>standing</i>	stehend <i>standing</i>
Temperatur <i>Temperature</i>	ca./about 14°C	ca./about 14°C	ca./about 22 °C	ca./about 22 °C
Lösungswechsel <i>Solution changed</i>	alle 2 Wochen <i>every 2 weeks</i>	alle 2 Wochen <i>every 2 weeks</i>	alle 4 Wochen <i>every 4 weeks</i>	alle 4 Wochen <i>every 4 weeks</i>
Untersuchungsmethoden <i>Investigation methods</i>	Versuch 1 <i>Test 1</i>	Versuch 2 <i>Test 2</i>	Versuch 3 <i>Test 3</i>	Versuch 4 <i>Test 4</i>
Durchflussmessung <i>Flow measurement</i>	häufig <i>frequent</i>	-	alle 2 Wochen <i>every 2 weeks</i>	alle 2 Wochen <i>every 2 weeks</i>
Massenermittlung <i>Mass determination</i>	-	alle 2 Wochen <i>every 2 weeks</i>	alle 2 Wochen <i>every 2 weeks</i>	alle 2 Wochen <i>every 2 weeks</i>
pH-Wert-Messung <i>pH value measurement</i>	alle 2 Wochen <i>every 2 weeks</i>			
Rissbeurteilung (optisch) <i>Crack assessment (visual)</i>	-	Prüfende <i>end of test</i>	Prüfende <i>end of test</i>	Prüfende <i>end of test</i>
Porenvergleich (optisch) <i>Pore comparison (visual)</i>	Prüfende <i>end of test</i>	-	-	-

Tabelle 1: Lager- und Prüfbedingungen, sowie Häufigkeit der angewendeten Untersuchungsmethoden in den durchgeführten Sulfattests
Table 1: Storage and testing conditions and frequency of the applied test methods in the performed sulphate tests

Betons wird dann normativ durch die Betonzusammensetzung und Einteilung in Expositionsklassen nach DIN EN 206 geregelt. Dem gegenüber kann ein Dauerhaftigkeitsnachweis für poröse Zementstrukturen aufgrund fehlender Konformität nicht erfolgen. Die Besonderheit eines durchlässigen Zementmaterials liegt in der hohen Porosität und dem geringeren physikalischen Widerstand gegenüber angreifenden Stoffen aufgrund der großen spezifischen Oberfläche. Diese Begleiterscheinung muss in Dauerhaftigkeitsversuchen berücksichtigt werden. Der Einfluss des physikalischen Widerstands wird im SVA-Verfahren (durch eine vorgeschriebene Betonzusammensetzung) jedoch weitestgehend ausgeschlossen. Das SVA-Verfahren kann daher für die Beurteilung eines porösen Baustoffs nur eingeschränkt angewendet werden.

Die Widerstandsfähigkeit eines Bauteils ist durch seinen chemischen und physikalischen Widerstand gegeben. Der chemische Widerstand bezeichnet die Fähigkeit des Baustoffes chemischen Schadreaktionen durch äußere Einwirkungen zu widerstehen. Der physikalische Widerstand ist gekennzeichnet durch die Fähigkeit, das Eindringen von schädigenden Stoffen in den Mörtel zu verhindern. In gebräuchlichen Sulfatversuchen werden Zemente mit festgelegter Gebindezusammensetzung geprüft. Dies gewährleistet eine vergleichbare Porosität und folglich den gleichen physikalischen Widerstand der Probekörper. In den vorhandenen Ansätzen wird also hauptsächlich der chemische Sulfatwiderstand des Zements geprüft, da der physikalische Widerstand der Probekörper mit vorgeschriebenem Mischungsentwurf als konstant betrachtet wird.

The SVA procedure can therefore only be used to a restricted extent for the assessment of a porous construction material.

The resistance of construction elements is given by their chemical and physical resistance. The chemical resistance describes the capability of a construction material to resist deleterious chemical reactions from external actions. The physical resistance is the capability to hinder the penetration of deleterious substances into the mortar. In conventional sulphate tests, cements with a specified binder composition are tested, which ensures a comparable porosity and thus the same physical resistance of the test samples. In the available approaches, therefore, it is principally the chemical sulphate resistance of the cement that is tested since the physical resistance of the test samples are considered to be constant with their specified mix design.

For the assessment of the durability of a porous mortar, the procedure was changed with the intention that the construction material could be tested for its combined chemical and physical resistance. The practical feasibility of the SVA test procedure for use with a porous cement mortar instead of the specified mix design is only possible to a restricted extent due to the testing and assessment difficulties. It was found out that the required test sample dimensions could not be maintained with the material mix that was used since the mortar has insufficient stability at such slenderness and the test sample is destroyed by demoulding. In addition, the required thresholds such as the maximum permissible strain of the test sample were given for use with the specified mix design. Maintenance of these thresholds could lead to false conclusions about the durability of the

Zur Bewertung der Dauerhaftigkeit eines porösen Mörtels wurde das Verfahren dahingehend abgeändert, dass der Baustoff auf seinen kombinierten physikalischen und chemischen Widerstand getestet werden konnte.

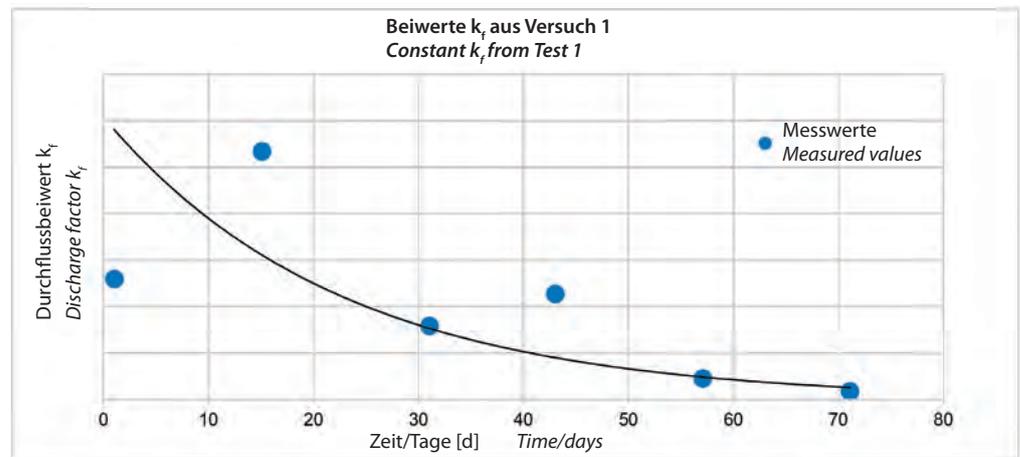
Die versuchspraktische Machbarkeit des SVA-Verfahrens beim Einsatz eines porösen Zementmörtels anstelle des vorgeschriebenen Mischungsentwurfs ist versuchs- und auswertungstechnisch nur eingeschränkt möglich. Es wurde festgestellt, dass die geforderten Prüfkörperdimensionen mit der verwendeten Materialmischung nicht eingehalten werden können, da der Mörtel bei geringer Schlankheit keine ausreichende Stabilität aufweist und daher der Prüfkörper schon beim Ausschalen zerstört wird. Zusätzlich sind die geforderten Grenzwerte, wie die maximal zulässige Dehnung des Probekörpers, für die Auswertung auf Basis eines vorgegebenen Mischungsentwurfs festgelegt worden. Durch die Einhaltung dieser Grenzwerte werden bezüglich der Dauerhaftigkeit des Gesamtprodukts eventuell falsche Rückschlüsse gezogen. Ein poröses zementhaltiges Material kann den Einwirkungen im SVA-Verfahren nach derzeitigem Kenntnisstand nicht widerstehen. Somit müssen die Grenzwerte und die Probekörperdimensionen in einer abgeänderten Testreihe angepasst werden.

4 Entwicklung neuer Labortests zur Ermittlung des Sulfatwiderstands

Für Dauerhaftigkeitsversuche eines porösen Zementmörtels mussten neue Verfahren entwickelt werden. Um in Labortests die Einwirkungen aus dem Einsatzgebiet als Ringspaltmörtel realitätsnah abzubilden, wurde bei den Versuchen auf spezifische Parameter aus dem Baugrund im Tunnelbau zurückgegriffen. Zusätzlich wurde die Drainageeigenschaft des Mörtels in den Versuchen simuliert, damit der physikalische Widerstand des Mörtels näherungsweise dargestellt wird.

Versuchsaufbau:

Der Frischmörtel wurde zur Aushärtung direkt in ein Rohr mit einem Innendurchmesser von 10 cm gefüllt. Damit wurden während der Prüfung im ausgehärteten Zustand Wasserwegigkeiten zwischen Rohrwandung und Probekörper eliminiert. Nach einer Erhärtungsphase von vier Tagen wurde der Probekörper im Rohr mit einer Betonsäge auf eine Länge von 20 cm gekürzt. Dadurch wurde zum einen eine gleichbleibende Länge des Probekörpers und zum anderen eine offene Porenstruktur für die Drainage



2 Durchflussparameter eines Probekörpers des porösen Zementmörtels aus Versuch 1 innerhalb der Prüfdauer von 71 Tagen

Through-flow parameters of a test sample of the porous cement mortar from Test 1 within a test duration of 71 days

overall product. A porous cementitious material cannot resist the actions in the SVA test according to the current state of knowledge. The thresholds and the test sample dimensions therefore have to be changed in an altered test series.

4 Development of new Laboratory Tests for the Determination of Sulphate Resistance

New procedures had to be developed for the durability testing of a porous cement mortar. In order to realistically represent the actions on a material used to fill an annular gap, the tests were based on specific ground parameters from tunnelling. In addition, the drainage property of the mortar was also simulated in the test in order that the physical resistance of the mortar is approximately represented.

Test Set-Up:

The fresh mortar was filled directly into a pipe with an internal diameter of 10 cm to harden. This eliminated water bypassing between the pipe walls and the hardened test sample during testing. After a hardening time of four days, the test sample in the pipe was cut to a length of 20 cm with a concrete saw, which ensured a constant length of the test sample and also an open pore structure for drainage. The pipe was then held pressure-tight between head and foot plates.

Openings in the plates with a hose connection permitted the application of test liquid under pressure to the test sample. The pressure head was created by a water column in a closed feed system. The test is designed as a closed system as shown in Fig. 1, with the test liquid being pumped in a circuit. The free water level in the supply tank was 1.8 m above the test sample and was kept constant by a feed pipe and an overflow. The overflow from the supply tank and the discharge after flowing through the test sample ended in a catch tank. The test solution in the catch tank was pumped as feed to the supply tank. The operation of the pump introduced heat into the test solution, which made necessary cooling of the catch tank. Accordingly the catch tank was housed in a cooling device for the duration of the test.

gewährleistet. Das Rohr wurde anschließend zwischen einer Kopf- und Fußplatte druckdicht verspannt.

Öffnungen in den Platten mit einem Schlauchanschluss erlaubten eine Druckbeaufschlagung des Probekörpers mit der Prüflüssigkeit. Die Druckhöhe wurde durch eine Wassersäule im angeschlossenen Einlaufsystem erzeugt. Der Versuch ist als geschlossenes System gemäß der Systemskizze in **Bild 1** konzipiert worden, bei welchem die Prüflüssigkeit im Kreislauf gepumpt wurde. Der freie Wasserspiegel in dem Einlaufgefäß lag bei 1,8 m oberhalb des Probekörpers und wurde durch einen Zu- und Überlauf konstant gehalten. Der Überlauf des Einlaufgefäßes und der Ablauf nach dem Durchfließen des Probekörpers mündeten in einem Auffangbehälter. Die in dem Auffangbehälter vorhandene Prüflösung wurde mit einer Pumpe als Zulauf zum Einlaufgefäß gefördert. Durch den Betrieb der Pumpe entstand ein Wärmeeintrag in die Prüflösung. Dieser Umstand machte die Kühlung des Auffangbehälters erforderlich. Entsprechend wurde der Auffangbehälter für die Dauer des Versuchs in einem Kühlgerät gelagert.

Versuchsdurchführung:

Das Lösungsmedium des Versuchs bestand aus einer 3-prozentigen

Test Performance:

The solution medium for the test consisted of a 3 % Na_2SO_4 solution (corresponding to about 20 g/l). The test temperature was lowered to 14 °C. In contrast to the standard procedure (SVA procedure), the lowering of the test temperature corresponds to a more stringent testing condition. On the other hand, the sulphate concentration was lowered for this procedure from 4.4 % to 3 %, which is less stringent. During the performance of the test, the test solution was continuously pressed through the test sample by the one-sided pressure application. The test duration was twelve weeks. The drainage capacity of the fixed test sample was measured several times a month.

Additional test samples were stored in resting sulfate solution. The drainage capacity data was supplemented every two weeks by determination of the mass of the test samples, pH value measurements of the test media and a macroscopic crack inspection of the test samples. The test solutions were renewed every two weeks and the test apparatus and the test samples were cleaned of any deposits. The described test has been changed in a few points from the SVA procedure. In order to gain a possible comparability with the established SVA procedure, Tests 2 and 3 were performed, in which

Ein wahres Arbeitstier!

Bergmann 5025 HK_{PLUS}

Schnörkelloses Design, reduziert aufs Wesentliche: die Arbeit! Der knickgelenkte Bergmann 5025 HK_{PLUS} schafft 25 Tonnen mit schnellen 40 km/h weg. Selbst rückwärts bringt er es auf 35 km/h. Unaufgeregt. Ein Spezialist fürs Grobe. Die Einsatzfelder? Nicht nur im Tunnel und unter Tage, sondern überall dort, wo's auch mal etwas ruppiger zugeht.

Sie wollen mehr Tonnen pro Stunde?

Fordern Sie uns heraus!



STUVA 06.12. - 07.12.
Messe Stuttgart | Stand E135

Spezialisiert auf Dumper. Seit über 55 Jahren.

 Made in Germany.

Bergmann Maschinenbau GmbH & Co. KG | Essener Straße 7 | 49716 Meppen
T +49 (0) 5932 7292-0 | info@bergmann-mb.de | www.bergmann-dumper.de

BERGMANN



Quelle/credit: IMM

3 Oberflächenstruktur von Querschnitten aus dem unteren (rechts) und aus dem oberen Viertel (links) des durchströmten Probekörpers aus Versuch 1 nach zehn Wochen Sulfatbelastung

Surface structure of cross-sections from the lower (right) and upper quarter (left) of the through-flow test sample from Test 1 after ten weeks of sulphate exposure

Na_2SO_4 -Lösung (entspricht ca. 20 g/l). Die Prüftemperatur wurde auf 14 °C gesenkt. Entgegen der Standard-Verfahren (SVA-Verfahren) geht mit der Senkung der Prüftemperatur eine Verschärfung der Prüfbedingungen einher. Andererseits war die Sulfatkonzentration von 4,4 % verfahrensbedingt auf 3 % gesenkt worden, was eine Entschärfung zur Folge hatte. Während des Durchführungszeitraums wurde die Prüflösung durch die einseitige Druckbeaufschlagung kontinuierlich durch den Probekörper gepresst. Der Durchführungszeitraum betrug zwölf Wochen. Das Drainagevermögen des eingespannten Probekörpers wurde mehrmals im Monat gemessen.

Weitere Probekörper wurden in ruhender Sulfatlösung gelagert. Die Daten zum Drainagevermögen wurden durch Massenermittlungen der Probekörper, pH-Wert-Messungen der Prüfmedien und eine makroskopische Rissbeurteilung der Probekörper alle zwei Wochen ergänzt. Die Prüflösungen wurden alle zwei Wochen erneuert, und die Versuchsapparatur sowie die Probekörper wurden von Ablagerungen gereinigt.

Der beschriebene Versuch wurde im Vergleich zum SVA-Verfahren in einigen Punkten abgeändert. Um eine mögliche Vergleichbarkeit zum bekannten SVA-Verfahren herzustellen, wurden die Versuche 2 und 3 durchgeführt, bei welchen Lagerungs-Parameter, wie beispielsweise der Bewegungszustand und die Temperatur

the storage parameters such as the movement condition and the temperature of the test solution corresponded to the requirements of the SVA procedure. The alteration of individual parameters was intended to illustrate and identify the relevance of these parameters in the sulphate tests on porous mortar. As a reference, the samples in Test 4 were stored in water (see **Table 1**).

5 Results of the Laboratory Tests

The essential results were first the falling permeability over the duration of the tests and secondly the formation of cracks and resulting strain of the test samples. The permeability of the sample in Test 1 fell significantly over the duration of the test (**Fig. 2**). Inspecting the pore structure in the cross-section of the test sample (**Fig. 3**), whitish deposits could be recognised in the pores.

These deposits could basically have various causes. They could be lime or reaction products of sulphate. Measurements of the pH value led to the conclusion of a greatly increased calcium content. It was therefore presumed that scale had settled in the pores of the mortar. This theory was supported by the fact that whitish deposits were found above all in the upper part of the test sample (Fig. 3, left). The flow section changes at the transition of the water from the hose section to the water-bearing pore space in the mortar. Due to the restriction of the flow section in the mortar, there is a pressure fall

der Prüflösung, den Vorgaben des SVA-Verfahrens entsprechen. Durch die Änderung einzelner Parameter sollte die Relevanz dieser Parameter für die Sulfatversuche mit porösem Mörtel dargestellt und erörtert werden. Als Referenz wurden in Versuch 4 Probekörper in Wasser gelagert (siehe **Tabelle 1**).

5 Ergebnisse der Laborversuche

Als wesentliche Ergebnisse konnten einerseits die sinkende Durchlässigkeit während des Prüfzeitraums und andererseits die Rissbildung sowie die resultierende Dehnung der Probekörper festgestellt werden. Die Durchlässigkeit des Probekörpers in Versuch 1 ist während des Prüfungszeitraums signifikant gesunken (**Bild 2**). Anhand der Porenstruktur im Querschnitt des Probekörpers (**Bild 3**) konnten weißliche Ablagerungen in den Poren ausgemacht werden.

Die Ablagerungen können grundsätzlich verschiedene Ursachen haben. So kann es sich um Kalk oder Reaktionsprodukte durch Sulfat handeln. Anhand vorgenommener pH-Wert Messungen konnte auf einen stark erhöhten Calciumanteil in der Prüflösung geschlossen werden. Es wird daher davon ausgegangen, dass sich in den Poren des Mörtels Sinter abgesetzt hat. Unterstützt wird die These dadurch, dass vor allem im oberen Bereich des Probekörpers weißliche Ablagerungen gefunden wurden (**Bild 3**, links). Der Fließquerschnitt ändert sich beim Übergang des Wassers vom Schlauchquerschnitt zu den wasserleitenden Porenräumen im Mörtel. Durch die Verjüngung des Fließquerschnitts am Mörtel kommt es besonders auf den ersten Zentimetern des durchströmten Prüfkörpers zu einem Druckabfall. Die mit Calcium angereicherte Lösung befindet sich dadurch nicht mehr im Kalk-Kohlensäuregleichgewicht und es wird Kalk ausgefällt. Vergleichbare Beobachtungen konnten auch bei Versuchen an Tunneldrainagen gemacht werden [3]. In **Bild 3** ist ein deutlicher Unterschied im Querschnitt des durchströmten Prüfkörpers zu sehen. Abhängig von der Lage des Querschnitts im Prüfkörper sind viele Ablagerungen (Scheibe 1) oder keine Ablagerungen (Scheibe 8) zu erkennen.

Die augenscheinlich größten sulfatbedingten Veränderungen am Mörtel sind die in den Versuchen 2 und 3 entstandenen Risse (**Bild 4**). Aufgrund der Porosität tritt eine Schädigung wesentlich schneller auf, als in Versuchen von Müllauer [4] unter ähnlichen Versuchsbedingungen.

Bei Sulfatversuchen an Flachprismen oder vergleichbaren Kleinprüfkörpern nach dem SVA-Verfahren traten nach einiger Zeit oberflächennahe Risse und Abplatzungen auf. Darauf folgt ein plötzlicher Anstieg der Dehnungen verbunden mit einem totalen Versagen des Prüfkörpers. In der Theorie sind die plötzlichen Dehnungen durch ein Versagen des Kernbereichs infolge sulfatbedingter Oberflächenspannungen zu erklären [4].

Anders als bei dichten Baustoffen gelangen Sulfate in den Kernbereich von porösen Baustoffen, sodass nicht nur oberflächliche Schädigungen zu erwarten sind. Es können Trennrisse auftreten, die zu Dehnungen des Probekörpers führen, sofern dies nicht durch äußere Zwänge verhindert wird.

particular in the first centimetres of the test sample. The solution with its high calcium content is no longer in lime-carbonic acid equilibrium and lime is deposited. Comparable observations have also been made in tunnel drainage systems [3]. A considerable difference in the cross-section of the test sample as the solution flows through can be seen in **Fig. 3**. Depending on the location of the section in the test sample, many deposits (Section 1) or no deposits (Section 8) can be seen.

The apparently largest changes to the mortar due to sulphate are the cracks in Tests 2 and 3 (**Fig. 4**). Due to the porosity, damage occurs much more quickly than in the tests of Müllauer [4] under similar test conditions.

In sulphate tests on flat prisms or comparable small test samples according to the SVA procedure, cracks and spalling occurred near the surface after some time. This was followed by a sudden increase of the strains associated with a total failure of the test sample. In theory, the sudden strains are to be explained by a failure of the core as a result of surface stresses due to sulphate [4].

In contrast to dense construction materials, sulphate penetrates into the core of porous materials so not only surface damage is to be expected. Tension cracks can occur, which lead to extension of the test sample unless this is prevented by external constraints.

Cracks were already seen on the porous test samples after four to six weeks, and it could be expected that the internal structure in the core was already damaged. After a short time, the test sample showed several continuous failure planes despite the solid geometry, which permits the conclusion of a complete destruction of the test sample. The destruction of all test samples exposed to sulphate after eight weeks of storage in sulphate with a concentration of 20 to 30 g/l confirms the presumption that the porous construction material is not suitable for laboratory environments with heavily increased sulphate concentrations. Deleterious effects are not to be expected under the sulphate concentrations of 7 to 125 mg/l, which are usual in Germany [7].

6 Assessment of accelerated Sulphate Tests

Overall, the selected procedure, which can be classed as an accelerated test procedure, is to be assessed as critical. In practice, damage and visible structural alteration can only result after some years. Established test procedures therefore include an acceleration factor in order that damage occurs within a short test period of less than one year (accelerated or time lapse procedure). Therefore the test conditions in the laboratory differ greatly from the conditions in practice.

Cause of the Strains

In the known and applied rapid tests like the SVA test, strains are provoked that do not occur in practice. In the literature, various theories for the occurrence of the strains are controversial [4]. The theories agree with the assumption that the formation of the mineral ettringite is the cause of the strain. According to the crystallisation theory, the decisive factors are the quantity of ettringite, the speed of formation of ettringite and the location at which the crystals form [4; p. 52].

An den porösen Probekörpern waren Risse bereits nach vier bis sechs Wochen zu sehen gewesen. Dabei war zu erwarten, dass das Gefüge im Kernbereich bereits geschädigt war. Nach kurzer Zeit zeigten die Probekörper trotz der massigen Geometrie mehrere durchgehende Bruchebenen auf, was auf eine komplette Zerstörung der Probekörper schließen ließ.

Die Zerstörung aller sulfatbelasteten Probekörper nach acht Wochen Sulfatlagerung mit einer Konzentration von 20 bis 30 g/l bestätigt die Vermutung, dass der poröse Baustoff für labortechnische Umgebungen mit unnatürlich stark erhöhten Sulfatkonzentrationen nicht geeignet ist. Schädigende Auswirkungen sind bei in Deutschland üblichen Sulfatkonzentrationen von 7 bis 125 mg/l nicht zu erwarten [7].

6 Bewertung von Sulfatschnellversuchen

Insgesamt ist das gewählte Verfahren, das als Schnellprüfverfahren eingestuft werden kann, kritisch zu bewerten. In der Praxis können sich durch einen äußeren Sulfatangriff erst nach einigen Jahren Schäden und sichtbare Strukturveränderungen ergeben. Etablierte Prüfverfahren bedienen sich daher eines beschleunigenden Faktors, damit Schädigungen innerhalb eines kurzen Prüfzeitraums von unter einem Jahr auftreten (Schnellprüfverfahren bzw. Zeitrafferverfahren). Daher weichen die Prüfbedingungen im Labor von den Bedingungen der Praxis erheblich ab.

Ursachen der Dehnungen

In den bekannten und angewendeten Schnelltests wie dem SVA-Verfahren werden praxisferne Dehnungen provoziert. In der Literatur werden verschiedene Theorien zur Entstehung der Dehnungen kontrovers diskutiert [4]. Die Theorien stimmen in der These überein, dass die Bildung des Minerals Ettringit die Ursache der Dehnung darstellt. Nach der Kristallisationstheorie sind die ausschlaggebenden Faktoren die Ettringitmenge, die Bildungsgeschwindigkeit von Ettringit und der Ort, an dem die Kristalle sich bilden [4; S. 52].

Kommt es nach dem Aushärten zu einem zusätzlichen Sulfateintrag in den Mörtel oder in exponierte Bereiche eines Bauteils durch beispielsweise sulfathaltiges Wasser, reagieren die Hydrationsprodukte des Zementsteins mit den Sulfationen der Sulfatlösung. Über verschiedene Zwischenreaktionen wird Ettringit gebildet. Ettringit hat in seiner kristallinen Form gegenüber den Ausgangsprodukten ein vielfach erhöhtes Volumen. Übersteigt der Kristallisationsdruck des Ettringits in gefüllten Poren die Zugfestigkeit des Bindemittels, so entstehen Risse und Dehnungen. Ettringit wird zwar auch regulär bei der Hydratation des Mörtels gebildet, jedoch besitzt der Mörtel in der Frühphase der Erhärtung noch keine Festigkeit, sodass durch die Ausdehnung der Ettringitkristalle keine schädigenden Kristallisationsdrücke entstehen können. [5; 1]

Die treibende Kraft von sulfatinduzierten Dehnungen ist die Übersättigung der Porenlösung von Ettringit. Die Übersättigung bestimmt den Kristallisationsdruck von Ettringit in den Poren der Zementmatrix. Da die Gleichgewichtsübersättigung in kleinen

If additional sulphate is introduced into the mortar after hardening or into exposed areas of a construction element, for example from water with sulphate content, the hydration products of the hardened cement paste react with the sulphate ions in the sulphate solution and ettringite is formed through various intermediate reactions. Ettringite in its crystalline form has a much higher volume than the starting products. If the crystallisation of the ettringite in the filled pores exceeds the tension strength of the binder, then cracks and strains occur.

Ettringite is indeed formed regularly by the hydration of mortar but the mortar has no strength in the early stages of hardening so no damaging crystallisation pressures can arise from the expansion of the ettringite crystals. [5; 1]

The driving force of sulphate-induced strain is the oversaturation of the pore solution with ettringite. The oversaturation determines the crystallisation pressure of the ettringite in the pores of the cement matrix. Since the equilibrium oversaturation is more rapidly reached in smaller pores < 100 nm, the expanding growth acts more in smaller pore radii [4]. In contrast, no significant strains have been observed in ettringite crystals which grow slowly. This is the case, for example, in ettringite with iron content, which is formed to a greater extent in sulphate-resistant cements.

In accelerated tests, higher oversaturation states are reached due to the increases sulphate concentrations. Maximum values measured on tunnel projects in practice show isolated sulphate concentrations of about 9000 mg/l [6], but in general however concentrations between 7 and 125 mg/l are to be expected in Germany according to the German association of the water industry (DVWK) [7]. The sulphate concentrations in the SVA procedure on the other hand are 30 000 mg/l, which is 240 times higher. This leads to over-proportionately higher crystallisation pressure and strains than occur in practice. High concentrations do not accelerate the damage mechanisms but provoke other mechanisms. For example, some binders fail in the conventional test procedure although damage has not been observed in practice [4]. If a porous material structure is to be used for annular gap filling, appropriate analyses of long-term groundwater chemistry with particular attention to sulphate are required.

Due to the high sulphate concentrations, a large quantity of gypsum is also formed, with calcium being increasingly leached out of the C(A)SH phases, which are important for strength formation. If the hardened cement matrix is weakened, then the tension strength of the internal concrete structure is reduced. This leads to the situation that small crystallisation pressures are already sufficient to cause cracking and strains [4].

The tests performed on porous mortar provided continuous drainage, with the permeability being monitored as it changed with time. In the test period, a reduction of the permeability was determined, which after analysis is apparently due to blocked pores.

According to Müllauer [4], the pore voids are filled by the formation of gypsum and ettringite. In his tests with highly concentrated sulphate solutions, over-proportionately high gypsum concentrations were verified. According to Bellmann et al. [8], gypsum only forms

Poren < 100 nm schneller erreicht ist, wirkt sich das expandierende Wachstum vermehrt in kleinen Porenradien aus [4]. Bei Ettringitkristallen, die einem langsamen Wachstum unterliegen, konnten dagegen bisher keine nennenswerten Dehnungen beobachtet werden. Dies ist beispielsweise bei eisenhaltigem Ettringit der Fall, welches bei sulfatwiderstandsfähigen Zementen vermehrt gebildet wird.

In Zeitrafferversuchen werden durch vielfach erhöhte Sulfatkonzentrationen höhere Übersättigungszustände erreicht. Gemessene Höchstwerte bei Tunnelprojekten in der Praxis zeigen vereinzelte Sulfatkonzentrationen von bis zu rund 9000 mg/l [6]. Im Allgemeinen sind in Deutschland jedoch nach den Angaben des Deutschen Verbandes für Wasserwirtschaft und Kulturbau e. V. (DVWK) Konzentrationen zwischen 7 und 125 mg/l zu erwarten [7]. Die Sulfatkonzentration im SVA-Verfahren beträgt dagegen 30 000 mg/l, was dem 240-fachen entspricht. Dadurch werden unverhältnismäßig hohe Kristallisationsdrücke und Dehnungen erzeugt, die in der Praxis nicht auftreten. Durch hohe Konzentrationen werden also keine Schädigungsmechanismen beschleunigt, sondern andere Mechanismen provoziert. So versagen manche Bindemittel bei bekannten Prüfverfahren, obwohl eine Schädigung in der Praxis nicht beobachtet wurde [4]. Bei Anwendung

from a sulphate concentration of 1400 mg/l. Higher concentrations are only found locally in nature [6]. Any impairment of the permeability through gypsum is therefore almost exclusively to be expected under laboratory conditions with high sulphate concentrations and can thus be regarded as unlikely in practice.

Thin sections prepared after the tests from the samples that had been exposed to sulphate showed under the microscope that almost exclusively gypsum had been formed, which blocked the pores in stages. Many of the communication locations between the pores that are important for permeability were successively closed by this process. The great quantity of gypsum also explains the pH value measured in the test solution of more than 13.0. Through the use of sodium sulphate, additional alkalis get into the test solution. The sulphate forms gypsum in combination with calcium. In addition, alkaline hydroxides are formed, which have a much higher solubility than calcium hydroxide and are therefore present in solution and contribute to the pH value of the solution. No formation of ettringite in the water-conducting pores could however be demonstrated from the thin sections. The cause of the strains can therefore not be clearly identified. Formation of ettringite in small pores < 100 nm, which caused the disruption of the internal structure, can however not be ruled out.

Driving progress in tunnel projects.



STUVA Expo

Stuttgart | 06 - 07 December

Hall 4 | Booth B131

Visit us!

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.**

einer porösen Materialstruktur als Ringspaltfüllung sind entsprechende Analysen zum langfristigen Grundwasserchemismus mit besonderem Augenmerk auf Sulfate notwendig.

Durch hohe Sulfatkonzentrationen wird zusätzlich eine große Menge Gips gebildet. Dadurch wird verstärkt Calcium aus den C(A)SH-Phasen ausgelaugt, welche wichtig für die Festigkeitsbildung sind. Ist die Zementsteinmatrix geschwächt, sinkt die Zugfestigkeit des Betongefüges. Dies führt dazu, dass bereits geringere Kristallisationsdrücke ausreichen, um Rissbildungen sowie Dehnungen zu verursachen [4].

Die am porösen Mörtel durchgeführten Versuche sahen eine durchgehende Dränierung vor. Dabei wurde die Durchlässigkeit in ihrer zeitlichen Veränderung beobachtet. Im Versuchszeitraum wurde eine Reduktion der Durchlässigkeit festgestellt, was nach einer Analyse augenscheinlich von zugesetzten Poren herrührt. Nach Müllauer [4] werden die Poren Hohlräume durch Bildung von Gips und Ettringit gefüllt. In seinen Versuchen mit hochkonzentrierter Sulfatlösung wurden überproportional hohe Gipsmengen nachgewiesen. Nach Bellmann et al. [8] bildet sich Gips erst ab einer Sulfatkonzentration von ca. 1400 mg/l. Höhere Konzentrationen sind in der Natur nur lokal vorhanden [6]. Eine Beeinträchtigung der Durchlässigkeit durch Gips ist daher fast ausschließlich unter Laborbedingungen mit hohen Sulfatkonzentrationen zu erwarten und demnach als praxisferner Prozess anzusehen.

Im Nachgang der Versuche angefertigte Dünnschliffe der sulfatbeaufschlagten Probekörper zeigten unter einem Mikroskop, dass fast ausschließlich Gips gebildet wurde, welcher die Poren schrittweise zusetzte. Viele für die Durchlässigkeit wichtige Verbindungsstellen zwischen den Poren wurden dadurch sukzessive geschlossen. Die große Menge an Gips erklärt auch einen in der Prüflösung gemessenen pH-Wert von mehr als 13,0. Durch die Verwendung von Natriumsulfat gelangen zusätzliche Alkalien in die Prüflösung. Das Sulfat bildet in Verbindung mit Calcium Gips. Zudem entstehen Alkalihydroxide, welche eine vielfach höhere Löslichkeit als Calciumhydroxid besitzen, daher gelöst vorliegen und den pH-Wert der Porenlösung mitbestimmen. Eine Bildung von Ettringit in den wasserleitenden Poren konnte bei den Dünnschliffen jedoch nicht nachgewiesen werden. Die Ursache der Dehnungen ist daher nicht eindeutig zu identifizieren. Eine Ettringitbildung in kleinen Poren <100 nm, welche die Störung des Gefüges verursachte, ist jedoch nicht auszuschließen.

7 Zusammenfassung und Fazit

Die Anpassung der Randbedingungen der Sulfatprüfungen an den Tunnelbau bedingt eine Verschärfung der Prüfbedingungen. Dies bezieht sich auf eine geringere Temperatur im Baugrund, eine bewegte Lösung und auf die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Mörtels. Innerhalb der Prüflaufzeit weisen die Probekörper zum Teil große Dehnungen und weißliche Ablagerungen in den Poren auf, welche auf Gips zurückzuführen sind. Die Schäden sind als praxisfern und überhöht zu bewerten. Demnach ist die Sulfatkonzentration der Labortests zu hoch gewählt, sodass praxisferne Reaktionsprodukte und Dehnungen



Quelle/Credit: IMM

4 Rissbildung bei Probekörper 3 nach sechs Wochen in fließendem Sulfatwasser (Versuch 2)

Crack formation in test sample 3 after six weeks in flowing sulphate water (Test 2)

7 Summary and Conclusion

The adaptation of the constraints of sulphate tests in tunnelling presupposes more stringent test conditions. This relates to a lower temperature in the ground, a moving solution and the physical and chemical properties of the mortar. Within the test duration, the test samples partly show large strains and whitish deposits in the pores, attributable to gypsum. This damage is assessed as unrealistic in practice and too great. Accordingly the sulphate concentration in the laboratory tests has been selected too high, so that unrealistic reaction products and strains occur in the test sample. Many binders fail in the conventional test procedure although corresponding damage has never been observed in practice [4].

In addition to the sulphate concentration, the use of pure sodium sulphate is to be assessed critically. This does indeed produce worse damage scenarios but aggressive solutions in nature mostly have a complex composition, and this should be taken into account in future tests [10].

The durability can only be estimated through numerous tests. Further investigations and tests based on observations should enable an estimation of the sulphate resistance of the construction material. It remains doubtful whether sulphate damage can be represented at all by an accelerated test procedure. More stringent test conditions are intended to provoke an accelerated effect. Tests, above all those with increased sulphate concentrations, however lead

am Probekörper auftreten. So versagen manche Bindemittel bei bekannten Prüfverfahren, obwohl eine Schädigung in der Praxis nicht beobachtet wurde [4].

Neben der Sulfatkonzentration ist die ausschließliche Verwendung von Natriumsulfat kritisch zu bewerten. Zwar ergeben sich höhere Schadensszenarien, jedoch finden sich in der Natur meist angreifende Lösungen komplexer Zusammensetzung. Dies sollte in zukünftigen Versuchen berücksichtigt werden [10].

Erst durch eine Vielzahl an Versuchen kann die Dauerhaftigkeit abgeschätzt werden. So sollten weitere Untersuchungen und Versuche auf Grundlage der Beobachtungen eine Bewertung der Sulfatwiderstandsfähigkeit des Baustoffs ermöglichen. Es bleibt zweifelhaft, ob Sulfatschäden im Rahmen eines Schnellprüfverfahrens überhaupt abgebildet werden können. Durch eine Verschärfung der Prüfbedingungen soll ein zeitraffender Effekt provoziert werden. Versuche, vor allem mit praxisfernen Sulfatkonzentrationen, führen jedoch zu anderen Schädigungsprozessen und keinen aussagekräftigen Ergebnissen zur Bewertung der Dauerhaftigkeit.

In der Forschung werden Zeitrafferversuche wie das SVA-Verfahren kontrovers diskutiert. Auf der einen Seite werden sie mangels Alternativen stets vom DIBT angewendet. Auf der anderen Seite wird ersichtlich, dass die Versuche die Wirklichkeit nicht abbilden können. In der Forschung werden zurzeit Alternativen zu Zeitrafferversuchen gesucht. Für eine Bewertung der Dauerhaftigkeit müssen weitere innovative Ansätze verfolgt werden.

8 Ausblick

Für zukünftige Versuche sind Anpassungen angezeigt, die einerseits geringe Konzentrationen und andererseits einen verlängerten Prüfungszeitraum umfassen, damit sich Schädigungsminerale bilden und diese unter Verwendung geeigneter Methoden bewertet werden können. Hierzu gehören unter anderem Dünnschliffe, die durch ein Polarisationsmikroskop qualitativ und quantitativ im Querschnitt auf Schädigungsminerale bewertet werden können. Neben der Sulfatkonzentration sind an die Materialien und an das Einsatzgebiet angepasste Versuche wie der Durchlaufversuch sinnvoll. Der pH-Wert der Lösung stieg bei den durchgeführten Versuchen auf ein praxisfernes Niveau. Dieses ist durch die Erhöhung der Frequenz zum Austausch der Prüflösung, oder bei laufender Erneuerung der Prüflösung durch natürliche sulfatbelastete Wässer aus dem Feld zu umgehen. Eine Lösung, welche laufend erneuert wird, hat gegenüber einer im Kreislauf geförderten Prüflösung den Vorteil, dass sich keine Eluate in der Prüflösung anreichern können. Mit Hilfe dieser Neuerungen wird eine Einschätzung der zukünftigen Schädigungen auf das zu prüfende Material auf Grundlage der Versuchsergebnisse als aussichtsreich bewertet. 

to other damage processes and deliver no reliable results for the assessment of durability.

In the research world, accelerated tests like the SVA procedure are controversial. On the one hand, they are always used by the DIBT due to the lack of alternatives. On the other hand, it is clear that these tests cannot represent reality. In the research world, alternatives to accelerated tests are currently being sought. In order to estimate durability, new innovative approaches will be necessary.

8 Outlook

For future tests, adaptations are advisable, on the one hand working with low concentrations and on the other a longer test duration, in order that deleterious minerals form and these can be evaluated using suitable methods. This could include thin sections, which can be qualitatively and quantitatively assessed for deleterious minerals in the section using a polarising microscope.

In addition to the sulphate concentration, tests like the through-flow test should be adapted to the materials and the scope of application. The pH value of the solution increased to an unrealistic level in the tests that were performed. This could be avoided by increasing the frequency of changing the test solution or by continuous renewal of the test solution with natural water with sulphate content. A solution, which is continuously renewed, has the advantage over a test solution pumped in a circulation that no eluate can concentrate in the test solution. With the assistance of these innovations, the estimation of future damage to the material based on the test results seems promising. 

Literatur/References

- [1] Stark, Jochen: Dauerhaftigkeit von Beton
- [2] (Bramshuber, W.: Vortrag: Sulfatwiderstand von Beton – Auslegung, Prüfung, Ausführung. DAFStb: 55. Forschungskolloquium)
- [3] Naumann, J.; Maidl, B.; Heimbacher, F.; Abel, F.: Verbesserung von Tunneldrainagen unter Berücksichtigung des versinterungsbedingten Wartungsaufwands. In: Taschenbuch für den Tunnelbau 2002.
- [4] Müllauer, Wolfram: Dissertation Mechanismen des Sulfatangriffs auf Beton, Technische Universität München, 2013.
- [5] Verein Deutscher Zementwerke e.V.: Zement Taschenbuch 2002, 50. Ausgabe, Düsseldorf, 2002.
- [6] Amstad, Christian; Kovári, Kalman: Untertagbau in quellfähigem Fels (Forschungsauftrag 52/94, 5408.01), Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation; Bundesamt für Strassen, Zürich, 2001
- [7] Wisotzky, Frank: Angewandte Grundwasserchemie, Hydrogeologie und hydrogeochemische Modellierung. Springer, Berlin, 2011.
- [8] Bellmann, Frank; Möser, Bernd; Stark, Jochen: Influence of sulfate solution concentration on the formation of gypsum in sulfate resistance test specimen, In: Cement and Concrete Research, 2006, S. 358–363
- [9] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton e.V. - DAFStb: 2. Stellungnahme des DAFStb zum „Sulfatangriff auf Beton“.
- [10] Kunther, Wolfgang: Dissertation: Investigation of Sulfate Attack by Experimental and Thermodynamic Means, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, 2012.

Deutschland**Abwasserkanal Emscher:
TBM-Navigation und Sicherheits-
konzept von VMT im BA 40****Germany****New Emscher Sewer Tunnel:
VMT provided TBM Navigation and
Work Safety Concept in BA 40**

Im Gegensatz zu den vorangegangenen Bauabschnitten des Abwasserkanals Emscher wurde der Bauabschnitt (BA) 40 nicht im klassischen Rohrvortrieb aufgeföhren, sondern aus Tübbingen erstellt

In contrast to the previous construction sections, section 40 was not being driven by classic pipe jacking but assembled from segments

Der Bau des 51 km langen Abwasserkanals Emscher (AKE) ist das größte Einzelprojekt im Rahmen des Emscher-Umbaus im deutschen Ruhrgebiet und zählt unter technischen und finanziellen Gesichtspunkten zu den größten Herausforderungen, die die Emschergenossenschaft als Bauherr gemeinsam mit den Baupartnern zu bewältigen hat. Unter den einzelnen Bausteinen des Großprojektes sticht der Bauabschnitt (BA) 40 nicht nur aufgrund seiner Ausführung in Tübbingbauweise hervor.

Für den rund 10 km langen Abschnitt des neuen Abwasserkanals, der von der ARGE Emscher BA 40, bestehend aus Porr Bau GmbH und Porr Deutschland GmbH, als Doppelrohrsystem DN 2600 parallel aufgeföhren wurde, hat die VMT GmbH unter anderem die Navigationstechnologie geliefert. Hier blickt das Unternehmen auf eine 20-jährige Erfahrung zurück: VMT-Navigationssysteme wurden für unterschiedliche Arten von Vortriebsmaschinen entwickelt und sorgen dafür, dass selbst kilometerlange Tunnel mit höchster Genauigkeit ihr Ziel erreichen.

The construction of the 51 km long Abwasserkanal Emscher (AKE) sewer tunnel is the largest individual project to improve the River Emscher in the Ruhr, Germany and is technically and financially one of the greatest challenges that the Emschergenossenschaft as client and their construction partners have ever had to overcome. Among the individual construction sections of the major project, construction section (BA) 40 is exceptional, not only because of its construction with segment lining.

For this approx. 10 km long section of the new sewer tunnel, which is being constructed as a twin parallel 2600 diameter tube system by the JV ARGE Emscher BA40, consisting of Porr Bau GmbH and Porr Deutschland GmbH, VMT GmbH supplied services including the navigation technology. The company already has 20 years of experience in the field: VMT navigation systems have been developed for various types of tunnelling machines and ensure that even kilometre long tunnels reach their target with great accuracy. In addition, VMT also provided a system for a fire protection and

Darüber hinaus hat VMT ein System für ein Brandschutz- und Rettungskonzept bereitgestellt, das allen Koordinations- und Sicherheitsanforderungen auf der Großbaustelle gerecht wird. Ein leistungsfähiges Kommunikations- und Sicherheitssystem stellt dabei in jeder Bauphase sicher, dass im Arbeitsbetrieb und in Notsituationen alle betroffenen Personen miteinander in Kontakt stehen, geortet und alarmiert werden können. Die neuentwickelte Systemlösung SCoUT (Safety Coordination by Underground Tracking, ehemals HADES) zur Ortung und Erfassung von Personen, Fahrzeugen und mobiler Ausrüstung unter Tage, wurde auf der Großbaustelle erstmals eingesetzt.

Emscher-Umbau kostet 5,3 Milliarden Euro

Es ist ein Projekt der Superlative: Auf rund 5,3 Milliarden Euro summieren sich die Gesamtinvestitionen, die von der Emschergenossenschaft über einen Zeitraum von etwa 30 Jahren in den Emscher-Umbau gesteckt werden. Rund 2 Milliarden Euro sind bislang schon in das Jahrhundertprojekt geflossen – so unter anderem für den Bau oder die Erweiterung von vier Kläranlagen, ca. 330 Kanalkilometern und den naturnahen Umbau von ca. 120 km Gewässer.

Das größte Einzelprojekt stellt der Neubau des 51 km langen Abwasserkanals von der Kläranlage Dortmund-Deusen bis zum Klärwerk Emschermündung in Dinslaken dar. Rund 35 000 Kanalrohre in Nennweiten von DN 1400 bis 2800 und mehr als 16 000 Tübbingringe DN 2600 werden für den neuen Kanal verbaut, der in Tiefenlagen von 8 bis 40 m verläuft und ein Gefälle von 1,5 ‰ aufweist. Im Dezember 2013 begannen die Arbeiten am BA 40, der sich zwischen der Stadtgrenze Bottrop/Oberhausen und dem „Holtener Feld“ in Oberhausen erstreckt.

BA 40: Kanalrohr aus Tübbing

Im Gegensatz zu den vorangegangenen Bauabschnitten wurde dieser rund 10 km lange, aus zwei nebeneinander verlaufenden Rohrleitungen bestehende Teil des neuen Abwasserkanals nicht im klassischen Rohrvortrieb aufgeföhren, sondern aus Tübbing erstellt – ein Verfahren, bei dem jedes neue Kanalsegment in der Nennweite DN 2600 aus sechs Einzelelementen direkt in den Vortriebsmaschinen zusammengefügt wurde. Mehr als 108 000 Tübbinge wurden bis zum Abschluss der Vortriebsarbeiten des BA 40 im Juni 2017 verbaut. Den erfolgreichen Durchstich der beiden Vortriebsmaschinen

rescue concept, which can cope with all coordination and safety requirements on the major construction site. A powerful communications and safety system ensures in every stage of construction that all affected people are in contact with each other and can be located and alarmed in working situations and in emergencies. The newly developed system solution SCoUT (Safety Coordination by Underground Tracking, formerly HADES) for the tracking and recording of people, vehicles and mobile equipment was used for the first time on this site.

Emscher Improvement costs 5.3 Billion Euros

It is a superlative project: the Emschergenossenschaft will invest a total of about 5.3 billion euros in the Emscher improvement over a period of about 30 years. About 2 billion euros have already been spent on this major project for works such as the extension of four treatment works, about 330 km of sewers and the natural restoration of about 120 km of streams and rivers.

The largest individual project in this improvement is the new construction of the 51 km long sewer tunnel from the wastewater treatment plant at Dortmund-Deusen to the treatment plant "Emschermündung" in Dinslaken. About 35 000 sewer pipes in sizes from 1400 to 2800 Ø and more than 16 000 segment rings 2600 Ø will be installed for the new sewer, which runs at depths of 8 to 40 m with a fall of 1.5 ‰. In December 2013, work started on BA 40, which extends between the town boundary Bottrop/Oberhausen and the "Holtener Feld" in Oberhausen.

BA 40: Sewer Tunnel constructed of Segments

In contrast to the previous construction sections, this 10 km long section of two parallel tubes of the new sewer was not driven by classic pipe jacking but constructed of segments, in a process with each new 2600 Ø sewer ring consisting of six individual



Quelle/Credit (2): VMT GmbH

Für den BA 40 des Abwasserkanals Emscher hat die VMT GmbH unter anderem die Navigationstechnologie geliefert und ein System für ein Brandschutz- und Rettungskonzept bereitgestellt. Die neuentwickelte Systemlösung SCoUT (Safety Coordination by Underground Tracking) zur Ortung und Erfassung von Personen, Fahrzeugen und mobiler Ausrüstung unter Tage, wurde auf der Großbaustelle erstmals eingesetzt

For contract BA 40 of the Emscher sewer project, VMT GmbH delivered the navigation technology and provided a system for a fire protection and rescue concept. The newly developed system solution SCoUT (Safety Coordination by Underground Tracking) for the tracking and recording of people, vehicles and mobile equipment below ground was used for the first time on a major construction site



Quelle/credit: VMT GmbH

Für das Auffahren der beiden Leitungen im BA 40 wurden zehn Schächte und vier Anschlussschächte mit Durchmessern von bis zu 20 m und Tiefen von bis zu 40 m in Schlitzwandbauweise erstellt

For the driving of the two tunnels on BA 40, ten shafts and four connecting shafts with diaphragm wall support were built with diameters of up to 20 m and depths of up to 40 m

bezeichnete die Emschergenossenschaft als „einen der wichtigsten Momente in der Geschichte des Emscher-Umbaus“.

Vor allem aufgrund der langen Fließ- und Verweilzeiten des Abwassers und der daraus resultierenden Korrosionsgefahr bestehen die Tübbinge aus säurebeständigem Beton; zusätzlich wurden die Segmente im Bereich der Schächte noch mit einer Polymer-Betonauskleidung als abdichtende Schutzschicht versehen.

Die EPB-Schildmaschinen von Herrenknecht führen die beiden parallel verlaufenden Haltungen in leicht versetzter Anordnung auf. Bei den Erddruckschilden dient ein Erdbrei aus abgebautem Material als plastisches Stützmedium. Dies ermöglicht den nötigen Ausgleich der Druckverhältnisse an der Ortsbrust, verhindert ein unkontrolliertes Eindringen des Bodens in die Maschine und schafft die Voraussetzung für einen schnellen und setzungsarmen Vortrieb. Eine Förderschnecke transportiert das abgebaute Material vom Boden der Abbaukammer auf ein Förderband. Dabei sichert das Zusammenspiel der Förderrate der Schnecke und der Vortriebsgeschwindigkeit die präzise Steuerung des Stützdrucks des Erdbreis. Mittels Erddrucksensoren in der Abbaukammer wird der Gleichgewichtszustand kontinuierlich überwacht.

Für das Auffahren der beiden Leitungen im Bauabschnitt 40 wurden insgesamt zehn Schächte und vier Anschlussschächte in Schlitzwandbauweise benötigt. Diese Schächte erreichen Durchmesser von bis zu 20 m und Tiefen von bis zu 40 m.

segments assembled directly in the tunnel boring machine. More than 108 000 rings were installed by the completion of the excavation works at BA 40 in June 2017. The successful breakthrough of the two tunnel boring machines was described by the Emschergenossenschaft as “one of the most important moments in the history of the Emscher improvement”.

Above all due to the long flow and dwell times of the wastewater and the resulting danger of corrosion, the segments consist of acid-resistant concrete; in addition, the segments were provided with a polymer concrete lining near the shafts as a sealing protection layer. The EPB shield machines from Herrenknecht built the two parallel runs in a slightly displaced arrangement. In an EPB machine, the excavated earth paste serves as a plastic support medium, which enables the necessary balancing of pressures at the face, prevents uncontrolled penetration of the ground into the machine and creates the preconditions for rapid tunnelling with minimal settlement. A screw conveyor transports the excavated material from the floor of the excavation chamber to a conveyor belt, with the relationship of the pumping rate of the screw conveyor and the advance rate being used to ensure precise control of the support pressure of the earth paste. Earth pressure sensors in the excavation chamber are used to continuously monitor this state of equilibrium.

Ten shafts and four connecting shafts with diaphragm wall support were required for the driving of the two tunnels in BA 40. These excavations have diameters of up to 20 m and depths of up to 40 m.

Anspruchsvolles Sicherheitskonzept

Neben dem kleinen Durchmesser und den teilweise äußerst engen Kurvenradien zählen die Einbauten (vornehmlich Rauchschotts) und Schachtöffnungen zu den technischen Herausforderungen des Projektes. Darüber hinaus stellen insbesondere die sehr hohen Anforderungen an das Brandschutz- und Rettungskonzept die an der Baumaßnahme Beteiligten vor eine große Aufgabe. Mit der Umsetzung beauftragt wurde die VMT GmbH, die zu den führenden Anbietern von Vermessungssystemen und -services im Tunnelbau und in der Industrievermessung zählt. „Unter anderem sollte ein Personenerfassungs- und Ortungssystem installiert werden, um die vorgegebenen Rettungszeiten, die den örtlichen Rettungskräften zur Verfügung stehen, realisierbar zu machen“, erklärt Dipl.-Ing. (FH) Nadine Fenrich, Senior Engineer bei der VMT GmbH. „Gefragt war ein modernes, modulares Kommunikations- und Sicherheitssystem, das die gesamte Baustelle vernetzt und das aufgrund seiner Flexibilität während des Projektverlaufs immer wieder an das aktuelle Brandschutz- und Rettungskonzept angepasst werden konnte.“ Mit Lösungen für eine Personenortung in Echtzeit, eine Rauchschott-Steuerung per Fernzugriff sowie eine intelligente, prioritätsorientierte Alarmierung lieferte das

Challenging Safety Concept

In addition to the small diameter and the very tight curve radii in places, the installations (mainly smoke barriers) and shaft openings are technical challenges on the project. In particular the very stringent requirements for the fire protection and rescue concept pose a difficult task for the project parties, and a solution was commissioned from the company VMT GmbH, one of the leading providers of surveying systems and services in tunnelling and in industrial surveying. "This was to include the installation of a personnel tracking system in order to make possible the specified rescue times provided by the local emergency services", explains Dipl.-Ing. (FH) Nadine Fenrich, Senior Engineer with VMT GmbH. "What was needed was a modern, modular communications and safety system, which would be flexible enough to network the entire construction site and which could be adapted to comply with the latest fire protection and rescue concept as the project progressed." With solutions for personal tracking in real time, remote control of smoke bulkheads and an intelligent, priority-oriented alarm system, the company delivered technology to fulfil a key function during the construction period. In case of incidents or rescue interventions, this ensures an extensive overview at the intervention centre and also complies with the requirements of emergency services such as fire service or mine rescue.



How we build reality

Z+F[®]
Zoller+Fröhlich



Reaching new levels
www.zf-laser.com

Unternehmen Technik, die während der Bauzeit Schlüsselfunktionen erfüllt. Sie stellt bei Schadensereignissen und Rettungseinsätzen einen vollumfänglichen Überblick im Einsatz-Leitstand sicher und entspricht darüber hinaus den Anforderungen der Rettungseinrichtungen wie Feuerwehr oder Grubenwehr.

SCoUT Personenortungssystem

„Die eingesetzten Module verbinden neueste Technologien mit im Rettungseinsatz bewährter Technik. Dabei sind alle Komponenten so konzipiert, dass sie allen Einsatzbedingungen gerecht werden und ihre volle Funktionalität sichergestellt ist – auch beim Tragen von Atemschutzgeräten und schwerem Gerät“, erläutert VMT-Geschäftsführer Dipl.-Ing. (FH) Manfred Messing, der darauf hinweist, dass das Personenortungssystem SCoUT im Rahmen des Emscherprojektes seine erfolgreiche Premiere feiern konnte. Die Systemlösung besteht aus einer Software, dem SCoUT Control Center, Empfänger- bzw. Sendehardware und Ortungstranspondern, die an das jeweilige Projekt angepasst werden. Über Ortungstransponder, die am Mann getragen werden, lokalisiert und identifiziert das System kontinuierlich und verlässlich alle im Tunnel befindlichen Personen – auch diejenigen, die sich im Zug befinden. In der Leitstelle werden in Echtzeit alle Personen mit ihrer jeweiligen Position auf dem Bildschirm metergenau (1–3 m) angezeigt – „bei den oben erwähnten Bedingungen eine besondere Herausforderung“, sind sich Messing und Fenrich einig. Im Notfall versetzen die im SCoUT Control Center angezeigten Informationen die Einsatzleitung in die Lage, schnelle und fundierte Entscheidungen zu treffen. Rettungsmaßnahmen können entsprechend der aktuellen Situation veranlasst und effizient koordiniert werden: Beispielsweise werden Rettungsteams gezielt und ohne Verzögerungen zum Unglücksort dirigiert oder Personen aus Gefahrenzonen heraus zum nächstgelegenen abgetrennten Bereich geleitet.

Intelligente Alarmierung und Rauchschottsteuerung

Neben der Personenortung gehören die Rauchschott-Steuerung und eine sogenannte intelligente, prioritätsorientierte Alarmierung zu den weiteren Modulen der VMT-Konzeption. Die Rauchschott-Steuerung ermöglicht über die Visualisierungssoftware sowohl im Tunnel als auch von der Leitstelle aus die Bedienung der Rauchschotts, die im Brandfall eine Ausbreitung des Rauches verhindern. Da die Schotts von der Leitstelle aus exakt abgestimmt auf den Zug geöffnet und auch wieder geschlossen werden können, wird das Risiko von Rauchgasvergiftungen minimiert. Bei der intelligenten Alarmierung werden abgesetzte Notrufe sowie Alarmer der automatischen Brandmeldeanlagen in Form von Sprach- und/oder Textnachrichten automatisch und ausfallsicher an die zuständigen Personen weitergeleitet. Sämtliche Module haben eines gemeinsam: Sie ermöglichen ein schnellstmögliches Eingreifen im Notfall und tragen so zu einer Optimierung der Sicherheit im Arbeitsumfeld bei. 



Quelle/credit: VMT GmbH

Der rund 10 km lange BA 40 besteht aus zwei nebeneinander verlaufenden Rohrleitungen, die in leicht versetzter Anordnung von Herrenknecht- EPB-Schildmaschinen aufgeföhrt wurden

The approximately 10 km long BA 40 consists of two parallel tubes, which were bored in a slightly displaced arrangement by Herrenknecht EPB machines

SCoUT Personal Tracking System

„The modules used combine the latest technology with proven techniques from rescue interventions. All components are designed to cope with all intervention conditions and maintain their full function, even when wearing breathing apparatus and carrying heavy equipment“, explains VMT managing director Dipl.-Ing. (FH) Manfred Messing, who also points out that the SCoUT personal tracking system was used successfully for the first time on the Emscher project. The system solution consists of software, the SCoUT Control Center, receiver and transmitter hardware and tracking transponders, which are adapted to suit each individual project. Using tracking transponders, which are carried by everyone, the system continuously and reliably localises and identifies all the people in the tunnel, even those in trains. In the control centre, all people are shown with their current positions to an accuracy of metres (1–3 m). „Under the already described conditions, this was a real challenge“, agree both Messing and Fenrich. In case of an emergency, the information displayed in the SCoUT Control Center enables the emergency services management to make rapid and well-founded decisions. Rescue measures can be started according to the current situation and efficiently coordinated: for example, rescue teams can be directed straight to the location of an accident without delay or people can be guided from the danger zone to the nearest separated area.

Intelligent Control of Alarming & Smoke Bulkheads

In addition to personal tracking, further modules of the VMT product control smoke bulkheads and provide intelligent, priority-oriented alarming. The control of smoke bulkheads enables their operation to prevent propagation of smoke in case of a fire through the visualisation software, both in the tunnel and from the control centre. Since the bulkheads can be opened and closed again, taking into account the position of the train, the risk of smoke gas poisoning is minimised. With the intelligent alarm system, alarms raised by emergency calls or the automatic fire detection system can be automatically and reliably forwarded to the responsible people by voice or text messages. All the modules enable the quickest possible action in case of an emergency and lead to improved safety in the working environment. 



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.

Halle 4
Stand C150

[siemens.com/tunnelautomation-stuva](https://www.siemens.com/tunnelautomation-stuva)

Bahnprojekt Stuttgart–Ulm

Neues Dichtprofilkonzept für den Tübbingausbau im Albvorlandtunnel

Im Rahmen des gesamteuropäischen Schnellbahn-Netzausbaus entsteht im Südosten der Metropolregion Stuttgart derzeit die knapp 60 km lange ICE Neubaustrecke zwischen Wendlingen und Ulm. Auf zusammengenommen 30,4 km Länge wird gut die Hälfte dieser Strecke unterirdisch durch zehn Tunnelbauwerke verlaufen. Bereits seit einigen Jahren befinden sich hier beispielsweise der 8,8 km lange

Boßlertunnel im Verlauf des Alaufstiegs, sowie der anschließende, fast 4,9 km lange Steinbühlentunnel im Bau.

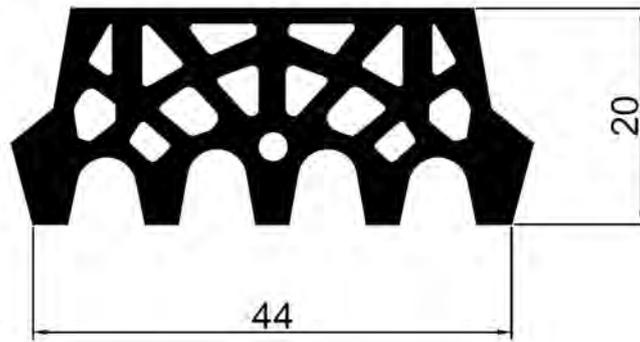
Als noch fehlender Lückenschluss zwischen Stuttgart und der Schwäbischen Alb wurde nun als letzte Tunnelbaumaßnahme noch ein weiteres Großprojekt gestartet – der etwa 8,3 km lange Albvorlandtunnel bei Kirchheim unter Teck. Dieser ebenfalls im maschinellen Schildvortrieb aufzufahrende Tunnel wird in seinem Verlauf eine Hochdruckgasleitung, eine NATO-Treibstoffleitung, sowie auf einem Abschnitt von etwa 1,3 km auch die BAB 8 Stuttgart–München unterqueren. Bei Überdeckungen von maximal 65 m bis gerade einmal 9,50 m im Minimum und anstehenden Wassersäulen von bis zu 45 m ist auch bei diesem Bauwerk höchste Sicherheit geboten.

Höchste Sicherheit bei der Tübbingabdichtung

Dieses erhöhte Sicherheitsdenken spiegelte sich im Rahmen der Projektausschreibung auch in der technischen Leistungsbeschreibung für die Tübbingabdichtung wieder. Der Bauherr, die Deutsche Bahn Netz AG, hatte im Vorwege den planerischen Bemessungswasserdruck von 4,0 bar mit einem Sicherheitsaufschlag versehen und auf 5,0 bar erhöht, wonach sich entsprechend der Ril 853/ZTV-Ing. für den zu erbringenden Eignungsnachweis für die Tübbingabdichtung ein Prüfdruck von 10 bar ergab. Dieser musste unter Berücksichtigung des planerischen Anfangsfugenspaltes mit einer zusätzlichen Fugendehnung von 6 mm sowie streng nach den Vorgaben des Regelwerkes TL/TP DP (Technische Lieferbedingungen und Technische Prüfvorschriften für Dichtungsprofile), das bedeutet bei Versatzstufen von 0 bis 20 mm, nachgewiesen werden. Die für den Bau des Tunnels beauftragte Firma Implen Construction GmbH setzte hinsichtlich der von der DB Netz AG gemachten Vorgaben für den Dichtigkeitsprüfnachweis sogar auf weitere Sicherheiten, indem sie

Stuttgart–Ulm Railway Project

New Sealing Profile Concept for the segmental Lining in the Albvorland Tunnel



1 Profil CTS 44/20 „AVT“ für den Albvorlandtunnel
The CTS 44/20 „AVT“ profile for the Albvorland Tunnel

Quelle/Credit: CTS Cordes

The new ICE high-speed line between Wendlingen and Ulm, just on 60 km in total length, is currently under construction in the south-east of the Stuttgart metropolitan region as part of the expansion of the pan-European high-speed rail network. A good half of this line, 30.4 km in all, will run underground, in ten tunnel structures. The 8.8 km long Boßler Tunnel located on the Alaufstieg ascent, for example, and also the directly connecting,

almost 4.9 km long Steinbühl Tunnel, have already been under construction here for a number of years.

A further major project – the around 8.3 km long Albvorland Tunnel, near Kirchheim unter Teck – has now been started, and is the final tunnel-construction project, closing the remaining gap between Stuttgart and the Swabian Alps. The alignment of this tunnel, also to be headed using mechanised shield tunnelling, will pass under a high-pressure gas pipeline, a NATO fuel pipeline and, for a distance of around 1.3 km, also the Stuttgart-to-Munich Autobahn 8. Maximum safety is also needed for this project, with overburden varying from a maximum of 65 m to a minimum of only just on 9.50 m and head of water of up to 45 m.

Maximum Safety for Segment Sealing

This enhanced safety awareness was also reflected in the technical schedule of works for the segment seal in the context of the project tendering stage. The project client, Deutsche Bahn Netz AG, had applied in advance a safety allowance to the design water pressure for planning of 4.0 bar and raised this figure to 5.0 bar, resulting in a test pressure of 10 bar in accordance with the Ril 853/ZTV-Ing. specifications and contractual conditions for the qualification certificate to be furnished for the segment seals. This was to be demonstrated taking account of the initial design joint gap and an additional gap expansion of 6 mm and strictly in accordance with the provisions of the TL/TP DP (Technical Conditions of Supply and Technical Inspection Regulations for Sealing Profiles) code of practice, i.e., with misalignment („offset“) heights of 0 to 20 mm. The contractor entrusted with construction of the tunnel, Implen Construction GmbH, in fact enforced still further safety margins for the specifications stipulated by DB Netz AG for the tightness test certificate by demanding from the manufacturer of the elastomer sealing gaskets additional tests for

vom Hersteller der Tübbingdichtrahmen zusätzliche Prüfungen für einen simulierten „Worst Case“ mit 8 mm Fugendehnung bei 20 mm Versatz einforderte.

Neuentwicklung der Dichtprofilgeometrie für den Albvorlandtunnel

Für die zu verwendende Dichtprofilgeometrie wurde von der DB Netz AG eine Mindestkontaktbreite von 38 mm vorgegeben, was einem, bereits zuvor in diversen Bahntunnelprojekten eingesetzten, „klassischen“ Dichtband für eine Nutgrundbreite von 44 mm sehr nahe kam.

Auf der Grundlage von Prüfergebnissen mit unterschiedlichen 44 mm Dichtbändern, welche bereits im Zusammenhang mit zuvor ausgeführten Bahntunnelprojekten vorlagen, musste davon ausgegangen werden, dass man sich bereits mit den von der DB Netz AG vorgegebenen Prüfparametern, das heißt, bei einer Fugendehnung von lediglich 6 mm, in einem kritischen Grenzbereich bewegen würde.

Dies veranlasste die Firma CTS Cordes tubes & seals GmbH & Co. KG dazu, explizit für die Prüfanforderungen des Albvorlandtunnels

a simulated „worst case“ involving an 8 mm joint expansion and a 20 mm misalignment.

Development of a new Sealing Profile Geometry for the Albvorland Tunnel

DB Netz AG specified a minimum contact width of 38 mm for the sealing-profile geometry to be used, which closely approximated to a „classical“ sealing strip for a groove-base width of 44 mm as previously used in various rail-tunnel projects.

It had to be assumed, on the basis of test results obtained in conjunction with previously completed rail-tunnel projects using various 44 mm sealing strips, that a critical boundary zone would be involved even alone with the test parameters specified by DB Netz AG, i.e., a joint expansion of only 6 mm.

This induced CTS Cordes Tubes & Seals GmbH & Co. KG to enter into the development of a new suitable sealing profile geometry specifically for the test requirements applying for the Albvorland Tunnel (**Fig. 1**). Cordes, based in the Münsterland region of Westphalia, has developed and manufactured elastomeric sealing systems for concrete pipes and manholes for more than fifty years and has

 **Implenia**® The tunnelling specialists



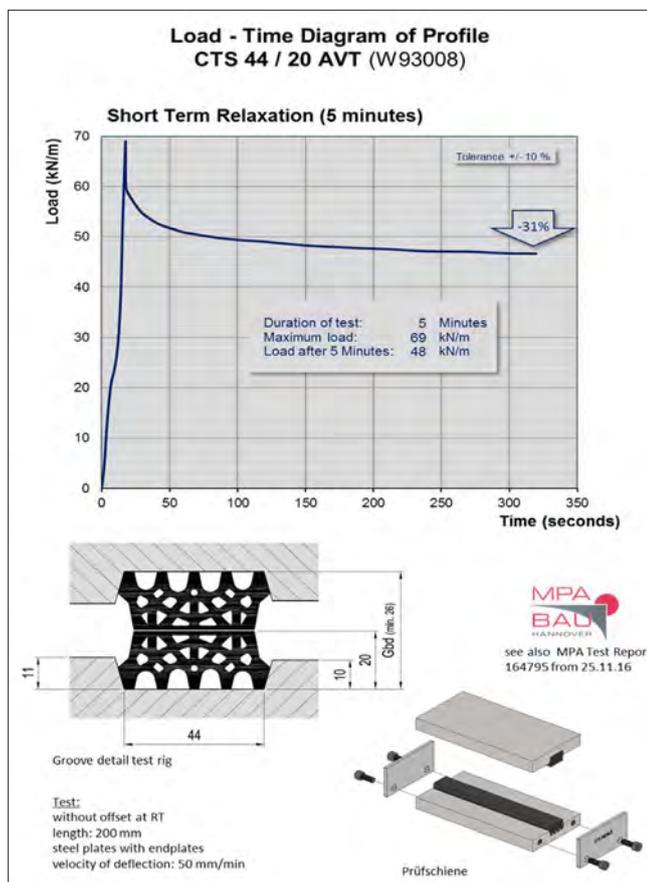
Implenia plans and builds for life. With pleasure.

www.implenia.com

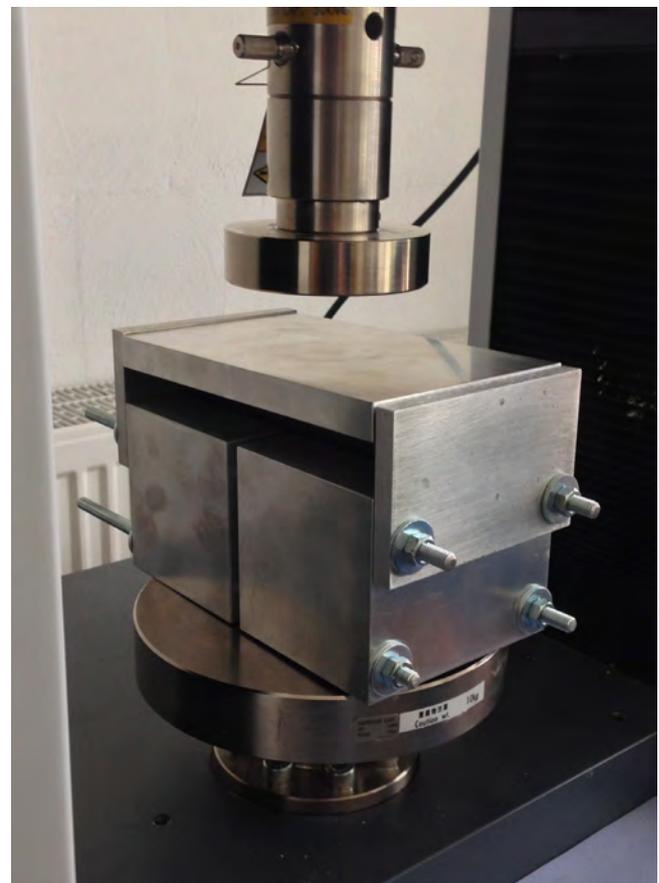


Quelle/credit (3): CTS Cordes

- 2 Aufbau einer T-Stoß-Dichtigkeitsprüfung mit Nutgeometrie „Albvorlandtunnel“
Apparatus for a T-joint tightness test with an „Albvorland Tunnel“ groove geometry



- 3 Kraft-Weg-Verhalten des Dichtprofils inkl. simulierter Kurzzeitrelaxation
Force/stroke behaviour of the sealing profile, including simulated short-term relaxation



- 4 Ermittlung der Rückstellkräfte im kritischen T-Stoß
Determination of restoring forces in the critical T-joint

in die Entwicklung einer neuen, geeigneten Dichtprofilgeometrie einzusteigen (**Bild 1**). Die Firma Cordes aus dem westfälischen Münsterland entwickelt und produziert seit mehr als 50 Jahren elastomere Dichtsysteme für Rohrleitungen und Schächte aus Beton und ist seit etwa 15 Jahren auch als Hersteller von Spezialdichtungen für den Einsatz im Rohrvortrieb sowie auch für Anfahr-schachtkonstruktionen bekannt. Seit 2016 entwickelt und produziert CTS Cordes tubes & seals als ein Mitglied der Cordes Gruppe auch Dichtsysteme für die Abdichtung von Tübbingröhren. Für das Projekt „Albvorland-tunnel“ sind auch spezielle Start-Dichtungen von CTS Cordes mit einem Einzelgewicht von jeweils etwa 750 kg im Einsatz, die die Einfahrt der Tunnelbohrmaschinen aus dem Startschacht heraus sicherstellen.

Neben einer deutlichen Verbesserung der Dichtleistung über alle Versatzstufen hinweg, musste bei der Profilneuentwicklung für die Tübbingdichtung gleichzeitig dem von Auftraggeberseite geäußerten Wunsch nach „moderaten“ Rückstellkräften Beachtung geschenkt werden. In diesem Zusammenhang hatte sich die Firma Implenia Construction GmbH bei der Ausarbeitung des Tübbingdesigns bereits im Vorwege Gedanken gemacht und ein besonderes Nut-design für die Aufnahme der Tübbingdichtung vorgesehen. Eine hieraus resultierende Begrenzung des minimal möglichen Nut-grundabstands auf 26 mm zur Reduzierung des Kompressionsgrades des Dichtprofils, sowie eine für die Dichtleistung förderliche Aufkantung nahe der Dichtnut, wurden seitens CTS Cordes als vorteilhaft angesehen. Die Ausarbeitung der neuen Profilgeometrie sowie alle hiermit in Zusammenhang stehenden Laborprüfungen wurden somit explizit auf diese Auslegungsparameter zum Dichtungs- und Segmentfugendesign abgestimmt (**Bild 2**).

Nach intensiver Forschungs- und Entwicklungsarbeit sowie nach größtenteils bei der MPA in Hannover durchgeführten Produktprüfungen, welche sich über einen Zeitraum von mehreren Monaten erstreckten, ging eine völlig neuartige Profilgeometrie hervor.

Die Vorteile dieses neu entwickelten Geometrie-konzepts stellen sich im Wesentlichen

also been known for around fifteen years as a producer of special sealing systems for use in pipe jacking and for launch-shaft structures. CTS Cordes Tubes & Seals, a member of the Cordes group, has also developed and manufactured sealing systems for waterproofing of segmental lined bores since 2016. Special starting seals produced by CTS Cordes with an individual weight of around 750 kg in each case, which assure smooth transition of the tunnel-boring machines out of the launch shaft, are also in use on the „Albvorland Tunnel“ project.

In addition to a significant improvement in sealing performance across all misalignment heights, attention also had, at the same time, to be devoted in the development of a new profile for the segment seal to the requirement expressed by the client for „moderate“ restoring forces. In this context, Implenia Construction GmbH had already given advance thought to this during the evolution of the segment design, and provided a special groove design to accommodate the segment seal. A resulting limitation of the minimum possible groove-base spacing to 26 mm to reduce the degree of compression of the sealing profile and a raised lip close to the sealing groove – necessary to assure sealing performance – was considered advantageous by CTS Cordes. The development of the new profile geometry and all laboratory tests performed in conjunction with this were thus explicitly tailored to this design parameter and the sealing groove and segment joint design (**Fig. 2**).

After intensive Research & Development work and product tests performed mainly at the MPA in Hannover, which were conducted across a period of several months, a totally new profile geometry was achieved.

The advantages of this newly developed geometric concept can be found, essentially, in the form of a considerably greater sealing effect, which exhibits no significant, geometrically induced fluctuations whatsoever across all joint-misalignment dimensions. It was thus possible to demonstrate fulfilment of the minimum tightness requirements for „joint expansion = 6 mm“ in accordance with the project specification across all misalignment heights and with significant additional reserves.

rascor®

Pioneers in waterproofing



waterproof tunnels.

Visit us on **STUVA-Expo 2017**
06.–07.12.17, Stuttgart (Germany)

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 +49 971 1302738
Fax +49 971 1336251
info@rascor.com
www.rascor.com



Quelle/credit (2): CTS Cordes

5 Dichtrahmenfertigung für den Altvorlandtunnel bei CTS Cordes
Sealing gasket production for the Altvorland Tunnel at CTS Cordes



6 Tübbinge mit CTS-Cordes-Dichtrahmen in der Tübbingfeldfabrik der Firma Implenla in Kirchheim unter Teck

Segmental lining featuring CTS Cordes gaskets in Implenla's segment production plant at Kirchheim unter Teck

in Form einer deutlich erhöhten Dichtleistung dar, welche über alle Fugenversatzmaße hinweg keinerlei prägnanten und geometrisch bedingten Schwankungen aufweist. Somit konnten die Mindestdichtigkeitsanforderungen „Fugendehnung 6 mm“ gemäß Projektspezifikation über alle Versatzstufen hinweg mit deutlichen zusätzlichen Reserven nachgewiesen werden. Das hieraus resultierende Gesamtkonzept aus Nutdesign- und Profilloptimierung ermöglichte die zuvor beschriebene Verbesserung der Dichtleistung, ohne eine nennenswerte Erhöhung der maximalen Rückstellkräfte bei kleinstem Fugenspalt. Sogar in den zusätzlich durchgeführten „Worst Case“-Prüfungen mit einer Fugendehnung von 8 mm (d. h. bei einem Nutgrundabstand von 34 mm) und einem Versatz von 20 mm konnte ein Prüfdruck von 10 bar nachgewiesen werden.

Die bei der MPA in Hannover ausgeführten, umfangreichen Dichtigkeitsprüfungen wurden im Anschluss durch zusätzliche Produktprüfungen ergänzt. Somit wurden bei der MPA in Hannover ebenfalls die nach der TL/TP DP geforderten Prüfnachweise für das Kraft-Weg-Verhalten am Dichtprofil sowie auch für das Langzeit-Relaxationsverhalten im simulierten Einbauversuch geführt (**Bild 3**). Außerdem führte CTS Cordes einen Simulationsversuch zum Nachweis der Rückstellkraftentwicklung im kritischen T-Stoß aus (**Bild 4**). Dieser Nachweis wurde mit dem von CTS Cordes speziell ausgeführten Dichtrahmeneckendesign mit reduzierten Eindüslängen zur Verringerung der Rückstellkräfte ausgeführt. Das diesem Geometrieaufbau zu Grunde liegende Konzept konnte mittlerweile auch auf kleinere Profilabmessungen, wie z. B. die Dichtungen CTS 36/18 und CTS 33/16 für die klassischen Nutgrundbreiten von 36 mm und 33 mm übertragen werden. In dieser neuen Profilgeneration sieht CTS Cordes einen Technologiefortschritt, insbesondere für Projekte mit besonders hohen Dichtigkeitsanforderungen.

Die in einem außergewöhnlich großen Umfang durchgeführten Leistungsprüfnachweise für diverse Funktionseigenschaften der Tübbingdichtung, welche zu einem großen Teil bei der unabhängigen

The resultant overall concept for groove design and profile optimisation permitted the above-described improvement in sealing action with no significant increase in the maximum restoring forces with the smallest joint gap. It was possible to achieve a test pressure of 10 bar even in the „worst case“ tests performed additionally with a joint expansion of 8 mm (i.e., a groove-base spacing of 34 mm) and a misalignment of 20 mm.

The extensive tightness tests performed at the MPA in Hannover were then augmented by additional product tests. The test proofs for force/stroke behaviour on the sealing profile and also for long-term relaxation behaviour in a simulated installation test, both also required in accordance with the TL/TP DP, were thus also conducted at the MPA in Hannover (**Fig. 3**).

CTS Cordes also performed a simulation test for verification of the plot of restoring forces in the critical T-joint (**Fig. 4**). This proof was furnished using the gasket corner design with reduced injection-moulded lengths for reduction of restoring forces specially implemented by CTS Cordes.

The concept forming the basis for this geometrical structure has now also been applied to smaller profile dimensions, such as the CTS 36/18 and CTS 33/16 gaskets for the classical groove-base widths of 36 mm and 33 mm. CTS Cordes perceives in this new profile generation a technological advance, particularly in the case of projects with particularly high tightness requirements.

The exceptionally great scope of certified performance tests conducted for various functional properties of the tubbing seal, a major portion of which were performed at the independent materials-testing institute for the construction industry in Hannover, entirely in accordance with the requirements of the Ril 853/ZTV-Ing. specifications and contractual conditions, provided an initial basis for approval of the new CTS 44/20 „AVT“ sealing profile concept for the Altvorland Tunnel. In addition, a specific testing schedule for in-production quality and periodic tests in gasket production at CTS Cordes was also drafted in close cooperation with the client.

Materialprüfanstalt für das Bauwesen in Hannover sowie ausschließlich nach den Vorgaben der Ril 853/ZTV-Ing. durchgeführt wurden, bildeten eine erste Grundlage für die Zulassung des neuen Dichtprofilkonzepts CTS 44/20 „AVT“ für den Albvorlandtunnel. Des Weiteren wurde in enger Zusammenarbeit mit dem Auftraggeber ein expliziter Prüfplan für fertigungsbegleitenden Qualitäts- und Regelprüfungen in der Dichtrahmenfertigung der CTS Cordes erarbeitet.

Produktion von knapp 55 000 Dichtrahmen bis Ende 2018

Unter diesen Voraussetzungen erhielt das neue Dichtprofil „CTS 44/20 Albvorlandtunnel“ die Freigabe durch den Auftraggeber Deutsche Bahn Netz AG und die Lieferungen wurden im Juni 2017 gestartet (**Bild 5**).

In der Tübbingfeldfabrik der Implenia Construction GmbH in Kirchheim unter Teck läuft die Serienfertigung seit Juli 2017, damit rechtzeitig zum Andrehtermin der TBM im Oktober 2017 ein ausreichenden Vorrat an vorproduzierten Tübbing zur Verfügung stand (**Bild 6**). Mit der bis Dezember 2018 geplanten Belieferung von 54 740 passgenauen Dichtrahmen will CTS Cordes zur Realisierung dieses anspruchsvollen Tunnelprojekts beitragen. 

Production of nearly 55 000 Gaskets by the End of 2018

Under these preconditions, the client, Deutsche Bahn Netz AG, granted approval for the new „CTS 44/20 Albvorland Tunnel“ sealing profile, and deliveries thus began in June 2017 (**Fig. 5**).

Series production has been ongoing at Implenia Construction GmbH's tubbing plant at Kirchheim unter Teck since as long ago as July 2017, in order to assure the availability in good time of an adequate stock of prefabricated segments at the TBM start-of-operations date in October 2017 (**Fig. 6**). CTS Cordes Tubes & Seals GmbH & Co. KG aims to make its contribution to the completion of this demanding tunnel project by supplying a total of 54 740 precisely fitting gaskets on schedule by (forecast) December 2018. 

Andreas Diener, CTS Cordes tubes & seals GmbH & Co. KG, Senden, Deutschland/Germany



We know our business

Many years of experience in the planning and production of simple to complex conveyor systems make us your reliable global partner.

Transport and logistic systems are tailored to your individual needs. We produce custom-made, practical solutions based on our construction site experience.

Contact us. We provide professional and precise advice and know all of the options which can be implemented for the best fulfilment of your project.

We also have developed concepts for gravel plants, electrical engineering, formwork and special construction systems.

Marti Technik AG Lochackerweg 2 CH-3302 Moosseedorf
Fon +41 31 858 33 88 Fax +41 31 858 33 89 info@martitechnik.com

www.martitechnik.com

ITA

Strategische Ziele und Aufgaben 2017–2020

Bei der ITA-Mitgliederversammlung 2016 in San Francisco wurden neue Vorstandmitglieder und ein neuer Präsident gewählt. Bei der ersten Sitzung in Napa entschied der Vorstand, ITA-Strategie 2014–2017 fortzuschreiben, inklusive einer SWOT-Analyse (Stärken, Schwächen, Chancen, Bedrohungen) sechs neuen Zielsetzungen für den Zeitraum 2017–2020 und die dazugehörigen Umsetzungsvorgaben. Der Fortschritt soll durchgängig beobachtet und bei den jährlichen ITA-Mitgliederversammlungen vorgetragen werden.

1 Förderung von Aktivitäten in Mitgliedsländern, Wissen über die Nutzung des unterirdischen Raums zu verbreiten

- Eine engere Verbindung der Mitgliedsländer soll anhand gesammelter Informationen über ihre jeweiligen Aktivitäten geschaffen werden
- Die Aktivitäten und die Kommunikation der Mitgliedsländer auf internationaler Ebene sollen durch die Verfügbarkeit geeigneter Werkzeuge unterstützt werden
- Regelmäßige Informationen an die Mitgliedsländer über die Tätigkeiten von Arbeitsgruppen (WGs) und Komitees anhand von Präsentationen; Unterstützung bei der Übersetzung

2 Verbesserung der Ergebnisse von Arbeitsgruppen und Komitees

- Verbesserung der Interaktion zwischen WGs und Komitees durch gemeinsame Aktivitäten und die Schaffung engerer Beziehungen
- Verbesserung der Veröffentlichungen von WGs und Komitees
- Einbeziehung von WGs und Komitees bei der Erstellung didaktischer Dokumente und ITA-CET-Kursen auf Grundlage ihrer Publikationen
- WGs und Komitees sind angehalten, Material für Veröffentlichungen in relevanten Tunnelbau-Industrie-Medien zur Verfügung zu stellen

3 Verbesserung der Beziehungen zur Industrie

- Nachverfolgung der Zusammenarbeit mit Prime Sponsoren und Unterstützern durch regelmäßiger Besuche; Meinungs-austausch zur strategischen Ausrichtung; Zufriedenheitsbefragungen
- Engere Interaktion zwischen Industrie und Mitgliedsländer zu beiderseitigem Nutzen fördern (z.B. gemeinsame Teilnahme an Seminaren)
- Regelmäßige Neuauflage der globalen Tunnelmarkt-Analyse; Verbreitung u. a. an Prime-Sponsoren und Mitgliedsländer

4 Förderung des weiteren Wissensaustauschs durch Aus- und Fortbildung

- Unterstützung der Mitgliedsländer durch die Organisation von Trainingskursen und Workshops
- Schulungsangebot für Fachkräfte und Industrie
- Einsatz von E-Learning-Angeboten und Webinaren
- Schaffung und Ausbau eines Universitäten-Netzwerks sowie eines Netzwerks regionaler ITA-CET-Kontakte

ITA

The 2017–2020 Strategic Goals and Actions

At the ITA Assembly 2016 in San Francisco, a new Executive Council and a new president were elected. At its first meeting in Napa, the ITA Executive Council decided to update the ITA strategy for the period 2014–2017, including an updated SWOT analysis (Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats), six proposed goals and associated actions for the period 2017–2020. Progress will be monitored and reported annually at the ITA General Assembly.

1 Encourage member nations to develop activities, share knowledge and promote underground space

- Intensify connection with member nations by collecting information about their activities
- Provide tools to support the member nations in their activities and communication initiatives at an international level
- Regularly communicate on the activities of Working Groups (WGs) and Committees with member nations through dedicated presentations and support translation of documents

2 Optimize the contributions of Working Groups and Committees

- Enhance communication with WGs and Committees through sharing on activities, and developing closer relationships
- Pursue the improvement of WGs' and Committees' publications
- Involve WGs and Committees in the preparation of didactic documents and ITA-CET courses based on their publications
- Encourage WGs and Committees to prepare material for articles, interviews and videos for relevant tunneling industry media

3 Enhance interaction with industry

- Follow up on collaboration with Prime Sponsors and Supporters through regular visits, exchange of views on strategy and satisfaction survey
- Develop mutually beneficial initiatives with industry through joint participation in seminars and interactions with member nations
- Regularly update the tunnel market forecast survey and organize dissemination to Prime Sponsors, member nations and other ITA stakeholders

4 Encourage further knowledge sharing through education and training

- Support member nations through the organization of training sessions and workshops
- Develop a training offer for professionals and industry
- Implement e-learning/webinars
- Create and develop a University network as well as a regional ITA-CET correspondents network

5 Enhance tunnelling and underground space awareness

- Develop material to promote success stories on the use of underground space from the perspective of sustainability and public acceptance
- Develop a generic approach to promote the use of underground space as continuing efforts in coordination with UNISDR, UN Habitat, ISOCARP, ICLEI and IFME

5 Steigerung des positiven Bewusstseins für Tunnelbau und die Nutzung unterirdischer Räume

- Verbreitung von Erfolgsgeschichten über die Nutzung des unterirdischen Raumes im Hinblick auf Nachhaltigkeit und öffentliche Akzeptanz
- Entwicklung eines exemplarischen Vorgehens zur Förderung des unterirdischen Raums als vereinte Anstrengung von ITA, UNISDR, UN Habitat, ISOCARP, ICLEI und IFME
- Organisation gezielter Schulungen in Entwicklungsländern zur Nutzung des unterirdischen Raumes
- Förderung der Zusammenarbeit von Komitees zur Stärkung der industriellen Beteiligung der Think-Deep-Initiativen

6 Verbesserung der Kommunikation mit den Mitgliedsländern, der Industrie und der Öffentlichkeit

- Anregung an die Mitgliedsländer, offizielle Kommunikationskontakte zu schaffen für den Austausch innerhalb der ITA
- Erarbeitung von Veröffentlichungen zu Innovationen und beispielhaften Projekten mit Unterstützung der Mitgliedsländer, der Industrie und der Öffentlichkeit
- Bessere Nutzung der Neuen Medien in der Öffentlichkeitsarbeit
- Jährliche Publikation zur Verbreitung von Informationen über die einzelnen Mitgliedsländer aus den Tätigkeitsberichten 

- Organize specific training sessions on the use of underground space in developing countries
- Facilitate the interaction between Committees with the objective of fostering industry involvement in the Think Deep initiatives

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

- Encourage member nations to officially designate a communication correspondent in charge of communication relationships with ITA
- Plan communication messages on innovations and successful projects, with the support of member nations, the industry and the general public
- Improve the use of new media to promote ITA's activities and underground solutions
- Initiate an annual publication to disseminate information by member nations in their activity report 



 **DATWYLER**

YOUR INNOVATIVE SOLUTION DESIGNER

Paris Metro, FR
Anchored & Hydrophilic seals

Lake Mead, US
35 bar test pressure

Bosler Tunnel, DE
DatBalance System

 **STUVA-Expo 2017**
6.-7. Dezember 2017
Messe Stuttgart
www.stuva-expo.de
Come and see our new generation of anchored gaskets. Visit us at booth D141.

<http://sealing.datwyler.com>

ITA

Tunnelbau-Marktstudie 2016

Seit 2011 sammelt die International Tunnelling and Underground Space Association (ITA) Marktdaten aus dem Tunnelbau. Eine erste weltweite Marktstudie wurde 2014 zusammengestellt. An der zweiten Marktübersicht, die beim WTC 2017 in Bergen präsentiert wurde, haben die Mitgliedsländer der ITA (aktuell 73 Nationen) erneut mitgewirkt. Für die aktuelle Analyse wurden Daten aus 89 Ländern und über rund 2300 Bauprojekte erhoben.

Die neue ITA-Studie belegt eindeutig den beträchtlichen Umfang des globalen Tunnelbaumarktes mit einer jährlichen Wirtschaftsleistung von rund 86 Milliarden Euro. Laut Einschätzung der ITA wird der Markt das Wachstum der vergangenen Jahre weiter fortführen. 2013 hatte die ITA für die Folgejahre eine jährliche Wachstumsrate von 5 % prognostiziert, die tatsächlich aber die Marke von 7 % überschritt. In dieser Größenordnung wird es nach ITA-Einschätzung in den kommenden fünf bis zehn Jahren mindestens weitergehen. Im Vergleich zum gesamten Baugewerbe hat der Tunnelbaumarkt mit jährlich 7 % eine zweifach höhere Wachstumsrate hingelegt. Rund 5200 Tunnelkilometer sind seit 2013 weltweit pro Jahr im Durchschnitt gebaut worden; dies entspricht, auf die Kilometer bezogen, einem Wachstum von 15 %. Aktuell stellt der Tunnelbaumarkt 6–7 % des globalen Baumarktes im Infrastruktur-Sektor.

China

Mit 37 Milliarden Euro jährlicher Wirtschaftsleistung wird China voraussichtlich für die kommenden zehn Jahre rund 50 % des globalen Tunnelbaumarktes repräsentieren. Die Entwicklung der Großstädte wird sich fortsetzen. Wenigstens 50 weitere Städte kommen in absehbarer Zeit für neue Metro-Bauprojekte in Frage. Darüber hinaus verlangt die Vernetzung der urbanen Zentren untereinander den Bau von Hochgeschwindigkeits-Bahnstrecken (mit entsprechendem Bedarf an Tunnelprojekten) und Fernstraßen.

Indien

Verglichen mit 2013 konnte sich der indische Tunnelbau-Markt nahezu verdoppeln und wird weiterhin wachsen. Derzeit werden in 15 Städten Metro-Systeme gebaut, und weitere sollen folgen. Die großräumige Vernetzung bedeutet für Indien eine besondere Herausforderung. Hierzu muss ein umfassendes Infrastruktur-Programm aufgelegt werden. Zudem wird Jakarta voraussichtlich bis 2050 zur größten Stadt der Welt mit rund 37 Millionen Einwohnern anwachsen. Der Bau der ersten Metro-Linie mit 15 km Länge kann da nur der Anfang sein. Auf Basis von Vergleichen mit anderen Mega-Städten sei ein Bedarf von 500 km Metrostrecke realistisch.

Ost- und Südostasien

Japan, Südkorea und Singapur sind hier die führenden Tunnelbaumärkte, während Malaysia mit einem Volumen von 400 Millionen Euro und einem 40-prozentigen Wachstum innerhalb von nur drei Jahren an Bedeutung zugenommen hat. Als weiterer aufstrebender Markt gilt Nepal aufgrund seiner großen Wasserkraft-Projekte.

ITA

Tunnel Market Survey 2016

The International Tunnelling and Underground Space Association (ITA) has been collecting data on international tunnel and underground construction since 2011. A first global market analysis was compiled in 2014. For the second overview, presented at the WTC 2017 in Bergen, the ITA member nations (73 countries) have once again been involved in collecting and checking the data. In total, information from 89 countries and 2300 projects was included in the recent analysis.

This second market analysis clearly shows that the tunnelling market has a considerable size, with a global annual output of 86 billion euros. The market has grown in the past years and will continue to do so. In 2013 the ITA planned with a 5 % annual growth, which in fact exceeded 7 %. According to the ITA forecast this pace will probably continue for the next 5 to 10 years at least.

This growth of around 7 % per year is twice as big as the global construction growth. About 5200 km of tunnels have been constructed annually since 2013, which represents a growth of 15 %. Currently, the tunneling market is representing 6–7 % of the global infrastructure construction market.

China

For the moment and probably the next decade, China will roughly represent 50 % of the global market in terms of output (37 billion euros per year). The development of new large cities will continue. Hence, new metro systems could be built in some 50 more cities at least. Furthermore, the interconnection of urban areas will require the construction of high-speed railway lines (with the necessity to build tunnels) and highways.

India

Compared to 2013, the Indian tunneling market has nearly doubled and is continuing to grow. In India, metros are being built in about 15 cities, and more will follow. Interconnection in this sub-continent is a major challenge. A large-scale infrastructure program needs to be developed. In 2050, Jakarta is expected to be the largest city worldwide, with some 37 million inhabitants. The construction of the first metro line (about 15 km) will have to be followed by many others. Based on comparisons with other mega cities, a metro system of more than 500 km will be required.

East and South East Asia

Japan, South Korea and Singapore are the major tunneling markets while Malaysia is becoming more important with a market of 400 million euros and a growth of 40 % in three years. Another emerging market is Nepal, mainly due to huge hydro projects.

In all South East Asian countries, climate change and an increasing number of storms require the construction of infrastructure to prevent damages. This is planned in Jakarta (Indonesia), but will also be necessary in the Philippines, and probably the storm management program planned in Bangkok will have to be enlarged as well.

In Südostasien wird neue Infrastruktur benötigt um Schäden durch vermehrte Stürme und die Auswirkungen des Klimawandels zu verhindern. Dies ist in Jakarta (Indonesien) vorgesehen, wird für die Philippinen notwendig sein, und das geplante Unwetterschutzprogramm in Bangkok wird wohl ebenfalls ausgeweitet. Vietnam, Kambodscha, Myanmar und Bangladesch benötigen unterirdische Wasserspeicherung und Infrastruktur für den Unwetterschutz.

Europa

Der europäische Markt bewegt sich relativ konstant zwischen jährlich 10–12 Milliarden Euro, mit Italien, Russland, Türkei, Deutschland und Österreich an der Spitze. Der öffentliche Transport wird weiter entwickelt, da bis 2050 die Halbierung der CO₂-Emissionen erreicht werden soll. Da das wirtschaftliche Wachstum in Europa im weltweiten Vergleich eher kleiner ausfällt, liegt eines der größten Hindernisse für einen stärkeren Markt in der Projekt-Finanzierung.

Mittlerer Osten

Mit einem Wachstum von 300 % seit der letzten Studie ist der Mittlere Osten die Region mit der weltweit größten Expansionskraft. Daran haben vor allem Iran (Straßen- und Bahntunnel), sowie Katar und Saudi Arabien (Metro-Projekte) großen Anteil.

Amerika

Die Entwicklung in Südamerika geht weiter voran; es sind Großprojekte vorgesehen, die die Anden unterqueren sollen, zudem wird es neue Hochgeschwindigkeits-Bahnstrecken in Brasilien ebenso wie zwischen benachbarten Staaten geben. Der Markt der gesamten Region ist von 2 auf 3,6 Milliarden Euro angewachsen. Die Entwicklung in Nordamerika hängt stark vom Bau neuer Hochgeschwindigkeits-Bahnlagen ab. Bevorzugte Transportmittel sind noch immer Flugzeug und Automobil. Einschränkungen im Energieverbrauch und eine Reduktion der CO₂-Emissionen können Faktoren sein, die einen verstärkten Bahnverkehr begünstigen.

Afrika

Zurzeit kann die ITA keine greifbaren Projekte in Afrika identifizieren, der Bedarf ist jedoch vorhanden. Bis 2025 sollen rund 20 Städte mehr als zwei Millionen Einwohner zählen, drei Städte sogar mehr als zehn Millionen Einwohner. Diese Städte benötigen moderne Infrastruktur – u. a. für Trinkwasser, Abwässer und Massenverkehrsmittel – die zum Großteil unterirdisch angelegt werden muss. 

Vietnam, Cambodia, Myanmar and Bangladesh will require water storage tunnels and storm management infrastructure.

Europe

The European market remains constant at around 10–12 billion euros per year, with Italy, Russia, Turkey, Germany and Austria being the most active countries. In Europe, the development of urban transport will continue, as the objective of cutting the CO₂ emissions by half by 2050 has to be achieved. At present the main issue is financing, as the economic growth is smaller compared to other parts of the world.

Middle East

Globally the Middle East region has been the most expanding region with a market growth of around 300 % since the last analysis. This is mainly due to three countries: Iran, Qatar and Saudi Arabia. In Iran, the construction of road and rail tunnels is booming, while Qatar and Saudi Arabia have invested in an extensive metro development.

America

The development of South America is progressing. Large projects are foreseen to cross the Andes, and in the future new high-speed lines will be built in Brazil for sure but also linking cities of neighbouring countries. Generally, the whole region market increased from 2 to 3.6 billion euros.

The development of the North American market is very much dependent on the development of high-speed railway lines. In this continent, where people mainly travel by car or by plane, constraint on energy consumption and a reduction of CO₂ emissions could lead to a development in favour of an increased rail traffic.

Africa

Presently the ITA doesn't see any real projects in Africa, although the need is there. By 2025 Africa will have 20 cities with more than two million inhabitants and three cities with a population of more than ten million. These cities will require new infrastructure (water, sanitation and mass transit), most of which will have to be put underground. 

RELUX[®]

ReluxTunnel payware for professional tunnel lighting calculation and simulation www.relux.com

Norwegen

ITA-CET-Trainingskurs während des WTC 2017

Junge Berufseinsteiger und Studenten aus der ganzen Welt wurden vom ITA-CET-Komitee und der ITACET-Stiftung zu einem Trainingskurs eingeladen, der am 9. und 10. Juni 2017 stattfand. Diese jährliche Veranstaltung wurde im Rahmen des Welttunnelkongresses in Bergen, Norwegen, durchgeführt.

Tunnelvortrieb durch Fels- und Lockergestein

Der norwegische Tunnelbau wird von Felsgestein und nicht ausgekleideten Tunneln, die hauptsächlich mit Spritzbeton und Felsankern gesichert sind, dominiert. Dennoch werden beim Vortrieb durch Fels hin und wieder auch schwachen Zonen mit Lockergestein angetroffen. Zudem zeichnet sich weltweit ein Trend hin zu immer längeren Tunneln ab. Unterirdische Bauprojekte werden zunehmend komplexer und weisen häufig sowohl hartes als auch weiches Gestein auf.

Traditionell gibt es im Tunnelbau zwei Fachbereiche, von denen sich der eine mit dem Vortrieb durch Fels und der andere mit der Durchörterung weicher Gesteins- und Bodenschichten befasst. Doch im Felsvortrieb werden nicht ausschließlich Felsgestein und gute Gebirgsverhältnisse angetroffen. Abschnittsweise können sich viel weichere Böden durch das Gestein ziehen, die sich komplett anders als Fels verhalten. Aus diesem Grund müssen sich Tunnelbauingenieure mit einer Vielzahl von Bodenverhältnissen auskennen, die während der Tunnelbauarbeiten auftreten könnten, darunter auch mit dem Aushub und der Sicherung von Lockergestein.

Der ITA-CET-Trainingskurs brachte die beiden Fachbereiche zusammen und verknüpfte die Erfahrungen aus Vortriebsprojekten durch Lockergestein mit den extremen Anforderungen, die von Zeit zu Zeit beim Felsvortrieb (der in Norwegen, ganz Skandinavien und vielen anderen Orten der Welt überwiegt) auftreten. Um Vorträge auf höchstem Niveau anzubieten, lud das ITA-CET-Komitee Mitarbeiter von international anerkannten Instituten und Unternehmen als Redner ein, die ihre Erfahrungen aus der Tunnelbranche einbringen, Fragen beantworten und mit den jungen Tunnelbauern diskutieren konnten.

Norway

ITA-CET Training Course during WTC 2017



1 Prof. Eivind Grov begrüßte die 60 Teilnehmer des ITA-CET-Trainingskurses

Prof. Eivind Grov welcoming the 60 participants to the ITA-CET Training Course

Young professionals and students from all over the world were invited by the ITA-CET Committee and the ITACET Foundation to join the Training Course, June 9–10, 2017. The annual event was organized as part of the World Tunnel Congress in Bergen, Norway.

Hard Rock and Soft Ground Tunnelling

Tunnelling in Norway is dominated by typical hard rock conditions and unlined tunnels supported with sprayed concrete and rock bolts as the prime rock support methods. Despite this, hard rock tunnelling has experienced soft ground in weak zones in between the surrounding hard rock. Moreover, there is a global trend towards increasingly longer tunnels. Underground projects are becoming more complex, often featuring a combination of hard rock and softer ground.

Traditionally, there are two schools of tunnelling, where one is associated with hard rock tunnelling and the other with tunnelling in soft rock/soil conditions. However, hard rock tunnelling does not always involve hard rock and good rock conditions. Certain sections can be disrupted by much softer ground conditions which are the extreme opposite to that of rock. Consequently, tunnel engineers require knowledge of a variety of ground conditions that could occur during tunnelling works, including excavation and support in soft ground conditions.

The ITACET Training Course bridged the gap between the schools of hard rock tunnelling (which prevails in Norway, all over Scandinavia and in many other places around the world) and soft ground tunnelling, by taking experience from soft ground conditions and applying it to the extreme needs that appear in hard rock tunnelling from time to time. To keep the lectures on a top level, the ITA-CET Committee invited speakers from internationally recognized institutions and companies within the tunnelling industry to share their experience, answer questions and discuss with the young tunnellers.

ITA-CET – ITA-Komitee für Ausbildung und Training

„Als einem der Hauptziele im ITA-Strategieplan kommt der Ausbildung und dem Training eine besondere Bedeutung zu“, betonte Eivind Grov (**Bild 1**) aus Norwegen in seinem Grußwort. Danach gab der Vorsitzende des ITA-CET-Komitees, Prof. Robert Galler (**Bild 2**) aus Österreich, einen Überblick über die Gründung und die Mission dieses Komitees. Durch den Boom in der Tunnel- und Untertagebaubranche steigt die Notwendigkeit, Studenten und Fachkräften auf diesem Gebiet zu schulen, und dies wird wohl noch Jahrzehnte so sein. Seit September 2009 haben 6100 Teilnehmer an insgesamt 61 ITA-CET-Trainingskursen in 24 Ländern teilgenommen.

Aushub und Sicherung von weichen Böden

Der Kurs ging über zwei Tage und behandelte mehr als 20 hochinteressante Themen rund um „Aushub und Sicherung von weichen Böden“. Einige der besten Fachleute und Spezialisten im Tunnelbau waren als Redner vor Ort und teilten Ihr Wissen mit dem internationalen Publikum, bestehend aus ungefähr 60 Personen (darunter rund 15 junge Berufstätige und Studenten aus dem Gastgeberland des WTC Norwegen).

ITA-CET – ITA Committee on Education and Training

“Education and training has special emphasis as one of the main goals in ITA strategic plan,” stated Eivind Grov (**Fig. 1**) from Norway in his welcoming address. Prof. Robert Galler (**Fig. 2**) from Austria, chairman of the ITA-CET committee, gave an overview of the foundation and its mission. With the boom in the tunnelling and underground space industry, there is a growing demand for the training of students and professionals in this field, which is set to continue over the next decades. So far, more than 6100 participants have participated in altogether 61 ITA-CET Training Sessions in 24 countries since the first event in September 2009.

Excavation and Support in Soft Ground Conditions

The training course consisted of two comprehensive days with more than 20 highly interesting topics, focusing on “Excavation and Support in Soft Ground Conditions”. Some of the best specialists and experts of tunnelling in the world took their time to present and share their knowledge with an international audience of roundabout 60 people (some 15 young professionals and students from WTC host country Norway).

HÖLSCHER WASSERBAU – IHR STARKER PARTNER!

Nehmen Sie sich einen Moment Zeit
und besuchen Sie uns auf der STUVA.

Wir zeigen Ihnen die innovativen
technischen Möglichkeiten unserer
Grundwasser-Expertise.

WIR SEHEN
UNS AM
STAND D128.



Hölscher Wasserbau GmbH
Hinterm Busch 23
49733 Haren (Ems)
Telefon 05934 707-0
info@hoelscher-wasserbau.de
www.hoelscher-wasserbau.de



Quelle/credit (2): Roland Herr

2 Prof. Robert Galler, Vorsitzender des ITA-CET-Komitees
 Prof. Robert Galler, ITA-CET committee chairman

Prof. Bjorn Nilsen (Norwegen) erklärte, wie weiche Böden bestimmt und klassifiziert werden, und erläuterte die wichtigsten Eigenschaften, das Verhalten und die Wechselwirkungen mit Wasser. Martin Knights aus Großbritannien nahm die Teilnehmer mit auf eine Reise in die Entwicklungsgeschichte der Aushub- und Sicherungsmethoden für Lockergestein, und Nasri Munfah (USA) gab einen Überblick über konventionelle Tunnelbauverfahren für Lockergestein (NÖT/Neue Österreichische Tunnelbaumethode, SEM/Sequenzielle Ausbruchmethode, Spritzbetonbauweise). Des Weiteren erklärte Tim Babendererde aus Deutschland die Prinzipien des maschinellen Tunnelvortriebs und verglich in einem zweiten Vortrag mögliche Anwendungsgebiete von Slurry- und EPB-Tunnelbohrmaschinen miteinander.

Dr. Anne-Lise Berggren (Norwegen) stellte das Gefrierverfahren – ein Hilfsverfahren für den konventionellen Vortrieb – vor und erläuterte dessen Anwendung. Einen Überblick über die Herausforderungen, die weiche Böden an Hartgesteins-TBM stellen, vermittelte Brad Grothen (USA) und erklärte die Voraussetzungen für den Dual-Mode-Vortrieb. Im Anschluss gewährte Prof. Robert Galler einen Einblick in die Entscheidungsfindung, welche Vortriebsmethode – maschinell oder konventionell – für ein bestimmtes Projekt am besten geeignet ist. Sehr interessante Fallstudien von Piergiorgio Grasso aus Italien (Ausbruch großer Kavernen für die Metro in Sao Paulo), Francois Renault aus Frankreich (Projekt Hallandsas), Nasri Munfah aus den USA (Tunnelbauprojekt Alaskan Way) und Karel Rossler aus der Tschechischen Republik (Sicherungsmaßnahmen am Tunnel Žilina) bildeten den Abschluss des ersten Tages.

Prof. Bjorn Nilsen (Norway) defined soft ground and its classification, explained the main characteristics, behaviour and the interaction with water. Martin Knights from the United Kingdom took the participants to an entertaining trip into the history of excavation and support in soft ground conditions, and Nasri Munfah (USA) followed up with an overview of conventional tunnelling (NATM/New Austrian Tunnelling Method, SEM/Sequential Excavation Method, SCL/Sprayed Concrete Lining) in soft ground. Furthermore, Tim Babendererde from Germany explained the principles of mechanized tunnelling and later gave a second presentation in which he compared the possible fields of application for Slurry TBMs and Earth Pressure Balance TBMs.

Dr. Anne-Lise Berggren (Norway) explained the freezing method and its applications – an auxiliary method of conventional excavation. Brad Grothen (USA) gave an overview of challenging conditions for Hard Rock TBMs in soft ground and the conditions for Dual Mode Tunnelling. Prof. Robert Galler then gave an insight into the best choice of excavation method – mechanized or conventional – for the project in question. To close the first day of the Training Course, Piergiorgio Grasso from Italy (Excavation of large caverns for the Sao Paulo Metro), Francois Renault from France (Hallandsas Project), Nasri Munfah from the USA (Alaskan Way Tunnel Project) and Karel Rossler from the Czech Republic (Support methods at the Žilina tunnel) presented very interesting case studies.

Piergiorgio Grasso started off the second day and described the new developments for geotechnical investigation in soft ground. Prof. Amund Bruland from Norway gave an outlook into the future

In den zweiten Tag startete Piergiorgio Grasso mit einem Vortrag über Neuentwicklungen in der geotechnischen Untersuchung von Lockergestein. Prof. Amund Bruland aus Norwegen gab einen Ausblick in die Zukunft des Tunnelbaus in Norwegen, und Elena Chiriotti aus Frankreich erläuterte die Herausforderungen, die Lockergestein an den Tunnelbau in Stadtgebieten stellt. Felix Amberg aus der Schweiz stellte die wichtigsten Bemessungsparameter beim konventionellen Tunnelvortrieb vor und den krönenden Abschluss bildete Daniele Peila (**Bild 3**) aus Italien mit einem der unterhaltsamsten Vorträge der Veranstaltung zum Thema Setzungskontrolle und Bodenconditionierung beim EPB-Tunnelvortrieb. Der Nachmittag war den Unternehmens- und Produktvorstellungen von Normet, Mapei, Sika, ASF und Bekaert vorbehalten. In der abschließenden Podiumsdiskussion mit den Experten Piergiorgio Grasso, Robert Galler und Daniele Peila bot sich die Möglichkeit, Erfahrungen auszutauschen und weitere Fragen zu stellen. 



3 Daniele Peila hielt einen äußerst unterhaltsamen Vortrag über Setzungskontrolle und Bodenconditionierung beim EPB-Tunnelvortrieb

Daniele Peila gave a highly entertaining presentation on settlement control and soil conditioning in EPB tunnelling

of building tunnels in Norway, and Elena Chiriotti from France described the challenges of soft ground tunnelling in urban areas. Felix Amberg from Switzerland gave an overview of the main design parameters in conventional tunnelling and last but not least, one of the most entertaining presentations (Settlement Control and Soil Conditioning in EPB Tunnelling) was given by Daniele Peila (**Fig. 3**) from Italy.

After the presentations, the afternoon was filled with company and product presentations of Normet, Mapei, Sika, ASF and Bekaert. Finally, a panel discussion between the experts Piergiorgio Grasso, Robert Galler and Daniele Peila gave the chance to exchange experience and ask further questions. 

Dipl.-Ing. Roland Herr, International Freelance Journalist, Bangkok (Thailand)/Wetzlar (Germany), herrroland@t-online.de

www.itacet.org



STUVA-Tagung 2017
Stand B 102

PROJEKTE MIT TIEFENWIRKUNG

Unsere Kompetenz- und Geschäftsfelder:

- Tunnel
- Flughafen
- Hochbau
- Verkehr
- Verkehrstechnik
- Industriebauten
- Schiene
- Bahntechnische Ausrüstung
- Stadtraum und Flächen
- Straße
- Ingenieurbauwerke
- Wasser und Umwelt

Ingenieurbüro Dipl.-Ing. H. Vössing GmbH

14 Standorte in Deutschland sowie Standorte in China, Katar, Österreich, Polen und Slowenien
info@voessing.de • www.voessing.de

BERATUNG | PROJEKTMANAGEMENT | PLANUNG | BAUÜBERWACHUNG



Veranstaltung

STUVA-Tagung vom 6. bis 8. Dezember 2017 in Stuttgart: Das internationale Forum für Tunnel und Infrastruktur

Vom 6. bis 8. Dezember 2017 findet die STUVA-Tagung 2017, das internationale Forum für Tunnel und Infrastruktur, in Stuttgart statt. Treffen Sie bei diesem „Familientreffen der Tunnelbranche“ auf mehr als 1800 andere hochkarätige Fachleute. Insgesamt 68 Vorträge geben Ihnen die Gelegenheit sich zielgenau über neueste Entwicklungen zu informieren oder auch einfach mal den eigenen Blick zu öffnen.

Nach dem großen Erfolg bei der STUVA-Tagung 2015 wird auch in diesem Jahr neben dem Tunnelbau wieder der Tunnelbetrieb großgeschrieben. Parallel zu den Vorträgen werden rund 200 Aussteller auf einer Fläche von 7000 m² mit der STUVA-Expo eine vielseitige Messelandschaft entstehen lassen. Der dritte Tag der STUVA-Tagung steht wie immer im Zeichen interessanter Fachexkursionen. Ein gut gepflegtes Netzwerk gehört zu den wichtigsten Faktoren für beruflichen Erfolg, und gerade die STUVA-Tagung lebt vom Gedanken- und Erfahrungsaustausch unter Kollegen. Aus diesem Grund ist sicher auch für Sie der Festabend ein Highlight der STUVA-Tagung. In angenehmer Atmosphäre können Sie bestehende Kontakte vertiefen und neue aufbauen.

In den parallelen Vortragsreihen geht es um folgende Themen:

Vorträge Tunnelbau

- Internationale Großprojekte
- BIM, Digitalisierung, Monitoring
- Neuerungen zu Regelwerken
- Kombinierte Bauweisen
- Maschineller Tunnelvortrieb
- Neuentwicklungen beim Tübbingausbau
- Baugrundvereisung
- Tunnelbau in quellenden Böden
- Unterirdisches Bauen in der Region

Vorträge Tunnelbetrieb

- U-Bahn-/Stadtbahn-/ Haltestellenbetrieb
- Sicherheit in Straßentunneln
- Inbetriebsetzung und Energieeinsparung
- Straßentunnellüftung
- Tunnelplanung, Sanierung
- Tunneltüren
- Rettungskonzepte
- Verkehrstunnel und Geothermie
- IT-Sicherheit

Die in Deutsch und Englisch präsentierten Vorträge werden simultan in die jeweils andere Sprache übersetzt. 

Event

STUVA Conference from 6 to 8 Dec. 2017 in Stuttgart: The international Forum for Tunnels and Infrastructure

The STUVA Conference 2017, the International Forum for Tunnels and Infrastructure, will take place on 6 to 8 December 2017 in Stuttgart. At this „family meeting of the tunnelling industry“, you can meet more than 1800 other high-level experts and attend altogether 68 lectures to inform you about the latest developments and widen your view. After the great success of the STUVA Conference 2015, this year will also emphasise tunnel operation in addition to tunnel construction. In parallel to the lectures, the STUVA Expo with about 200 exhibitors on an area of about 7000 m² will provide an exciting trade fair. The third day of the STUVA Conference will as always provide interesting excursions.

A well-tended network is one of the most important factors for professional success and the STUVA Conference in particular lives from the exchange of thoughts and experience among colleagues. For this reason, you will surely also find the fest evening a highlight of the STUVA Conference. In a pleasant atmosphere, you can develop existing contacts and meet new people.

The parallel lecture series are on the following subjects:

Tunnelling

- International major projects
- BIM, Digitalisation, Monitoring
- New revisions of standards and guidelines
- Combined construction
- Mechanised tunnelling
- New developments in segment linings
- Ground freezing
- Tunnelling in squeezing ground
- Underground construction in the region

Tunnel operation

- Underground/urban transit/station operation
- Safety in road tunnels
- Commissioning and energy saving
- Road tunnel ventilation
- Tunnel design, refurbishment
- Tunnel doors
- Escape and rescue concepts
- Transport tunnels and geothermal energy
- IT security

The lectures given in German or English will be simultaneously translated into the other language. 

Internationales Forum für Tunnel und Infrastruktur · *International Forum for Tunnels and Infrastructure*

STUVA-Tagung 2017

STUVA Conference 2017

6.–8. Dezember 2017
Messe Stuttgart

6–8 December 2017
Trade Fair Stuttgart,
Germany

**Separates Segment Tunnelbetrieb!
Separate Segment Tunnel Operation!**



www.stuva-conference.com

STUVA

Kategorie	Tagungsgebühren ⁽¹⁾ umsatzsteuerfrei
STUVA-Mitglieder ⁽²⁾	440 €
Nicht-Mitglieder	540 €
Studenten ⁽³⁾	50 €
Festabend (inkl. Essen und Getränke; Preis inkl. 19 % Ust.)	75 €

⁽¹⁾ bei Vor-Ort-Registrierung Aufschlag in Höhe von 30 Euro auf den Normaltarif

⁽²⁾ Mitarbeiter von Firmen/Institutionen, die STUVA-Mitglied sind

⁽³⁾ Kopie des Studentenausweises ist vorzulegen

Vertretern der Fachpresse kann auf Nachfrage und gegen Vorlage des Presseausweises kostenfreier Zutritt zu allen Vorträgen der STUVA-Tagung und zur STUVA-Expo gewährt werden (jeweils eine Person je Verlag).

Category	Conference fees ⁽¹⁾ (VAT-free)
STUVA-members ⁽²⁾	440 €
Non-members	540 €
Students ⁽³⁾	50 €
Gala evening (incl. Food and drinks; price incl. 19 % VAT)	75 €

⁽¹⁾ Registration at venue entails a surcharge of 30 euros added to the regular tariff

⁽²⁾ Members of companies/institutions, which are STUVA members

⁽³⁾ Please provide copy of student ID card

Members of the trade press are admitted free-of-charge to the series of lectures as well as to the exhibition upon request after displaying a press card (one person per organisation).

Veranstalter STUVA-Tagung:

Studiengesellschaft für Tunnel und Verkehrsanlagen e. V. – STUVA –
Mathias-Brüggen-Str. 41
50827 Köln (Deutschland)
Tel.: +49 (0)221 59795-0
E-Mail: team@stuva-conference.de
Ihre Ansprechpartnerin und Pressekontakt:
Dipl.-Ing. Stefanie Posch

Veranstalter STUVA-Expo:

deltacom projektmanagement GmbH
Stübeheide 72
22337 Hamburg (Deutschland)
Tel.: +49 (0)40 357232-0
E-Mail: info@deltacom-hamburg.de
Ihr Ansprechpartner:
Geschäftsführer Heiko Heiden

Organiser STUVA Conference:

Studiengesellschaft für Tunnel und Verkehrsanlagen e. V. – STUVA –
Mathias-Brüggen-Str. 41
50827 Cologne (Germany)
Phone: +49 (0)221 59795-0
E-Mail: team@stuva-conference.de
Your contact person/press contact:
Dipl.-Ing. Stefanie Posch

Organiser STUVA Expo:

deltacom projektmanagement GmbH
Stübeheide 72
22337 Hamburg (Germany)
Phone: +49 (0)40 357232-0
E-Mail: info@deltacom-hamburg.de
Your contact person:
Managing director Heiko Heiden

SUVEREN

Forschungsprojekt mit Beteiligung der STUVA: „Verbesserung der Sicherheit in unterirdischen städtischen Verkehrsbereichen bei Einsatz neuer Energieträger“

Unter Beteiligung der STUVA startete im August 2017 ein neues Projekt „Verbesserung der Sicherheit in unterirdischen städtischen Verkehrsbereichen bei Einsatz neuer Energieträger (SUVEREN)“, das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung im Rahmen des Programms „Forschung für die zivile Sicherheit“ über eine Laufzeit von drei Jahren (August 2017–Juli 2020) mit 1,8 Millionen Euro gefördert wird.

Um Ressourcen zu schonen und CO₂-Emissionen zu reduzieren, werden seit einiger Zeit alternative Fahrzeugantriebe entwickelt und verwendet. Viele PKW-Hersteller bieten eine breite Palette von Fahrzeugen an, die rein elektrisch, hybrid, d. h. in Kombination von Verbrennungsmotor und Elektroantrieb, oder gasgetrieben fahren. Obwohl die Anzahl neu zugelassener Hybrid- und

SUVEREN

Research Project with the Involvement of the STUVA: Improvement of the Safety in Underground Transport Areas in Cities when new Energy sources are used



A new project started with the involvement of the STUVA in August 2017: „Verbesserung der Sicherheit in unterirdischen städtischen Verkehrsbereichen bei Einsatz neuer Energieträger (SUVEREN)“ (Improvement of the safety in underground transport areas in cities when new energy sources are used), which is supported with 1.8 million euros by the Federal Ministry of Education and Research as part of the research for civil safety program over a period of three years (August 2017–July 2020).

In order to save resources and reduce CO₂ emissions, alternative drive systems for vehicles have been developed and used. Many car manufacturers offer a wide range of vehicles, which can be completely electrically powered, as hybrids i.e. with a combination of internal combustion motor and electric power, or gas-powered. Although the number of newly registered hybrid and eclectic cars has greatly increased, there have been scarcely any reliable studies until now of the behaviour of the new energy sources, for example in the case of fire.

The SUVEREN project analyses risks in connection with the use of alternative energy sources in underground transport areas such as for example basement garages or tunnels. For this purpose the fire behaviour of batteries and pressurised gas containers as well as composite materials installed in cars are investigated. Some important points of the research are the interaction between smoke gases and extinguishing agents as well as firefighting methods, for example the effect of sprinklers or water mist extinguishing systems on battery fires. The risk analysis includes consideration of the special spatial conditions of underground spaces such as basement garages and tunnels.

The increased use of new sources of energy in underground spaces is a new factor concerning public safety. The project will therefore prepare a safety concept for the handling of these energy sources including such matters as the design of firefighting systems, extinguishing agents, escape and rescue routes and measures for the emergency services. It is intended that the results will be applied in national and European standards and guidelines.



Innovativer – Kompetenter – Zuverlässiger

Gemeinsam stärker im Tunnelbau

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

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



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

 **TechnoBochum**

Elektroautos stark angestiegen ist, gibt es bislang kaum belastbare Untersuchungen, wie sich die neuen Energieträger, z. B. im Fall von Bränden, verhalten.

Das Projekt SUVEREN analysiert Risiken im Zusammenhang mit dem Einsatz alternativer Energieträger in unterirdischen Verkehrsbereichen, wie zum Beispiel Tiefgaragen oder Tunneln. Dazu wird u. a. das Brandverhalten von Batterien und Gasdruckbehältern sowie von in Fahrzeugen verbauten Verbundmaterialien untersucht. Wichtige Forschungsinhalte sind die Interaktion zwischen Rauchgasen und Löschmitteln sowie Möglichkeiten der Bekämpfung z. B. von Batteriebränden durch Sprinkler oder Wassernebellöschanlagen. In die Risikoanalyse werden die speziellen räumlichen Gegebenheiten in urbanen unterirdischen Räumen, wie Tiefgaragen und Tunneln, einbezogen.

Mit dem verstärkten Einsatz neuer Energieträger in unterirdischen Räumen wird im Hinblick auf die öffentliche Sicherheit Neuland betreten. Im Vorhaben wird daher ein Sicherheitskonzept zum Umgang mit diesen Energieträgern erarbeitet, das unter anderem die Gestaltung von Brandbekämpfungsanlagen, Löschmitteln, Flucht- und Rettungswegen sowie Maßnahmen für Einsatzkräfte beinhaltet. Es ist vorgesehen, die Ergebnisse in nationale und europäische Normen und Regelwerke einfließen zu lassen.

Projektpartner sind die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin (Verbundkoordinator), FOGTEC Brandschutz GmbH & Co. KG, Köln. Als Assoziierte Partner sind beteiligt: DB Station & Service AG, Berlin; Landeshauptstadt München, Branddirektion; CETU Centre d'Etudes des Tunnels, Bron (Frankreich); INERIS, Verneuil-en-Halatte (Frankreich). 

The project partners are the federal institute of materials research and testing (BAM), Berlin (coordinator), FOGTEC Brandschutz GmbH & Co. KG, Cologne. The associate partners are: DB Station & Service AG, Berlin; City of Munich, Fire Directorate; CETU Centre d'Etudes des Tunnels, Bron (France); INERIS, Verneuil-en-Halatte (France). 



Intelligent building connects people.

Tunnelling is one of the most demanding disciplines in construction engineering and also happens to be one of PORR's core competencies. 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.

Visit us at **STUVA-Expo**. Stand D121 (hall 4 / aisle D)
porr-group.com

powered by

PORR

Resilienz unterirdischer ÖPNV-Systeme

STUVA koordiniert neues Forschungsprojekt U-THREAT im Rahmen einer deutsch-französischen Kooperation

Die Erhöhung der Resilienz unterirdischer ÖPNV-Systeme steht im Zentrum eines neuen Forschungsprojekts, welches seit dem 1. August 2017 durch die STUVA e. V. koordiniert wird. Das Projekt mit dem Titel „Resilienz unterirdischer ÖPNV-Systeme zur Gewährleistung der Verfügbarkeit (U-THREAT)“ wird in den kommenden drei Jahren mit 1,0 Millionen Euro durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) auf Basis des Programms „Forschung für die zivile Sicherheit“ gefördert.

In Großstädten und Metropolen kommt den unterirdischen Verkehrsnetzen der U-Bahnen eine besondere Bedeutung zu, da Staus auf den Straßen die U-Bahnen nicht behindern. Diese Unabhängigkeit von anderen Verkehrssystemen führt zu einer steigenden Beliebtheit bei der Bevölkerung. In Berlin beispielsweise ist die Anzahl der Fahrgäste von 2008 bis 2015 um fast 20 % auf über eine halbe Milliarde Fahrgäste pro Jahr gestiegen. Allerdings können bereits kleine Störungen zu großen Beeinträchtigungen

Resilience of Underground Public Transport Systems

STUVA coordinates new Research Project U-THREAT in German-French Cooperation

The improvement of the resilience of underground public transport systems is the main focus of a new research project, which has been coordinated by the STUVA e. V. since 1 August 2017. The project with the title resilience of underground public transport systems to ensure availability (U-THREAT) is being supported over the next three years with 1.0 million euros by the Federal Ministry for Education and Research (BMBF) based on the research for civil safety program. In cities and metropolitan areas, underground railways networks are of special significance since they are not hindered by traffic congestion on the roads. This independence from other transport systems leads to increasing popularity in the population. In Berlin, for example, the number of passengers has increased between 2008 and 2015 by almost 20 % to more than half a billion passengers per year. However even small interruptions can lead to great impairment of underground railway systems. This makes it necessary to further improve the resilience of undergrounds transport networks.



Die STUVA koordiniert seit dem 1. August 2017 das neue Forschungsprojekt U-THREAT, das sich mit der „Resilienz unterirdischer ÖPNV-Systeme zur Gewährleistung der Verfügbarkeit“ befasst

Since 1 August 2017, the STUVA has been coordinating the new research project U-THREAT, which is concerned with the „resilience of public transport systems to ensure availability“

Better prepared for Interruptions of Underground Rail Operation

Together with the French partners, the STUVA e. V. has the objective of maintaining the operation of underground rail services after an interruption or at least of quickly resuming services. The basis for this is an assessment scheme to determine the vulnerability of individual sections. Based on this, proposals will be prepared for construction measures in order to protect these areas better than before. A simulation tool will also be produced, which can be used to produce alternative routes in case of the stoppage of a line. Newly developed communication concepts should ensure that passengers are quickly informed about alterations.

The assessment scheme and the simulation tool developed in collaboration with the French

U-THREAT

in U-Bahn-Systemen führen. Daher ist es notwendig, die Resilienz von unterirdischen Verkehrsnetzen weiter zu erhöhen.

Besser vorbereitet auf Störungen im U-Bahn-Betrieb

Zusammen mit den französischen Partnern widmet sich die STUVA e. V. dem Ziel, den Betrieb von U-Bahn-Systemen nach einem Schadensfall zuverlässig aufrechtzuerhalten bzw. schnell wieder aufzunehmen. Grundlage bildet ein Bewertungsschema, mit dem die Verwundbarkeit einzelner Abschnitte ermittelt werden kann. Darauf aufbauend werden Vorschläge für bauliche Maßnahmen ausgearbeitet, um diese Bereiche besser als bislang zu schützen. Des Weiteren wird ein Simulationswerkzeug geschaffen, mit dessen Hilfe bei Ausfall einer Strecke alternative Linienführungen bereitgestellt werden können. Neu entwickelte Kommunikationskonzepte stellen sicher, dass Nutzer schnell über Änderungen informiert werden.

Das gemeinsam mit den französischen Partnern erarbeitete Bewertungsschema und das Simulationswerkzeug werden an realen Verkehrssystemen in Deutschland und Frankreich demonstriert und evaluiert. Die Ergebnisse des Projektes werden dazu führen, dass Fahrgäste reibungsloser und zuverlässiger transportiert werden können, da U-Bahnbetreiber besser auf Störungen vorbereitet sind.

Projektpartner

Projektpartner sind die Ruhr-Universität Bochum; PTV Planung Transport Verkehr AG, Berlin; INIT Innovative Informatikanwendungen in Transport-, Verkehrs- und Leitsystemen GmbH, Karlsruhe; CETU Centre d'Etudes des Tunnels, Bron (Frankreich); ARCADIS France, Le Plessis-Robinson (Frankreich); IFSTTAR, Bron (Frankreich); KEOLIS, Lyon (Frankreich). Als Assoziierte Partner sind beteiligt: Hamburger Hochbahnwache, Hamburg; VDV Verband Deutscher Verkehrsunternehmen, Köln; Sytral, Lyon (Frankreich); STRMTG, Saint Martin d'Herès (Frankreich). 

partners will be demonstrated and evaluated on real transport systems in Germany and France. The results of the project will lead to passengers being transported with fewer interruptions and more reliably since the underground system will be better prepared against interruptions.

Project Partners

The project partners are the Ruhr University, Bochum; PTV Planung Transport Verkehr AG, Berlin; INIT Innovative Informatikanwendungen in Transport-, Verkehrs- und Leitsystemen GmbH, Karlsruhe; CETU Centre d'Etudes des Tunnels, Bron (France); ARCADIS France, Le Plessis-Robinson (France); IFSTTAR, Bron (France); KEOLIS, Lyon (France). Also involved as associate partners are: Hamburger Hochbahnwache, Hamburg; the association of German transport companies, (VDV), Cologne; Sytral, Lyon (France); STRMTG, Saint Martin d'Herès (France). 

www.hbi.ch

Wir sind international tätige Planer für

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

Unsere Leistungen umfassen:

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

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



«Weltweit erfolgreiche Planung und Beratung bei über 800 Tunnellüftungen seit 1963»

HBI Haerter Beratende Ingenieure

HBI Haerter AG

Stockerstr. 12

Tel. +41 44 289 3900

Fax +41 44 289 3999

Zürich / Bern (CH) • Heidenheim (D) • Sydney (AUS)

8002 Zürich / Schweiz

E-Mail: info.zh@hbi.ch

Web: www.hbi.ch

Veranstungsbericht

Seminar „Ressourceneffizienz im Grundbau“

In den letzten Jahren hat das Thema Ressourceneffizienz auch im Bauwesen zunehmend an Bedeutung gewonnen. In diesem Zusammenhang nimmt der Grundbau eine besondere Stellung ein: Boden und Steine machen etwa 60 % des mineralischen Bauabfalls in Deutschland aus.

Auch wenn der Großteil verwertet werden kann, fallen alljährlich fast 18 Millionen Tonnen an, die auf Deponien beseitigt werden. Besonders kostenintensiv sind Reststoffe mit einer fließfähigen Konsistenz, die beispielsweise beim Schlitzwandaushub aufgrund der Vermischung des Bodens mit Stützflüssigkeit oder beim Düsenstrahlverfahren aus dem sogenannten Rücklauf resultieren. Neben dem Umweltschutz spielen daher in zunehmendem Maße auch wirtschaftliche Aspekte eine Rolle, wenn es um die Vermeidung geht. Voraussetzung dafür sind jedoch nicht nur abgestimmte Bauprozesse und Konzepte, sondern auch weitere technische Innovationen in den Bereichen Baustoffe und Verfahrenstechnik.

Inhalte des Seminars

Zum Thema „Ressourceneffizienz im Grundbau“ hat die STUVA e.V. gemeinsam mit der Keller Grundbau GmbH und finanzieller Förderung durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) am 20. September 2017 in Düsseldorf ein Seminar für alle am Bau Beteiligten veranstaltet. Hierbei wurden sowohl Grundlagen vermittelt als auch interessante neue Ansätze und Technologien vorgestellt. Referenten waren renommierte Experten aus Praxis, Technik und Wissenschaft, die über folgende Punkte berichteten:

- Aktuelle Herausforderungen von Bauherren,
- Bodenschutz auf der Baustelle,
- Schnittstellen beim Bodenmanagement,
- Verwertung des Rücklaufs beim Düsenstrahlverfahren,
- Recycling von gebrauchten Bentonit-Suspensionen,
- Deponiekapazitäten der Zukunft.

Ein besonderes Augenmerk war darauf gerichtet, die verschiedenen Sichtweisen von Bauherren, Planern und bauausführenden Unternehmen herauszustellen. So schlossen sich allen sechs Beiträgen ausgedehnte Gesprächsrunden an, in denen alle Teilnehmer aktiv in die fachlichen Diskussionen eingeschlossen wurden.

Event report

„Resources Efficiency in Soil and Foundation Engineering“ Seminar



Sechs Vorträge von Experten aus der Praxis, u. a. von Prof. Dr.-Ing. Jörg Rinklebe (Foto), verschafften einen Überblick über die umfangreiche Thematik

Six papers by experts in building practice, including Prof. Dr.-Ing. Jörg Rinklebe (photo), provided an overview of the wide-ranging topics

The topic of resources efficiency has also increasingly gained in importance in recent years. Soil and foundation engineering occupies a special ranking in this context: soil and rock account for around 60 % of mineral construction waste in Germany.

The major part of this can be recycled, but nearly 18 million tonnes of waste requiring landfill disposal are nonetheless produced every year. Residues of flowable consistency, such as are generated during slurry-wall excavation due to the mixing of the soil with support fluid, or result from the so-called spoil return in jet grouting, are particularly cost-intensive.

Economic aspects, in addition to environmental protection considerations, are therefore playing an increasingly greater role in the field of waste avoidance. The preconditions are not only carefully harmonised construction processes and concepts, but also further technical innovations in the fields of building materials and process engineering, however.

Seminar content

The STUVA, jointly with Keller Grundbau GmbH, and with financial support from the Deutsche Bundesstiftung Umwelt DBU (German Federal Environmental Foundation) organised for all those involved in construction a seminar on the topic of „Resources efficiency in soil and foundation engineering“, which was held in Düsseldorf on 20 September 2017. Information was provided both on fundamental principles and on interesting new concepts and technologies. The speakers were well-known experts from the field of practice, technology and science, and reported on the following items:

- Current challenges made by project clients
- On-site soil protection
- Interfaces in soil management
- Recycling of spoil return from the jet grouting process
- Recycling of used bentonite suspensions
- Future landfill capacities

Particular attention was devoted to differentiating the diverse viewpoints of project clients, planners/designers and the building contractors. All six papers were correspondingly followed by prolonged rounds of discussion, during which all participants became actively involved in the technical details.

Ergebnisse

Erwartungsgemäß wurde mit der gewählten Thematik bei vielen Teilnehmern der Veranstaltung Neuland betreten. Insbesondere die Komplexität der Prozesse im Zusammenhang mit dem Management von Bodenaushub – der schließlich verwertet und nicht etwa deponiert, d. h. entsorgt werden soll – wird vielfach noch unterschätzt. Abhilfe ist nur durch ein besseres Verständnis der Sichtweisen aller Beteiligten möglich. So lassen sich beispielsweise nicht alle umweltrelevanten Bodeneigenschaften wie üblich dem Baugrundrisiko zuordnen, das allein der Bauherr trägt. Schließlich hat das bauausführende Unternehmen weitreichenden Einfluss darauf, wie es mit dem Aushub bzw. der kostbaren Ressource Boden umgeht. Dies gilt bereits für die Behandlung auf der Baustelle, wo es unnötige Verunreinigung und Verdichtung zu verhindern gilt. Bislang fehlt es jedoch an wirtschaftlichen Anreizen, um auch in diesem Bereich nachhaltiges Wirtschaften von der Planung an zu forcieren.

Innovationen sind jedoch nicht nur in der Planung bzw. im Bodenmanagement zu erwarten, sondern auch in der Verfahrenstechnik. Einen vielversprechenden Ansatz stellt beispielsweise ein neuartiges Online-Messsystem dar, mit dem der Zementgehalt im sogenannten Rücklauf beim Düsenstrahlverfahren innerhalb weniger Minuten bestimmt werden kann. Dies ermöglicht es, die Zement-Suspension bei ausreichend hohem Zementanteil wiederzuverwenden und ein „vorsorgliche Entsorgen“ zu unterbinden. Ein weiteres vorgestelltes Beispiel ist die sogenannte Elektro-Koagulation von Bentonit-Suspensionen, mit der ein Trennen von Tonpartikeln und Wasser mit moderatem Energieeinsatz und ohne Chemikalien möglich ist. 

Results

For many of those attending, the subjects selected for the seminar were – as expected – unexplored territory. The complexity of the processes involved in the management of excavated soil – which should ultimately be reused and not landfill dumped, i.e., simply disposed of – is still widely underestimated. A remedy can be found only by achieving improved understanding of the points of view of all those involved. Not all environmentally relevant soil properties can, for example, be assigned, as is customary, to the ground risk, which is borne solely by the client. The contractor performing the construction work itself ultimately has far-reaching influence on how he handles the excavated material or, rather, that valuable resource, the soil. This applies as early as on-site treatment, where the aim must be to avoid unnecessary contamination and compaction. There has, however, up to now been a lack of economic incentives to promote sustainable management from the planning and design stage onward in this field, too.

Innovations should be expected not only in planning/design and in soil management, however, but also in process engineering. One highly promising approach is, for example, an innovative new online measuring system, using which the cement content in the so-called spoil return of the jet-grouting process can be determined within a few minutes. This makes it possible, given an adequately high cement content, to reuse the cement suspension and prevent „pre-emptive disposal“. Another example examined is so-called electro-coagulation of bentonite suspensions, which permits separation of clay particles and water for only a moderate input of energy and without the use of chemicals. 



In ausgedehnten Gesprächsrunden wurden weitergehende Erfahrungen zwischen den Teilnehmern ausgetauscht

Extensive experience was exchanged among the participants in prolonged rounds of discussion

Nachruf

Abschied vom STUVA-Preisträger Heinz Duddeck

von Günter Girnau, Ehrenmitglied des STUVA-Vorstandes

Am 18. August 2017 ist Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Heinz Duddeck, langjähriger Ordinarius für Statik an der TU Braunschweig und herausragender Tunnelbau-Fachmann, in seinem 89. Lebensjahr gestorben. Sechs Tage vorher hatte ich noch einmal mit ihm und seiner Frau Marianne telefoniert und zur Aufmunterung Episoden aus unserer gemeinsamen Vergangenheit lebendig werden lassen – dies war rückblickend ein schöner Abschied von einem langjährigen Weggefährten. Es gibt nur wenige Menschen, die einem beruflich wie menschlich über fünf Jahrzehnte verbunden sind; bei mir war Heinz Duddeck einer von ihnen.

Wir lernten uns in der frühen er STUVA kennen. Das war kurz nachdem der „Schulze-Duddeck-Beitrag“ 1964 in der Fachwelt erschien, der zur ‚Berechnung von Schild-Tunneln‘ ein neues Verfahren (gebetteter Kreisring) vorschlug. Intensiver wurde dann unsere Zusammenarbeit, als 1972 als Folge einer OECD-Tunnelbau-Tagung in Washington der Deutsche Ausschuss für Unterirdisches Bauen (DAUB) und 1974 die ITA – International Tunnelling and Underground Space Association – gegründet wurden. In beide Gremien wurden wir von Beginn an berufen und konnten auf deren Werden und Wirken Einfluss nehmen. Dabei lernte ich in Heinz Duddeck einen Menschen kennen und schätzen, der nicht nur über ein herausragendes fachliches Wissen verfügte und äußerst engagiert mitarbeitete, sondern der darüber hinaus verbindende menschliche Kontakte aufbauen konnte. Besonders im internationalen Bereich zeigte er bei den so wichtigen zwischenmenschlichen Kontakten eine hohe Sensibilität. Er verstand es, die Besonderheiten von Menschen aus fernen, fremden Kulturen zu verstehen und vor allem zu akzeptieren. Toleranz wurde zum Markenzeichen unseres gemeinsamen internationalen Auftretens; das schaffte viele Freunde.

Vielleicht hing dieses Verhalten mit Heinz Duddecks Herkunft zusammen: 1928 in Masuren (im heutigen Polen) geboren, war sein Leben am Anfang durch den Krieg und seine Folgen bestimmt. Unmittelbar nach der Oberschule beginnt er eine Maurerlehre (1945), macht praktisch im Nebenverfahren das Abitur, ehe er 1949 an der TH Hannover mit dem Studium des Bauingenieurwe-

Obituary

Passing of STUVA Prize Winner Heinz Duddeck

from Günter Girnau, honorary member of the STUVA board



Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Heinz Duddeck

On 18 August 2017, Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Heinz Duddeck, long-term professor of structural engineering at the TU Braunschweig and excellent tunnelling expert, died at the age of 89. Only six days before, I talked to him and his wife Marianne on the telephone and to cheer him up, relived episodes from our common experience – looking back, this was a farewell to a companion of many years. There are few people who you know professionally and personally over five decades; for me, Heinz Duddeck was one of these.

We met each other in the early phase of the STUVA. This was shortly after the appearance in the specialist world of the

„Schulze-Duddeck paper“ in 1964, which proposed a new procedure for the calculation of mechanically bored tunnels (bedded circular ring). Our collaboration then became more intensive in 1972 as the German Tunnelling Committee (DAUB) and in 1974 the ITA – International Tunnelling and Underground Space Association were founded as a consequence of the OECD Tunnelling Conference in Washington. We were appointed to both committees from the start and could have an influence on their creation and works. In the course of this, I came to know and respect Heinz Duddeck as a person who not only had excellent expert knowledge and worked with extreme commitment but could also form binding human contacts. Particularly in the international field, he showed great sensitivity in the so-important personal contacts. He knew how to understand and above all to accept the special features of people from distant and foreign cultures. Tolerance became a trade mark of our international work together, which made many friends. Perhaps this behaviour was connected with Heinz Duddeck's origin: born in 1928 in Masuria (today in Poland), his life was affected from the start by war and its consequences. Immediately after secondary school he started an apprenticeship as a bricklayer (1945), gaining his *Abitur* practically as a side-activity, before he started a course in civil engineering in 1949 at the TH Hannover, successfully graduating in 1955. Thanks to his achievements and his great commitment, he gained a post as an assistant at the chair of steel construction, which he completed in 1959 with his promotion. Once again he was rewarded for his achievements: a research grant in 1959 took

sens beginnt, das er 1955 mit dem Diplom erfolgreich abschließt. Dank seiner Leistungen und seines herausragenden Einsatzes bekommt er am Lehrstuhl für Stahlbau eine Assistentenstelle, die er 1959 mit der Promotion beendet. Erneut gibt es eine leistungsbezogene ‚Belohnung‘: Ein Forschungsstipendium führt ihn 1959 an die berühmte Stanford University in Kalifornien, USA, wo er – gemeinsam mit seiner jungen Frau Marianne – zwei Jahre lang nicht nur ‚Engineering Mechanics‘, sondern vor allem auch internationales Leben und fachübergreifendes Denken kennenlernt. Diese Erfahrung wird ihn sein ganzes weiteres Leben prägend begleiten. Darüber hinaus fasziniert ihn die Wissenschaft so sehr, dass er sich, nach einer Zwischentätigkeit in einem Ingenieurbüro in der Schweiz, 1963 an der TH Hannover habilitiert. Nach der ersten intensiven Begegnung mit dem Tunnelbau bei der Baufirma Beton und Monierbau (1963–1965), wo auch der erwähnte Schulze-Duddeck-Beitrag entstand, erhielt er 1966 die Ernennung zum ordentlichen Professor und Institutsdirektor für Statik an der TU Braunschweig. Was er seiner Frau als kurzes Intervall ‚verkaufte‘, entpuppte sich später als Lebensaufgabe, die bis zu seiner Emeritierung 1996 anhielt. In dieser Stadt, die er schätzen und lieben gelernt hatte, beendete er nun auch sein Leben.

Dieser geradlinige und konsequente Weg erwies sich als völlig richtig, denn ich lernte in Heinz Duddeck einen Hochschullehrer kennen, der sich dieser Aufgabe mit Leib und Seele hingegeben hat. Er verstand es in unnachahmlicher Weise auf die jungen Menschen zuzugehen, sie für den Beruf des Bauingenieurs zu begeistern und ihnen auch schwierigste Zusammenhänge verständlich darzustellen. Seine Studenten wurden von ihm im wahrsten Sinne des Wortes ‚betreut‘. Besonders zu seinen Assistenten und Doktoranden unterhielt er enge persönliche Kontakte. Einladungen in sein Haus mit großzügiger Bewirtung waren nicht seltene Ereignisse, sondern gehörten zum ‚Standard-Programm‘. Selbst über deren Zeit am Lehrstuhl hinaus blieb er mit ihnen in enger Verbindung und lud die Ehemaligen und ihre Ehepartner zu gelegentlichen Institutsfesten ein – und alle, die dies eben ermöglichen konnten, kamen. Auch seine Reden zu Ehrenpromotionen oder zu anderen besonderen Anlässen bestanden stets nicht nur aus einer sorgfältigen Analyse des jeweils Geehrten, sie stellten auch sprachlich wahre Kunstwerke dar. In seinem Buch „Ingenieure in ihrer Zeit“ hat er sie in dankenswerter Weise veröffentlicht.

Aus all dem wird deutlich: In allem was Heinz Duddeck tat, zeichnete er sich durch hohes Engagement und besondere Sorgfalt aus, und dies machte ihn zu einem beliebten Partner an der TU sowie darüber hinaus in zahlreichen Gremien. Seine vielen Ehrenämter legen davon ein beredtes Zeugnis ab. Auf STUVA-Tagungen hielt er zahlreiche sowohl inhaltsreiche als auch nachdenkenswert Vorträge. In der ITA leitete er nicht nur Arbeitsausschüsse, er war auch Mitglied im führenden Executive Council (1989–1995). Bei vielen großen Tunnelbauprojekten in Deutschland wirkte er als Prüflingenieur und/oder Berater mit. Beim Projekt „4. Röhre Elbtunnel“ arbeiteten er und die STUVA eng zusammen – er führte

him to the renowned Stanford University in California, USA, where, together with his young wife Marianne, he not only learnt about engineering mechanics but also about international life and inter-professional thinking. This experience would have an influence on his entire career. He was also so fascinated by academia that after an intermediate activity with a consultant in Switzerland, he became a professor at the TH Hannover in 1963. After a first intensive contact with tunnelling with the company Beton und Monierbau (1963–1965), where the already mentioned Schulze-Duddeck paper was written, he was appointed professor and institute director for structural engineering at the TU Braunschweig. What he „sold“ to his wife as a short interval later turned out to be a life’s work until his retirement as Emeritus in 1996. In this city, which he liked and had learned to love, he also ended his life.

This straight and thorough course proved to be completely right because I came to know Heinz Duddeck as a university lecturer who had devoted himself to the task with heart and soul. He understood how to approach the young people in an inimitable way, how to enthuse them for the profession of civil engineering and explain the most complicated matters understandably. His students were literally „looked after“ by him. Particularly with his assistants and doctoral candidates, he maintained close personal contacts. Invitations to his house with generous hosting were not rare events but belonged to the „standard program“. Even after their time at the Chair, he kept in close contact and invited former colleagues and their partners to any events at the institute – and all who found it possible came. Also his speeches on the occasion of honorary doctorates or other special occasions were not only based on careful analysis of the person being honoured but the language represented real works of art. Thankfully he published these in his book „Ingenieure in ihrer Zeit“ (Engineers in their time).

This will all make clear: everything that Heinz Duddeck did was characterised by great commitment and particular care, and this made him a popular partner at the TU and outside on many committees. His many honorary offices provide eloquent evidence of this. At STUVA Conferences, he held numerous comprehensive and thought-provoking speeches. In the ITA, he not only led working committees but was also on the managing Executive Council



mago-Tunnelbau-Spezialplatten
Lastverteilungsplatten für den Tunnelbau

mago-tunneling-specialboards
Load distribution plates for tunnel constructions

Erfolgreich eingesetzt:
Successfully used:

- Katzenbergtunnel, NBS Karlsruhe-Basel
- City-Tunnel, Leipzig
- Finnetunnel, Weimar
- Kaiser-Wilhelm-Tunnel, Cochem
- U-Bahn-Linie 4, Hamburg
- Brenner-Zulaufstrecke Nord
- Sluiskiltunnel, Terneuzen (NL)
- Stadtbahntunnel, Karlsruhe
- Boßlertunnel, NBS Wendlingen-Ulm
- Koralmtunnel KAT 3, Steiermark
- Tunnel Rastatt, NBS Karlsruhe-Basel
- Cityringen, Erweiterung Metro Kopenhagen
- Metro Tel Aviv, Israel

Weitere Informationen, Prüfzertifikate und -zeugnisse: | More details and test certificates:
TU@michael-gmbh.com ■ T +49 (0) 421 244 94 90 ■ F -92

mit seinem Ingenieurbüro „Professor Duddeck und Partner“ die Berechnungen durch und die STUVA die Großversuche an den Tübbingringen und den Abdichtungen. Es war eine begeisterte Zeit für das unterirdische Bauen.

Mit der Reife der Jahre begann Heinz Duddeck seinen Beruf selbstkritisch zu hinterfragen: Reicht die Berechnung eines Bauwerkes aus oder sind nicht Sensitivitätsanalysen über den Einfluss einzelner Parameter wichtiger? Schützt wirklich die richtige Berechnung vor Schäden oder sind es nicht vielmehr der intelligente Entwurf und die richtige Qualitätskontrolle? Ist die Bauingenieurausbildung an den Universitäten noch richtig angelegt oder müssen wir sie verändern? Solche und ähnliche Fragen beschäftigten ihn zunehmend, und er stellte sie in den Entscheidungsgremien zur Diskussion. Heinz Duddeck wollte mehr als bisher den ‚Blick fürs Ganze‘ öffnen, und nachträglich kann man ihm dafür nur sehr dankbar sein. Für sein Lebenswerk hat ihm die STUVA 2009 den STUVA-Preis verliehen.

Schließlich kommt bei Heinz Duddeck im Alter noch etwas Anderes hinzu: Schon in seiner Jugend begeisterte er sich für Konzerte, Museen und Literatur. George Bernhard Shaw, Thomas Mann, Franz Kafka, Friedrich Hölderlin, Friedrich Nietzsche und Max Frisch interessieren ihn. Besonders der ‚Homo Faber‘ des Letzteren hat es ihm angetan, und er hält darüber Vorträge mit aktuellen Bezügen und schreibt Beiträge. Immer wieder hat er mir diese Veröffentlichungen zugeleitet, und gelegentlich habe ich mich gefragt, ob er nicht doch besser Geisteswissenschaftler als Bauingenieur geworden wäre. Dass ich damit nicht so ganz falsch gelegen habe, fand ich bestätigt, als ich im Zusammenhang mit diesem Nachruf seinen Beitrag „Über mich selbst“ in dem Buch „Ingenieure in ihrer Zeit“ gelesen habe. Der letzte Satz lautet dort (Zitat): „Und im nächsten Leben? Da weiß ich nur, dass ich meine Frau wieder suchen würde, wohl auch wieder gern Professor wäre, aber ob auch Bauingenieur ...?“

Mein Dank für das gelebte Leben und meine besten Wünsche für das ‚nächste Leben‘ begleiten ihn.

Günter Girnau



(1989–1995). He worked as a checking engineer and/or consultant on many major tunnelling projects in Germany. On the fourth tube of the Elbe Tunnel project, he worked closely with the STUVA – he performed the calculations with his consultancy „Professor Duddeck und Partner“ and the STUVA carried out the large-scale tests on the segment rings and the gaskets. This was an exciting time for underground construction.

With maturing years, Heinz Duddeck began to question his profession self-critically: is the design of a structure sufficient or are sensitivity analyses of the influence of individual parameters not more important? Does correct structural calculation really protect against damage or is it rather intelligent design and the appropriate quality control? Is the education of civil engineers at the universities still arranged correctly or should we make changes? Such questions and similar occupied him increasingly and he put them forward to the decisive committees for discussion. Heinz Duddeck wanted more than previously to take an overall view, and with hindsight we can be very thankful to him. The STUVA awarded him their STUVA Prize for his life's work in 2009.

Finally, another side Heinz Duddeck grew as he became older. He had already shown an interest for concerts, museums and literature in his youth, with George Bernhard Shaw, Thomas Mann, Franz Kafka, Friedrich Hölderlin, Friedrich Nietzsche and Max Frisch interesting him. He was particularly taken with the „Homo Faber“ from the latter and he gave talks about it with up-to-date references and wrote articles. He always sent me these publications and I sometimes pondered whether he would have been better occupied in the humanities than in civil engineering. I was not all that wrong here, as I found confirmed reading his piece „about myself“ in his book „Ingenieure in ihrer Zeit“. The last sentence of this reads (quote): „And in my next life? I only know that I would seek out my wife again and would be a professor but as a civil engineer ...?“

He passes with many thanks for his busy life and my best wishes for his „next life“.

Günter Girnau



Autor/Author

Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Günter Girnau, Jahrgang 1934, begann seine Tätigkeit für die STUVA 1960, übernahm 1963 die Geschäftsführung und wurde 1969 geschäftsführendes Vorstandmitglied. Ab 1973 war er parallel zu seinen Aufgaben für die STUVA auch für den Verband Deutscher Verkehrsunternehmen tätig. Mit seiner Wahl zum Vorstandsvorsitzenden der STUVA 1977 übergab er die Geschäftsführung an seinen Nachfolger. Zeitgleich mit seinem Ausscheiden als Vorstandsvorsitzender 1999 wurde er durch die Mitgliederversammlung zum Ehrenmitglied des STUVA-Vorstandes gewählt. An den Sitzungen des Vorstands nimmt er bis heute mit außergewöhnlichem Engagement teil.

Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Günter Girnau, born 1934, began working for the STUVA in 1960, taking over an executive role in 1963 and becoming executive board member in 1969. As from 1973, he was also involved with the Association of German Transport Companies (VDV) parallel to his activities at the STUVA. With becoming board chairman in 1977, he handed over the task of executive board member to his successor. In 1999, at the same time as he stepped down as board chairman, he was elected as an honorary member of the STUVA board. He is still highly involved in the board sessions even today.

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: 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

inkl. Baustellenbesichtigungen Semmering-Basistunnel am 01.12.

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
Wyndham Grand Istanbul Levent Hotel, Şişli, Istanbul, Turkey

02.–03.12.2017

Contact:

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

STUVA-Tagung 2017/ STUVA Conference 2017

ICS Internationales Congresscenter 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 projektmanagement 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

TU Graz, Hörsaal P1; Graz, Österreich

05.–06.04.2018

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

3rd Tunnels – Safety & Fire Protection Conference

Hotel Novotel Amsterdam Schiphol Airport, Amsterdam, Netherlands

23.–24.04.2018

Contact:

Preetika Singhal
Tel.: +44 203 905 5519
preetika@enigma-cg.com
www.enigma-conferences.com

8. BAST-Tunnel-symposium

Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach, Deutschland

06.06.2018

Kontakt und Anmeldung:

Tel.: +49 2204 43889
tunnel@bast.de
www.bast.de

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

InnoTrans 2018

International Trade Fair for
Transport Technology
+ **International Tunnel Forum,**
STUVA

Messe Berlin, Germany
18.–21.09.2018

Contact:

Tel.: +49 30/3038/2376
Fax: +49 30/3038-2190
innotrans@messe-berlin.de
www.innotrans.com

35. Baugrundtagung

ICS Internationales
Congresscenter Stuttgart,
Deutschland
26.–28.09.2018

Veranstalter:

Deutsche Gesellschaft für
Geotechnik e.V. – DGGT
www.dggt.de > Veranstaltung-
gen

67. Geomechanik Kolloquium 2018

Salzburg Congress, Salzburg,
Austria
11.–12.10.2018

Contact:

Österreichische Gesellschaft
für Geomechanik (ÖGG)
Tel.: +43 662/87 55 19
Fax: +43 662/88 67 48
Salzburg@oegg.at
www.oegg.at

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. 35
vom 1.10.2016
Advertisement Price List No. 35
dated 1.10.2016 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 Zu-
schlag/with surcharge for delivery by air mail)

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

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

Veröffentlichungen:

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

STUVA. Die inhaltliche Verantwortung mit
Namen gekennzeichnete Beiträge übernimmt
der Verfasser. Honorare für Veröffentlichungen
werden nur an den Inhaber der Rechte gezahlt.

Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen Bei-
träge und Abbildungen sind urheberrechtlich
geschützt. Mit Ausnahme der gesetzlich zuge-
lassenen Fälle ist eine Verwertung oder Ver-
vielfältigung ohne Zustimmung des Verlages
strafbar. Das gilt auch für das Erfassen und
Übertragen in Form von Daten. Die allge-
meinen Geschäftsbedingungen des Bauverlages
finden Sie vollständig unter www.bauverlag.de

Publications:

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

Druck/Printers:

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 WORLD TUNNEL CONGRESS

21 - 26 April 2018

Dubai International Convention and
Exhibition Centre, UAE

The Role of Tunnels in Building Future Sustainable Cities



Register Now and Save up to USD 200!

 /SOETunnelling

 @SOETunnelling

#wtc2018

wtc2018.ae



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



TUNNELAUSRÜSTUNGEN

