

www.tunnel-online.info

tunnel

8

December

Offizielles Organ der STUVA · Official Journal of the STUVA

2017

Tunnelling in Germany: Statistics 2016/17 | 8
Eppenberg Tunnel: Excavation in Rock and soft Soil | 20
66th Geomechanics Colloquium in Salzburg | 48



bau || || verlag
Wir geben Ideen Raum

Contractors:
Arge Tulfes Pfnos
> Strabag AG
> Salini Impregilo S.p.A.

Explorer

Hightech for every kind of rock:
The Herrenknecht Gripper TBM S-932 bores an exploratory tunnel with 15 km in length, and delivers important insights **for the excavation of the main tubes** of the Brenner Base Tunnel.

Pioneering Underground Technologies

> www.herrenknecht.com



tunnel 8/17

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



Wichtiger Meilenstein für den Schweizer 4-Meter-Korridor: Am Mittwoch, 29. November 2017, hat die Tunnelbohrmaschine die letzten Meter des Bözbergs in Effingen durchstoßen

Significant milestone for the Swiss 4 m corridor: On Wednesday, November 29, 2017, the Bözberg Tunnel TBM broke through at the future north portal near Effingen

Quelle/credit: SBB

(Seite/page 6)

Title

Aufbau der TVM für den Eppenbergtunnel im Herbst 2016

TBM setup for the Eppenbergtunnel in autumn 2016

Quelle/credit: Arge Tunnel Eppenbergtunnel
(Seite/page 20)

Nachrichten / News

2

Hauptbeiträge / Main Articles

Tunnelbau in Deutschland:

Statistik (2016/2017), Analyse und Ausblick

Tunnelling in Germany: Statistics (2016/2017), Analysis and Outlook
Dipl.-Bibl. Martin Schäfer

8

Eppenbergtunnel: Umbaubare TVM für Fels- & Lockergestein

Eppenbergtunnel: Convertible TBM for Rock and soft Soil
Dipl.-Ing. Manfred Börker, Dipl.-Ing. FH Gabriele Pagliari,
Dr. sc. techn. Dipl.-Ing. Michael Hertweck

20

Brandschutz / Fire Protection

Zementgebundene, glasfaserbewehrte Tunnelbrandschutzplatten

Cement-based, glass fibre-reinforced Tunnel Fire Protection Boards

32

Baumaschinen / Construction Equipment

Separieranlage BE-2550 für den Bau des Eppenbergtunnels

Separating Plant BE-2550 for the Building of the Eppenbergtunnel

36

Spezialfräsen – Anbaugeräte für Tunnel- und Infrastrukturbau

Special Cutters – Attachments for Tunnel and Infrastructure Construction

38

Hochleistungsbleche für Herrenknecht-Tunnelbohrer

High-grade Plates for Herrenknecht TBMs

40

Unimog wäscht Pariser Tunnel

Unimog washes the Tunnels of Paris

44

Dumper mit drehbarem Fahrstand

Dumper with rotatable Driver's Cab

46

Abschiebewagen

Push-off Dumper

47

Fachtagungen / Conferences

66. Geomechanik Kolloquium in Salzburg

66th Geomechanics Colloquium in Salzburg
Dipl.-Ing. Roland Herr

48

Fachbücher / Technical Books

Taschenbuch für den Tunnelbau 2018

2018 Tunnelling Pocketbook

54

Informationen / Information

Veranstaltungskalender / Event Calendar

55

Impressum / Imprint

56

Österreich

Sicherheitsausbau des 10 km langen Grazer Plabutschtunnels gestartet

In knapp zweijähriger Bauzeit saniert die ASFINAG seit Anfang Dezember 2017 den fast 10 km langen Plabutschtunnel an der österreichischen A 9 Pyhrn Autobahn, der seit mittlerweile 30 Jahren die Stadt Graz vom Durchgangsverkehr entlastet. Bis zu 50.000 Fahrzeuge täglich nutzen den seit 2004 voll ausgebauten Tunnel. Was es heißt, wenn sich dieser Verkehr durch Graz quälen müsste, war am 15. November zu sehen, als es aufgrund einer unfallbedingten Tunnelsperre zu massiven Verkehrsverzögerungen kam.

Für die Sanierung hat die ASFINAG ein Spezialkonzept erarbeitet. In der Früh- und Abendspitze kann der Verkehr ungehindert durch beide Tunnelröhren rollen. Nach der Abendspitze wird der Verkehr in die Weströhre geleitet. Die zweite Tunnelröhre ist dann gesperrt, damit die Baufirmen (beauftragt ist die ARGE Porr/Strabag/PKE) arbeiten können. Die Bauarbeiten finden in der gesperrten Röhre von Montag bis Sonntag jeweils zwischen 20 und 5 Uhr früh statt. An den verkehrsarmen Wochenenden wird auch an Sonntagen tagsüber gearbeitet.

Schwerpunkt Tunnelsicherheit

20 zusätzliche Fluchtwege werden im Zuge der Sanierung neu errichtet, davon sind 17 begehbar und drei befahrbar. Drei der bereits vorhandenen 20 begehbaren Fluchtwege werden zu befahrbaren ausgebaut. Erneuert werden des Weiteren der Brandschutz bei Ein- und Ausfahrten, der Beton beim Einfahrtportal sowie die Tunnelbeschichtung und die Löschwasseranlage. Weiterer Schwerpunkt ist die Erneuerung eines Großteils der Sicherheitstechnik: Der Plabutschtunnel erhält das System AKUT (akustisches Tunnelmonitoring) mit 280 Mikrofonen, die untypische Geräusche (Bremsen, Türen knallen, Schreie) erkennen und Alarm schlagen. Die Videoanlage wird mit 400 neuen Kameras aufgerüstet, die zusätzlich zur Überwachung auch Staus, langsam fahrende Fahrzeuge und Geisterfahrer „erkennen“ können und ebenfalls automatisch Alarm auslösen. Die Lüftung wird saniert, die Tunnelsteuerung bei laufendem Betrieb erneuert. Die Erneuerung von Brandmeldeanlage und Funksystem umfasst auch den Austausch von 20 km Branderfassungs- und 10 km Funkkabel.

Austria

Safety upgrading of the 10 km long Plabutsch Tunnel in Graz started



Seit Anfang Dezember 2017 wird der fast 10 km lange Plabutschtunnel an der A 9 Pyhrn Autobahn saniert, der seit mittlerweile 30 Jahren die Stadt Graz vom Durchgangsverkehr entlastet

Since the start of December 2017, refurbishment works have been underway in the almost 10 km long Plabutsch Tunnel on the A 9 Pyhrn Autobahn, which has now relieved traffic from the city of Graz for 30 years

With a schedule of just less than two years of construction time, the ASFINAG started on the upgrading of the Plabutsch Tunnel on the A 9 Pyhrn Autobahn in Austria in December 2017. The tunnel is almost 10 km long and has now relieved the city of Graz from through traffic for 30 years. Up to 50.000 vehicles daily use the tunnel, which gained a second bore to provide two lanes in each direction in 2004. The potential impact of all this traffic having to pass through Graz was shown on 15 November, when a closure of the tunnel after an accident led to massive traffic delays. The ASFINAG has developed a special concept for the refurbishment. During morning and

evening peak times, traffic can pass through both bores without hindrance. After the evening rush hour, the traffic is diverted into the west bore. The second tunnel bore is then closed in order that the contractors (the contract has been awarded to the JV Porr/Strabag/PKE) can work. Construction works take place in the closed bore from Monday to Sunday between 20:00 and 5:00. At the weekends, when traffic is light, works can also be carried out all day on Sunday.

Main emphasis tunnel safety

20 additional escape routes will be built in the course of the refurbishment works, of which 17 provide pedestrian access and 3 are for vehicles. Three of the existing 20 pedestrian escape routes will be upgraded to permit vehicles. The fire protection of the entrances and exits, the concrete at the entrance portal, the tunnel coating and the extinguishing water system will also be renewed.

Another important part of the works is the renewal of a large part of the safety systems. The AKUT (acoustic tunnel monitoring) system will be installed in the Plabutsch Tunnel with 280 microphones, which detect unusual noises (braking, doors slamming, shouts) and raise an alarm. The video surveillance system will be equipped with 400 new cameras, which not only monitor tailbacks but can also „detect“ vehicles proceeding slowly or in the wrong direction and automatically raise an alarm. The ventilation will be refurbished, and the tunnel control system will be renewed under continued operation. The renewal of the fire alarm and radio systems also includes the replacement of 20 km of fire detection and 10 km of radio cables.

Mobiles Überleitsystem

Beim mobilen Überleitsystem handelt es sich um Leitwände aus Stahl, die per Knopfdruck auf die Fahrbahn ausschwenken und so den Verkehr von der einen Fahrbahnseite auf die andere leiten können. Dieses System ist vor beiden Portalen montiert und wird den Verkehr während der fast zweijährigen Sanierung jeweils etwa 700 Mal umleiten. Dazu wurden auch 350 Poller in der Fahrbahnmitte als Trennung der Fahrstreifen verschraubt. Ein Tempolimit von 80 km/h in beiden Tunnelröhren wird durch die Section Control überwacht.

Sanierung der Oströhre bis Dezember 2018

Im Dezember 2018 soll die Phase 1 abgeschlossen und die Oströhre saniert sein. Die Phase 2 beginnt unmittelbar darauf mit dem Sicherheitsausbau der Weströhre. Die Gesamtfertigstellung ist für Herbst 2019 vorgesehen, wobei Restarbeiten ohne Verkehrsbeschränkung noch bis ins Frühjahr 2020 durchgeführt werden. Die ASFINAG investiert in diesen Sicherheitsausbau insgesamt 64 Millionen Euro. 

Mobile diversion system

The mobile diversion system has steel guidance walls, which can swing out into a lane at the touch of a button and divert traffic from one side to the other. This system is being installed at both portals and will divert the traffic about 700 times during the almost two years of refurbishment. For this purpose, 350 bollards are also fixed in the middle of the carriageway to separate the lanes. A speed limit of 80 km/h in both tunnel bores will be supervised by the section control.

Refurbishment of the east bore by December 2018

In December 2018, Phase 1 should be complete and the east bore should be completely refurbished. Phase 2 begins immediately after this with the safety upgrading of the west bore. Overall completion is planned for autumn 2019, although residual works without any effect on traffic will continue into early 2020. The ASFINAG is investing altogether EUR 64 million in this safety upgrade. 



Mixing and Injection Technology
is our competence.

Talk to the experts!

HÄNY
Mixing and Injection Technology

Vereinigte Arabische Emirate

WTC 2019 in Dubai

Vom 20. bis zum 26. April 2018 wird der World Tunnel Congress im International Convention and Exhibition Center in Dubai, VAE, stattfinden. Die Organisatoren der nationalen Ingenieurgesellschaft der Emirate und der ihr angeschlossene Tunnelbauverband haben für die Konferenz den Leitgedanken „Die Rolle des unterirdischen Raumes in den nachhaltigen Städten der Zukunft“ gewählt.

Die Hauptthemenfelder des WTC 2018 lauten wie folgt: Mehrzwecktunnel – die ultimative Lösung; Vertragliche Risikoverteilung – ein Win-Win-Konzept; Die richtige Tunnelbaumethode für jede Anwendung; Wartungsfreie Abwassertunnel – Fakt oder Fiktion; Städtische Entwässerung und Überflutungskontrolle im Untergrund; Aktuelle Entwurfskonzepte für bergmännische Tunnel; Technologische Innovationen; Capex oder Opex – Lebenszykluskostenberechnungen; Nachhaltige Nutzung des unterirdischen Raumes; Grundbau und Risikosteuerung; Fortschrittliche Baumaterialien; Reparatur und Unterhaltung unterirdischer Strukturen; Smart City – der Beitrag des unterirdischen Raumes; Die Bedeutung von Projektmanagement in der Projektentwicklung; TBM-Fallstudien; Sicherheit im unterirdischen Raum.

Weitere Infos zur Konferenz, zu Registrierung, Einreisebestimmungen und Unterbringung gibt es auf: www.wtc2018.ae 

United Arab Emirates

WTC 2019 in Dubai

From April 20–26, 2018, the World Tunnel Congress will take place at the International Convention and Exhibition Center in Dubai, UAE. The organizers, the national Society of Engineers – UAE and its tunnelling chapter have chosen to hold the conference under the theme “The Role of Underground Space in Future Sustainable Cities” The main congress topics are: Multi-Utility Tunnels – The ultimate solution; Contractual Risk Sharing – a win/win arrangement; The right tunnelling construction method for the right application; Maintenance free design in sewer tunnels – Fact or Fiction; Urban dewatering and flood control with underground structures; Review of current tunnel design methods for mined tunnelling methods; Innovation in tunnelling technologies; CAPEX vs. OPEX – how to define life cycle project cost, Sustainable use of underground space; Ground engineering and risks management; Advances in the material sector; Repair and maintenance of underground structures; Smart City – how can underground space contribute; The importance of Project Management in Project development; Case studies on TBM projects; Life Safety for underground structures.

More information on the conference schedule, registration, visa and hotel accommodation is available [on: www.wtc2018.ae](http://www.wtc2018.ae) 

Deutschland

4. Felsmechanik- und Tunnelbautag am 7. Juni 2018 im WBI Center

Am 7. Juni 2018 findet der vierte Felsmechanik- und Tunnelbautag im WBI-Center in Weinheim an der Bergstraße statt. Die Kurz-Tagung wird, wie schon die vorangegangene Tagung 2016, von der WBI GmbH gemeinsam mit der DB Projekt Stuttgart–Ulm GmbH, der DB Netze und dem Arbeitskreis Bautechnik des Württembergischen Ingenieurvereins veranstaltet.

Das Fachprogramm wird sich diesmal dem Thema „Felsmechanische Fragestellungen beim Bahnprojekt Stuttgart–Ulm und anderen nationalen und internationalen Projekten“ widmen. Als Referenten konnten dafür Vertreter von Bauherren, Baufirmen, Planern und Gutachtern gewonnen werden.

Rückblick 2016

Der Zuspruch aus der Fachwelt war enorm: über 300 Fachleute nahmen an der Tagung teil und trugen zum Gelingen des fachlichen Austausches bei.

In einem anschließenden Übersichtsvortrag berichtete Dipl.-Wirt.-Ing. M. Leger über den aktuellen Stand der Arbeiten am Großprojekt Stuttgart–Ulm. Danach folgten 4 Sitzungen mit insgesamt 14 Fachvorträgen. Für die Sitzungsleitungen sowie als Vortragende wurden hochkarätige Fachleute aus dem Kreis der

Bauherrschaft, von Baufirmen, Planern und Gutachtern gewonnen. Sie boten sehr interessante und anspruchsvolle Vorträge zu wichtigen Fachthemen.

Durch die erste Sitzung zum Thema „Anbindung der NBS an den Flughafen Stuttgart“ führte Walter Schoefer von der Flughafen Stuttgart GmbH. Zunächst berichtete Dipl.-Ing. Matthias Breidenstein (DB Projekt Stuttgart–Ulm GmbH) sehr eindrucksvoll davon, welche planerischen, bautechnischen und baubetrieblichen Herausforderungen für die Tunnelbauwerke zur Anbindung von Flughafen und Messe zu meistern seien. Über das spezielle Thema einer Auftriebssicherung des Tunnels der Flughafenkurve mittels Entspannungsbrunnen wurde von Dipl.-Ing. Heiko Siebenschuh (DB Projekt Stuttgart–Ulm GmbH) und Dr. Bernd Gaukler (geon) berichtet – auch dies eine besondere Lösung für besondere Randbedingungen.

Die zweite Sitzung zum Thema „Tunnelbau im anhydritführenden Gipskeuper“ wurde von Manfred Leger geleitet. In zwei aufeinander aufbauenden Vorträgen erläuterten Prof. Dr.-Ing. Walter Wittke und Dr. Martin Wittke (beide WBI) umfassend die Modellvorstellung und das Planungskonzept für die Tunnelbauwerke im anhydritführenden Gebirge. Anschließend stellte M. Eng. André



Quelle/Credit: WBI

Rückblick: Der Zuspruch aus der Fachwelt am 3. Felsmechanik- und Tunnelbautag war enorm – über 300 Fachleute nahmen 2016 an der Tagung teil und trugen zum Gelingen des fachlichen Austausches bei

Reinhardt (DB Projekt Stuttgart–Ulm GmbH) die Ergebnisse von Feldversuchen zur Abdichtung gering durchlässigen Felses mit Acrylatgel vor. Dabei ging er auch auf die versuchstechnischen Anforderungen ein, die sich aus dem besonderen Randbedingungen und Vorgaben, wie sehr geringe Durchlässigkeit und kein Wasser, ergeben. Als letzter Vortragender dieser Sitzung ging Dr.-Ing. Wolfgang Rauscher (EDR) auf die Herausforderung ein, eine fachtechnisch kompetente und unabhängige Prüfung zu gewährleisten, wenn die zu prüfende Planung aufgrund der schwierigen Randbedingungen Neuland betritt.

Dr.-Ing. Martin Herrenknecht führte durch die dritte Sitzung zum Thema „Projekte mit ähnlichen Fragestellungen“. Erste Vortragende in dieser Sitzung war Dipl.-Ing. Helena Loga (DB Netz AG). Sie berichtete sehr umfassend über die Herausforderungen im Zusammenhang mit Planung und Bau der 2. Stammstrecke der S-Bahn München. Der anschließende Vortrag von Dr. Martin Wittke gab einen Einblick in die Ausführungsplanung für die Red Line der S-Bahn Tel Aviv, Israel, die sowohl maschinell als auch konventionell aufgefahren wird. Über die bergmännische Unterfahrung einer Hauptverkehrsstraße bei geringer Überdeckung und unter Verkehr in Doha, Katar berichteten Dr. Bettina Wittke-Schmitt (WBI) und Hans Wenkenbach (Porr AG). Hier wurde deutlich, dass auch anspruchsvolle Bauprojekte bei entsprechender Planung und Ausführung erfolgreich zum Abschluss gebracht werden können. Den Abschluss dieser Sitzung bildete ein Vortrag von Dipl.-Ing. Rainer Rengshausen (Porr AG) über den Bau des Emsherkanals BA40 mit einer EPB-TBM. Auf illustrative Art und Weise hatte er deutlich gemacht, mit welchen Herausforderungen ein Vortrieb mit sehr kleinem Durchmesser verbunden ist.

Die 4. Sitzung zum Thema „Besondere Fragestellungen“ wurde von Prof. Dr. Gerd Wolf (LH Stuttgart) geleitet. Zu Beginn hatten Peter Sturm und B. Eng. Maik Wolf (beide DB Projekt Stuttgart–Ulm GmbH) das Großprojekt Stuttgart–Ulm aus einer ganz anderen Perspektive beleuchtet und waren auf das Management von Risiken und Chancen im Bahnprojekt eingegangen. In seinem anschließenden Vortrag hatte Dipl.-Ing. Günter Osthoff (DB Pro-

jekt Stuttgart–Ulm GmbH) die Planungen für den Vortrieb der Großquerschnitte (bis 200 m² bei geringer Überlagerung unter Bebauung) im Anfahrbereich Hbf Süd erläutert. Dipl.-Ing. Sabine Hennigs (Eisenbahnbundesamt) hat am Beispiel der mit stahlfaserbewehrtem Spritzbeton ausgekleideten Tunnelabschnitte des Bahnprojekts Stuttgart–Ulm die rechtlichen Rahmenbedingungen sowie das Vorgehen zur Erlangung einer Zustimmung im Einzelfall (ZiE) des Eisenbahnbundesamts erläutert. Den Abschluss bildete ein Vortrag von Dr.-Ing. Stefan Kielbassa (DB Projekt Stuttgart–Ulm GmbH), in dem er den Umgang mit Karststrukturen sowie die Karstsanierungsmaßnahmen für den Altabstiegstunnel erläuterte. 

4. Felsmechanik- und Tunnelbautag

WBI-GmbH

Tel.: +49 06201/25990

wbi@wbionline.de

Die Voranmeldung ist online möglich auf www.felsmechanik.eu

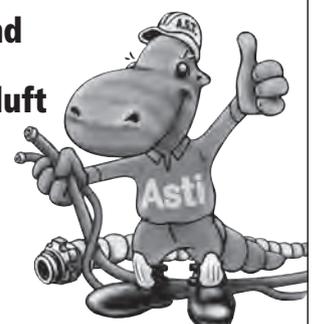
A.S.T. Bochum

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



Schweiz

Durchstich am Bözbergtunnel

Switzerland

Breakthrough at the Bözberg Tunnel



Quelle/credit: SBB

Am 29. November 2017, hat die Tunnelbohrmaschine die letzten Meter des Bözbergs im schweizerischen Effingen durchstoßen
 On 29 November 2017, the tunnel boring machine broke through the last few metres of the Bözberg in Effingen, Switzerland

Wichtiger Meilenstein für den 4-Meter-Korridor: Am 29. November 2017 hat die Tunnelbohrmaschine die letzten Meter des Bözbergs in Effingen durchstoßen. Wegen des instabilen Felses beim Portal bestand die Gefahr von Steinschlägen oder Hangrutschungen. Deshalb haben die Schweizerischen Bundesbahnen (SBB) für den Durchstich am Portal besondere Sicherheitsmaßnahmen ergriffen. In unmittelbarer Nähe des neuen Tunnelportals in Effingen verläuft die heutige Stammstrecke. Diese wurde mit einer temporären Abrollschutzwand geschützt. Während des Durchstichs wurde der Hang permanent von Messinstrumenten überwacht. Zudem wurde eine Nothalteinrichtung installiert, damit bei einem Abrutschen des Gerölls die Stammstrecke sofort hätte gesperrt werden können. Die Tunnelbauspezialisten bereiteten einen zusätzlichen Rohrschirm vor. Dies verhinderte auch ein Zurückfahren der Tunnelbohrmaschine, um das Portal für einen offiziellen Durchstich mit geladenen Gästen am 13. Dezember 2017 zu sichern. Bis 2020 planen die SBB die Realisierung des 4-Meter-Korridors auf der gesamten Gotthard-Achse, um auch Sattelaufleger mit einer Höhe von 4 m auf der Bahn transportieren zu können. Der Neubau des Bözbergtunnels ist dabei das größte Einzelprojekt mit einer Investitionssumme von rund 350 Millionen Franken. Neben dem bestehenden zweispurigen Bözbergtunnel wird bis 2020 eine parallele, knapp 2,7 km lange Doppelspurröhre entstehen. Der alte Tunnel soll nach Inbetriebnahme des Neubaus innerhalb von zwei Jahren zu einem Dienst- und Rettungsstollen umgebaut und durch fünf Querschläge angebunden werden. 

An important milestone for the 4 m corridor: On 29 November 2017, the tunnel boring machine broke through the last few metres of the Bözberg in Effingen. Due to the presence of unstable rock at the portal, there had been a danger of rockfall or slope sliding. Therefore Swiss Railways (SBB) took special safety precautions for the breakthrough at the portal as the existing main line runs very near the new tunnel portal in Effingen. This was protected with a temporary rolled-out protection wall. During the breakthrough, the slope was continuously monitored with measuring instruments. An emergency arrangement was also set up in order that the main line could be closed immediately if the scree started sliding. The tunnelling specialists prepared an additional pipe screen that also prevented a withdrawal of the tunnel boring machine in order to make the portal safe for the official breakthrough ceremony with invited guests on 13 December 2017. By 2020, SBB intends the implementation of a 4 m corridor on the entire Gotthard axis in order to be able to transport semitrailers with a height of 4 m by rail. The new Bözberg Tunnels is the most important individual project with an investment volume of about 350 million Swiss francs. A new two track tunnel almost 2.7 km long will be completed by 2020 parallel to the existing two-track Bözberg Tunnel. After the opening of the new tunnel, the old tunnel will be rebuilt for two years as a service and escape tunnel connected to the new tunnel with five cross passages. 

Österreich

Spritzbeton-Tagung 2018

Die 12. Spritzbeton-Tagung mit begleitender Fachausstellung findet am 11. und 12. Januar 2018 im Congress Centrum Alpbach in Tirol, Österreich statt. Tagungsleiter ist Prof. Wolfgang Kusterle. Die Themenschwerpunkte lauten: Tunnelerneuerung mit Spritzbeton, Faserbewehrter Spritzbeton, Prüfung von Faserspritzbeton, Textilbewehrter Spritzmörtel, Beschleuniger und Frühfestigkeit, Sulfat- und Thaumasilangriff, Spritzbeton mit hohem Deformationsvermögen, Spritzbeton unter Druckluft, Spritzbeton als Brandschutzschicht, Spritzbeton mit reduziertem Versinterungspotential, Tunnelausbruchmaterial als Gesteinskörnung für Spritzbeton, 3D-Druck mit Spritzbeton, Spritzbetonschalen.

Weitere Informationen unter Tel.: +43 650 8244610. Die Anmeldung ist bis zum 8. Januar 2108 möglich per E-Mail an: spritzbeton@kusterle.net



Austria

Conference: Shotcrete 2018

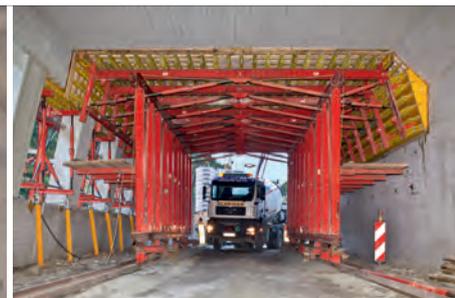
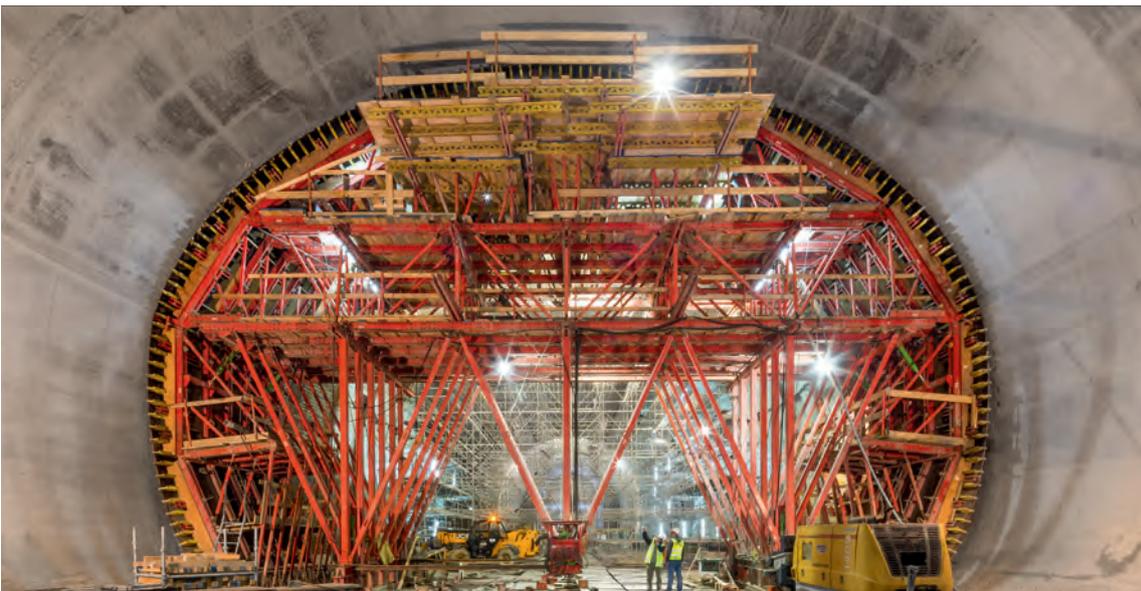
The 12th conference on shotcrete with parallel exhibition will take place at the Alpbach Congress Centrum in Tyrol, Austria, on January 11–12, 2018. Conference chair is Prof. Wolfgang Kusterle, topics of the conference will be: Shotcrete for tunnel repair work, Fiber reinforced shotcrete, Testing of fiber reinforced shotcrete, Textile reinforced shotcrete, Accelerators and early strength, Sulphate and thaumasite attack, Highly deformable shotcrete, Shotcrete linings under compressed air, Fire protection with shotcrete, Use of tunnel excavation material as aggregates, 3D printing with shotcrete, Shotcrete shells, Leaching behavior of shotcrete.

The conference language is German, some presentations will be in English. English Summaries of all presentations will be available. For more information call: +43 650 8244610; Email registration:

spritzbeton@kusterle.net



www.spritzbeton-tagung.com



Economical solutions for each cross-section
VARIOKIT Engineering Construction Kit

With VARIOKIT system components, cost-effective tunnel formwork carriages can be realized which are precisely adapted to meet the needs of the respective jobsite. Requirements such as drive-through openings for trucks or single-sided wall formwork are easily fulfilled. Additional components for lifting, lowering and moving are likewise available in the rentable PERI portfolio as are safe working platforms and access means.



**Formwork
Scaffolding
Engineering**

www.peri.com

Tunnelbau in Deutschland: Statistik (2016/2017), Analyse und Ausblick

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

Tunnelling in Germany: Statistics (2016/2017), Analysis and Outlook

For more than 35 years the STUVA has carried out a survey of tunnelling in Germany prompted by a corresponding request by the International Tunnelling and Underground Space Association [1].

Dipl.-Bibl. Martin Schäfer, STUVA – Studiengesellschaft für Tunnel und Verkehrsanlagen e. V./Research Association for Tunnels and Transportation Facilities, Köln/Cologne, Deutschland/Germany

1 Laufendes Tunnelbauvolumen

Wie in den Vorjahren, hat die STUVA auch für den Jahreswechsel 2016/17 eine Umfrage zu den laufenden Tunnelbauvorhaben in Deutschland durchgeführt. Das Ergebnis wurde für den Stichmonat Dezember 2016 tabellarisch zusammengestellt und nachfolgend bewertet. Es handelt sich dabei um eine Fortschreibung der für 1978 [2] bis 2016 [3] veröffentlichten Tabellen. Erfasst wurden nur solche Tunnel- und Kanalbauwerke, die einen begehbaren oder bekriechbaren Ausbruchquerschnitt, d. h. einen lichten Minstdurchmesser von 1000 mm bzw. mindestens einen Ausbruchquerschnitt von etwa 1 m² unter Einbeziehung der Rohrwandung aufweisen. Unberücksichtigt blieben dagegen – wie in den Vorjahren – grabenlose Kleinvortriebe, die im Zusammenhang mit dem Sammlerbau, den zugehörigen Hausanschlüssen oder auch bei Unterpressungen von Bahn- und Straßenanlagen zur Anwendung gelangen.

Die Tabellen der zum Jahreswechsel 2016/17 im Bau befindlichen Tunnelprojekte sind aufgrund ihres Umfangs nicht im Detail abgedruckt, können jedoch von den Internet-Seiten der STUVA [4] abgerufen werden. In diesen Tabellen wird der Bezug zu dem Datenmaterial der Vorjahre über die Nummerierung der Tunnelbauvorhaben erkennbar. Im Einzelnen setzt diese sich aus ein oder zwei Kennbuchstaben, einer zweiziffrigen, fortlaufenden Registrierungsnummer und der ebenfalls zweiziffrigen Angabe des Erfassungsjahres zusammen. Die Kennbuchstaben dienen dazu, die geplante Tunnelnutzung stichwortartig aufzuzeigen:

- US** U-, Stadt- und S-Bahntunnel
- B** Fernbahntunnel
- S** Straßentunnel
- V** Leitungs-/Versorgungstunnel
- A** Abwassertunnel
- So** Sonstige Tunnel
- GS** Grundsanieung von Tunneln

1 Tunnels under Construction

As in previous years, the STUVA also undertook a survey of current tunnelling projects in Germany at the turn of the year 2016/2017. The outcome is compiled in tabular form for the month of December 2016 and subsequently assessed. The table follows up its predecessors published for the years 1978 [2] to 2016 [3]. Only tunnels and drain/sewer structures which possess an accessible (walk-in or crawl-in) excavated cross-section, i.e. a clear minimum diameter of 1000 mm or, including the pipe wall, a minimum cross-section of roughly 1 m², are listed. As in previous years, small trenchless headings which have been executed in conjunction with main drain construction, the relevant domestic connections, and also pipe-jacking operations beneath rail and road facilities, are not included. The tables for the tunnel projects under construction at the turn of the year 2016/2017 are not listed in detail on account of their extent; however data can be obtained from STUVA's internet pages [4]. In these tables, the numbering of the tunnel projects indicates the relationship to the data material originating from previous years. Essentially it takes the form of single or double identification letters, a two-digit sequential registration number and a two-digit annual identification number. The identification letters serve to provide a brief assessment of the planned tunnel utilisation, namely:

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

The identification number US 01 16 therefore refers to a tunnel project with the sequential number 1 from the Underground, urban and rapid transit tunnels sector which was included for the first time

Jahreswechsel Turn of the year	2016/17				2015/16 (zum Vergleich / to compare)				2014/15 (zum Vergleich / to compare)			
	Auffahrlänge Driven Length [km]		Ausbruchvolumen Excavated volume [10 ³ m ³]		Auffahrlänge Driven Length [km]		Ausbruchvolumen Excavated volume [10 ³ m ³]		Auffahrlänge Driven Length [km]		Ausbruchvolumen Excavated volume [10 ³ m ³]	
US: U-, Stadt-, S-Bahn Underground, urban and rapid transit system	24,080	(1,880)	2.258,0	(84,0)	16,767	(2,495)	1.765,0	(776,0)	16,433	(2,067)	1.509,0	(165,0)
B: Fernbahn Main-line railway	121,670	(0,849)	12.300,0	(60,0)	121,117	(17,856)	12.391,0	(1.773,0)	105,307	(20,360)	10.326,0	(1.696,0)
S: Straßen Road	28,175	(1,085)	3.563,0	(135,0)	37,325	(5,909)	4.343,0	(803,0)	47,251	(11,054)	5.717,0	(1.570,0)
Verkehrstunnel Traffic tunnels	173,925	(3,814)	18,121,0	(279,0)	175,209	(26,260)	18.499,0	(3.352,0)	168,991	(33,481)	17.552,0	(3.431,0)
A: Abwasser Sewage	70,136	(1,436)	473,5	(8,0)	69,680	(1,400)	469,9	(5,9)	70,580	(20,580)	474,0	(180,4)
V: Versorgung Utility lines	0,471	(0,000)	3,3	(0,0)	0,881	(0,471)	4,7	(3,3)	0,410	(0,000)	1,4	(0,0)
So: Sonstiges Others	0,000	(0,000)	0,0	(0,0)	0,000	(0,000)	0,0	(0,0)	0,323	(0,000)	4,7	(0,0)
Gesamt Total	244,532	(5,250)	18.597,8	(287,0)	245,770	(28,131)	18.973,6	(3.361,2)	240,304	(54,061)	18.032,1	(3.611,4)
GS: Grundsanie rung von Tunneln Redevelopments of tunnels	15,770	(6,661)			9,664	(3,460)			8,902	(2,188)		
Die Klammerwerte geben die zum betrachteten Jahreswechsel neu erfassten Tunnelbaukilometer bzw. m ³ Ausbruchvolumen an The values in brackets relate to the newly compiled tunnel construction km and m ³ of excavated volume at the given turn of the year												

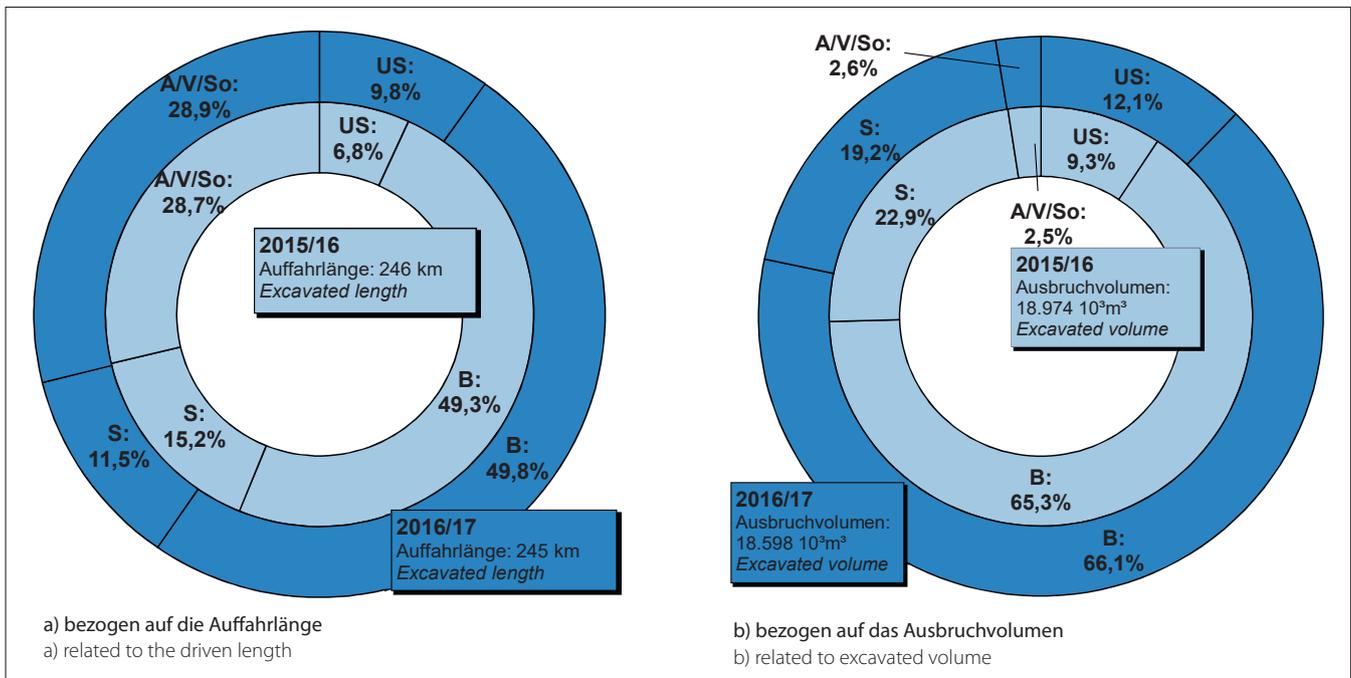
Tabelle 1 Auffahrlänge und Ausbruchvolumen der jeweils zum Jahreswechsel im Bau befindlichen Tunnel
Table 1 Driven length and excavated volume of tunnels under construction at the given turn of the year

Dementsprechend besagt die Kennnummer US 0116, dass es sich um das Tunnelprojekt mit der laufenden Nummer 1 aus dem Bereich der U-, Stadt- und S-Bahnen handelt, das im Jahr 2016 erstmals in die Statistik aufgenommen wurde. Die vorstehend beschriebene Art der Nummerierung wurde vor dem Hintergrund gewählt, dass die meisten Baustellen, insbesondere aus dem Verkehrstunnelbereich, über zwei bis drei Jahre und mehr laufen. Um Doppelzählungen zu vermeiden und um das ggf. neu hinzugekommene Bauvolumen ausweisen zu können, hat sich diese Art der Registrierung bewährt. Entsprechend wird in **Tabelle 1** nicht nur das Gesamtbauvolumen, sondern in Klammern auch das im Berichtsjahr jeweils neu erfasste Bauvolumen ausgewiesen. Zum Vergleich sind dort neben den Angaben für den Jahreswechsel 2016/17 auch die Zahlen der beiden Vorjahreswechsel aufgeführt. Allgemein informieren die Projektlisten auf den Internetseiten der STUVA [4] über Lage und spätere Nutzung der aufgeführten Tunnel, über Länge und Querschnitt sowie über die vorwiegend angetroffenen Bodenverhältnisse. Das angewandte Bauverfahren wird stichwortartig beschrieben und die geplante Bauzeit angegeben. Soweit möglich, werden Bauherren, Planer und Ausfüh-

ren in den Statistiken im Jahr 2016. Die oben-erwähnte Methode der Identifizierung wurde gegen den Hintergrund gewählt, dass die Mehrheit der Baustellen, insbesondere aus dem Verkehrstunnelbereich, über zwei bis drei Jahre und mehr laufen. Diese Methode der Registrierung hat sich bewährt, um zu vermeiden, dass Projekte doppelt gezählt werden und um das neu hinzugekommene Bauvolumen zu identifizieren. Infolgedessen enthält **Table 1** das Gesamtbauvolumen sowie das Bauvolumen, das während des Berichtszeitraums erfasst wurde, in Klammern. Neben den Angaben für den Jahreswechsel 2016/2017 sind auch die Zahlen der beiden Vorjahreswechsel angegeben. Allgemein informieren die Projektlisten auf den Internetseiten der STUVA [4] über Lage und spätere Nutzung der aufgeführten Tunnel, über Länge und Querschnitt sowie über die vorwiegend angetroffenen Bodenverhältnisse. Das angewandte Bauverfahren wird stichwortartig beschrieben und die geplante Bauzeit angegeben. Soweit möglich, werden Bauherren, Planer und Ausfüh-

ren in den Statistiken im Jahr 2016. Die oben-erwähnte Methode der Identifizierung wurde gegen den Hintergrund gewählt, dass die Mehrheit der Baustellen, insbesondere aus dem Verkehrstunnelbereich, über zwei bis drei Jahre und mehr laufen. Diese Methode der Registrierung hat sich bewährt, um zu vermeiden, dass Projekte doppelt gezählt werden und um das neu hinzugekommene Bauvolumen zu identifizieren. Infolgedessen enthält **Table 1** das Gesamtbauvolumen sowie das Bauvolumen, das während des Berichtszeitraums erfasst wurde, in Klammern. Neben den Angaben für den Jahreswechsel 2016/2017 sind auch die Zahlen der beiden Vorjahreswechsel angegeben. Allgemein informieren die Projektlisten auf den Internetseiten der STUVA [4] über Lage und spätere Nutzung der aufgeführten Tunnel, über Länge und Querschnitt sowie über die vorwiegend angetroffenen Bodenverhältnisse. Das angewandte Bauverfahren wird stichwortartig beschrieben und die geplante Bauzeit angegeben. Soweit möglich, werden Bauherren, Planer und Ausfüh-

ren in den Statistiken im Jahr 2016. Die oben-erwähnte Methode der Identifizierung wurde gegen den Hintergrund gewählt, dass die Mehrheit der Baustellen, insbesondere aus dem Verkehrstunnelbereich, über zwei bis drei Jahre und mehr laufen. Diese Methode der Registrierung hat sich bewährt, um zu vermeiden, dass Projekte doppelt gezählt werden und um das neu hinzugekommene Bauvolumen zu identifizieren. Infolgedessen enthält **Table 1** das Gesamtbauvolumen sowie das Bauvolumen, das während des Berichtszeitraums erfasst wurde, in Klammern. Neben den Angaben für den Jahreswechsel 2016/2017 sind auch die Zahlen der beiden Vorjahreswechsel angegeben. Allgemein informieren die Projektlisten auf den Internetseiten der STUVA [4] über Lage und spätere Nutzung der aufgeführten Tunnel, über Länge und Querschnitt sowie über die vorwiegend angetroffenen Bodenverhältnisse. Das angewandte Bauverfahren wird stichwortartig beschrieben und die geplante Bauzeit angegeben. Soweit möglich, werden Bauherren, Planer und Ausfüh-



Quelle/credit (2): STUVA

1 Anteil der verschiedenen Arten der Tunnelnutzung (vgl. Tabelle 1)
Proportion of the various types of tunnel utilisation (please see Table 1)

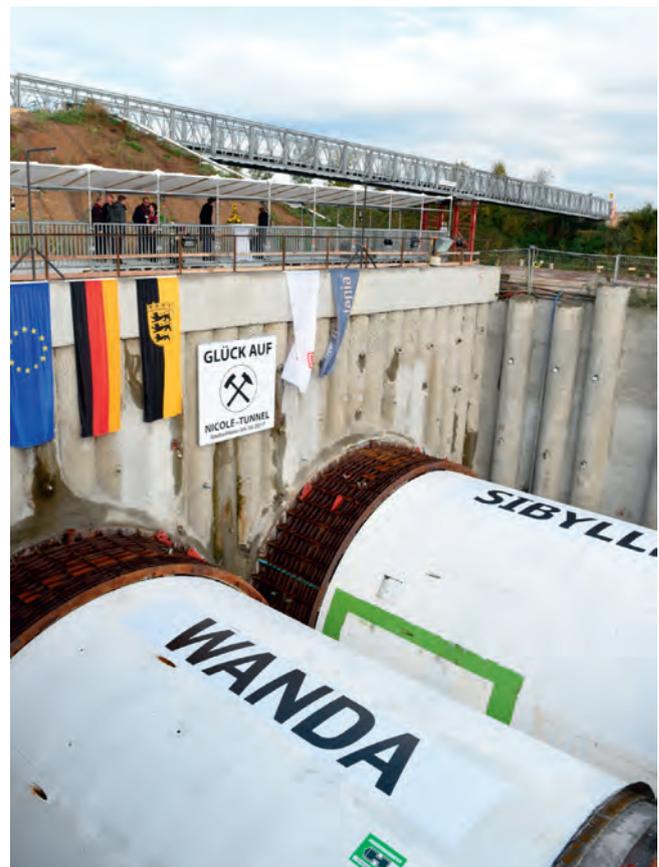
rende benannt. Schließlich werden ggf. noch konstruktive oder verfahrenstechnische Besonderheiten angemerkt.

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

Tabelle 1 vermittelt ein Bild über die jeweils zum angegebenen Jahreswechsel im Bau befindliche gesamte Tunnelauffahrlänge und das zugehörige Ausbruchvolumen. Außerdem sind für den Jahreswechsel 2016/17 in **Bild 1** Auffahrlänge und Ausbruchvolumen nach der Art der Tunnelnutzung graphisch aufgegliedert. Ein genereller Vergleich der Zahlen in Tabelle 1 lässt gegenüber dem Vorjahr ein unverändert hohes Niveau der Verkehrstunnel-Auffahrlängen zum Jahreswechsel 2016/17 mit insgesamt knapp 174 km erkennen. Die Bautätigkeit im Verkehrsbereich Fernbahn bleibt nahezu unverändert, während der Verkehrsbereich U-, Stadt- und S-Bahn deutlich zulegt. Im Verkehrsbereich Straße schwächt sich die Bautätigkeit erneut deutlich ab.

Betrachtet man die Angaben zum Ausbruchvolumen, so ergibt ein Vergleich zwischen den Verkehrstunneln einerseits und den Ver- und Entsorgungstunneln andererseits bei einem längenbezogenen Verhältnis von gut 2,5 : 1 ein Volumenverhältnis von etwa 38 : 1 (vgl. auch Bild 1).

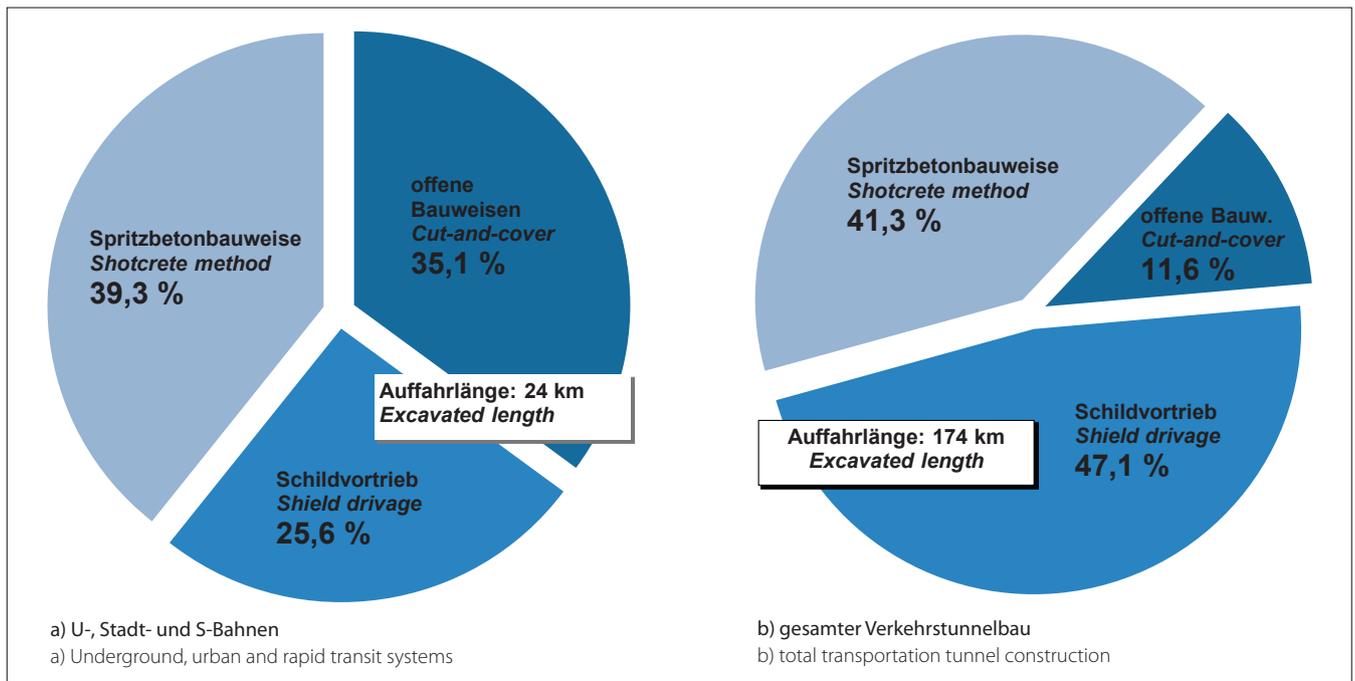
Die Frage der Vollständigkeit des durch die STUVA-Umfrage



Quelle/credit: Reinhart Pfisterer

2 Andrehfeier der Tunnelvortriebsmaschinen des Albvorlandtunnels, NBS Wendlingen–Ulm

TBM start up ceremony at the Albvorland Tunnel on the new Wendlingen–Ulm line



3 Bauweisen des laufenden Tunnelbauvolumens in Deutschland
Construction methods of current German tunneling projects

von den Baufirmen und den Ingenieurbüros erhaltenen Zahlenmaterials ist nur schwer abzuschätzen. Um in dieser Hinsicht eine größere Zuverlässigkeit sicherzustellen, wurden im Rahmen der Erhebung 2016/17 – wie in den Vorjahren auch – die im U-, Stadt- und S-Bahnbau tätigen Städte sowie die Deutsche Bahn AG angeschrieben. Die Daten für die Tunnel der Bundesfernstraßen wurden vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) bereitgestellt [5]. Diese Daten sind unverzichtbar für die Fortschreibung dieser Statistik und liefern wichtige Ergänzungen und Korrekturen. Generell sei dem BMVI, der Deutschen Bahn AG, den anderen genannten Behörden und Bauherren, den Planungsbüros sowie den beteiligten Baufirmen an dieser Stelle für die Mitarbeit bei der statistischen Erfassung der Tunnelbauvorhaben ausdrücklich gedankt.

Im Folgenden wird das Ergebnis der Erhebung per Dezember 2016 in verschiedener Hinsicht genauer ausgewertet, um so einen aktuellen Überblick über den Tunnelbau in Deutschland zu erhalten. Zur Vertiefung sei auf die umfassenden Erläuterungen in der Dokumentation „Unterirdisches Bauen Deutschland 2010“ mit zahlreichen in Wort und Bild dargestellten Beispielen verwiesen [6].

- Der Schwerpunkt des **innerstädtischen Bahntunnelbaus** (Tabellenteil US) liegt – wie im Vorjahr – in Stuttgart, wo sich zum Jahreswechsel 2016/17 insgesamt ca. 9,7 km S-Bahn- bzw. Stadtbahntunnel im Bau befanden. Es folgen Karlsruhe (4,7 km), Frankfurt a. M. (4,4 km) und Berlin (3,2 km). Weitere Tunnelstrecken unter 2 km Länge sind in Dortmund, Hamburg und Nürnberg im Bau.
- Der längenbezogene Anteil der geschlossenen Bauweisen am innerstädtischen Bahntunnelbau betrug mit 15,6 km Ende 2016

tunnels, information on the excavated volumes of the individual schemes makes it possible to estimate the actual extent of the relevant measures in a better manner than mere details relating to lengths. However, the following should be observed when comparing the excavated volume: whereas the excavated volumes for trenchless construction measures can be determined with certainty, the comparative value for cut-and-cover methods can only be obtained by subtracting the amount of soil required for refilling from the total excavated volume.

Table 1 provides a picture of the overall tunnelling length under construction at the end of the year in question and the related construction volume. For the turn of the year 2016/2017, **Fig. 1** also contains the driven length and the excavation volume in accordance with the type of tunnel utilisation, shown in graphic form.

A general comparison of the figures in Table 1 reveals an unchanged high level in the driven length of transportation tunnels as at the turn of the year 2016/2017, with a total of some 174 km. Whereas building activities in the main-line construction sector remained largely at the level of the previous year, activities in Underground, urban and rapid transport revived substantially whilst road construction once more dipped considerably.

If one considers the data relating to excavated volume, there is a length-related ratio of almost 2,5:1 as against a volume-related one of around 38:1 when comparing transportation tunnels on the one hand with supply and disposal tunnels on the other (please also see Fig. 1).

The question of the completeness of the data obtained from the STUVA survey from contractors and consultants is difficult to assess. In order to arrive at greater reliability in this respect, the cities engaged in Underground, urban and rapid transit construction

etwa 65 % (Vorjahr 48 %) des bundesweiten Gesamtbauvolumens an U-, Stadt- und S-Bahnen. Wiederum bezogen auf das Gesamtvolumen entfielen gut 39 % auf die Spritzbetonbauweisen (Vorjahr 22 %) und, wie im Vorjahr, etwa 26 % auf den Schildvortrieb. Eine Übersicht über die Anteile der verschiedenen Tunnelbauverfahren gibt **Bild 3a**. Ergänzend hierzu zeigt das Diagramm in **Bild 4a** den längenbezogenen Anteil der verschiedenen Bauweisen im U-, Stadt- und S-Bahnbau während der letzten 20 Jahre.

Bundesland Federal state	Tunnellängen Length [km]				Anteil Shares [%]
	US	B	S	Gesamt Total	
BW Baden-Württemberg	14,348	114,856	7,570	136,774	78,6 %
BY Bayern/Bavaria	1,117	5,770	7,167	14,054	8,1 %
BE Berlin	3,200	0,000	0,796	3,996	2,3 %
BB Brandenburg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0 %
HB Bremen	0,000	0,000	1,547	1,547	0,9 %
HH Hamburg	0,940	0,000	1,445	2,385	1,4 %
HE Hessen/Hesse	4,375	1,044	9,650	15,069	8,7 %
MV Mecklenburg-Vorpommern/ Mecklenburg-West-Pomerania	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0 %
NI Niedersachsen/ Lower Saxony	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0 %
NW Nordrhein-Westfalen/ North Rhine Westphalia	0,100	0,000	0,000	0,100	0,1 %
RP Rheinland-Pfalz/ Rhineland Palatinate	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0 %
SL Saarland	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0 %
SN Sachsen/Saxony	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0 %
ST Sachsen-Anhalt/Saxony-Anhalt	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0 %
SH Schleswig Holstein	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0 %
TH Thüringen/Thuringia	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0 %
Alle Bundesländer All Federal States	24,080	121,670	28,175	173,925	100,0 %

Tabelle 2 Regionale Zuordnung der zum Jahreswechsel 2016/17 im Bau befindlichen Verkehrstunnel

Table 2 Regional distribution of the transportation tunnels under construction at the turn of the year 2016/17

activities, and also Deutsche Bahn AG, were requested to supply data within the scope of the 2016/2017 survey, as was the case in previous years. The Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure (BMVI) provided data for federal trunk road tunnels [5]. This data is an essential part of the annual update of the statistics and provides important additions and corrections. At this point, a special word of thanks goes to the Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure, Deutsche Bahn AG, the other authorities and clients mentioned and the engineering firms and contractors involved, for their assistance in compiling the statistics for current tunnelling projects.

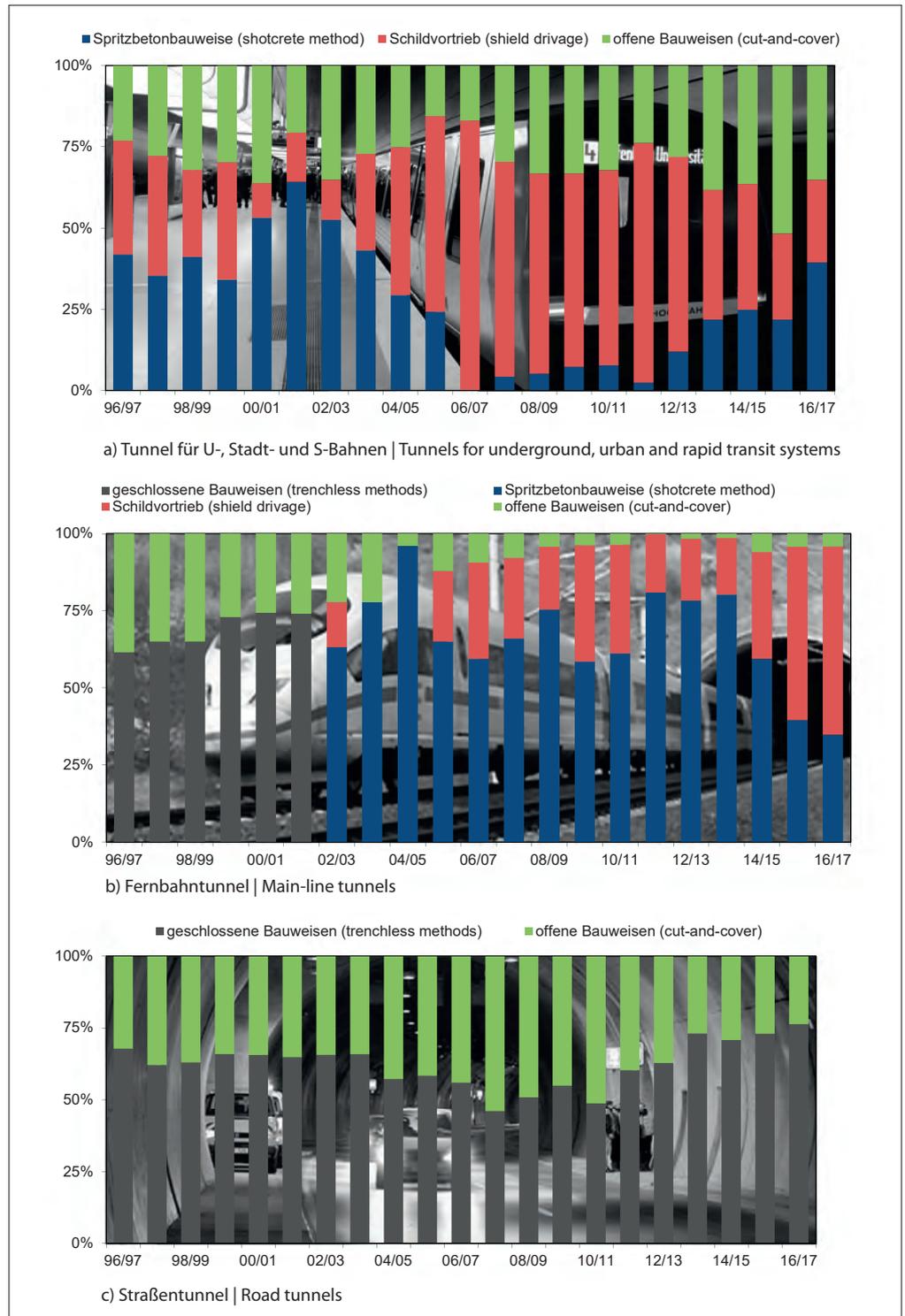
In the following, the results of the survey as of December 2016 are evaluated more thoroughly in various ways in order to obtain an up-to-date overview of tunnelling in Germany. In order to substantiate this, please refer to the comprehensive explanatory notes relating to the structures to be found in "Underground Construction in Germany 2010", containing a large number of examples presented in both illustrated and written form [6].

- As in the previous year, the main activities relating to **inner-urban rail tunnelling** (Table section US) are taking place in Stuttgart, where some 9.7 km of urban and rapid transit tunnels are under construction at the turn of the year 2016/2017. This is followed by Karlsruhe (4.7 km), Frankfurt/Main (4.4 km) and Berlin (3.2 km). Further tunnel projects amounting to less than 2 km are underway in Dortmund, Hamburg and Nuremberg.
- The length-related proportion of trenchless construction methods with regard to inner-urban rail tunnel construction amounted to 15.6 km at the end of 2016, accounting for about 65 % of the total national construction volume for Underground, urban and rapid transit rail systems (48 % the previous year). Of this total, almost 39 % was accounted for by shotcreting methods (22 % the previous year) and roughly 26 % (as in the previous year) by shield driving. **Fig. 3a** provides a survey of the percentages accounted for by the various tunnelling methods. In this context, the diagram in **Fig. 4a** shows the length-related proportion of the different construction methods in Underground, urban and rapid transit rail construction during the last 20 years.
- The **main-line rail tunnels** listed in table segment B largely relate to works in the greater Stuttgart area (**Fig. 2**). Of the tunnelling projects currently being implemented (a total of 122 km) some 47 km are accounted for by the major project "Stuttgart 21 rail hub" and some 59 km by the new Wendlingen–Ulm rail route. Further main-line tunnels are being constructed in conjunction with the upgraded/new Karlsruhe–Basle section and the upgraded Hanau–Nantebach line. 35 % of these main-line rail tunnel projects employ the shotcreting method, with tunnel boring machines (TBMs) used for a further 61 % of the current excavated volume (please also see **Fig. 4b**).
- **Road tunnel construction** (section S of the table), like the two other transportation tunnel segments, has been subject to pronounced contracting fluctuations in recent years. This becomes clearly evident from the award curve in **Fig. 5** and above all, from

- Die im Tabellenteil B aufgeführten **Fernbahntunnel** betreffen zu einem wesentlichen Teil die Tunnelbaumaßnahmen im Großraum Stuttgart (**Bild 2**). Von den derzeit laufenden Baumaßnahmen (insgesamt 122 km) entfallen knapp 47 km auf das Großprojekt „Bahnknoten Stuttgart 21“ und ca. 59 km auf die NBS Wendlingen–Ulm. Weitere Fernbahntunnel sind im Zuge der ABS/NBS Karlsruhe–Basel sowie der ABS Hanau–Nantenbach im Bau. Die Fernbahntunnel werden zu 35 % in Spritzbetonbauweise erstellt, bei 61 % des aktuellen Auffahrvolumens kommen Tunnelvortriebsmaschinen (TVM) zum Einsatz (vgl. **Bild 4b**).
- Der **Straßentunnelbau** (Tabellenteil S) unterlag in den letzten Jahren ebenso wie die beiden anderen Verkehrsbereiche starken Vergabeschwankungen. Dies lässt sich aus der Vergabekurve in **Bild 5** und vor allem aus der Blockgrafik zu den längenbezogenen Anteilen der Verkehrsträger am Vergabevolumen in **Bild 6** ableiten. Das Verhältnis der geschlossenen zu den offenen Bauweisen im Straßentunnelbau liegt bei etwa 3 : 1 (vgl. **Bild 4c**). Bei den geschlossenen Bauweisen kommt fast ausschließlich die Spritzbetonbauweise zur Anwendung.

In den Tabellenteilen V und A für die Ver- und Entsorgungstunnel sind – wie eingangs ausgeführt – nur solche mit größerem Durchmesser aufgelistet. Die kleinsten hier erfassten Querschnitte weisen einen Durchmesser von etwa 1,0 m auf, die größten einen von 3 bis 4 m. Alle zum Jahreswechsel erfassten Ver- und Entsorgungstunnel werden unterirdisch erstellt. Bei den Abwassertunneln überwiegt von den Bauverfahren her – wie in den Vorjahren – die

the graphics pertaining to the award and length-related percentages of the different modes of transport in **Fig. 6**. The ratio of road tunnels built by trenchless means and by cut-and-cover stands at roughly 3:1 (please see **Fig. 4c**). In this connection, shotcreting predominates in the majority of cases as far as trenchless projects are concerned.



4 Anteile der Bauweisen im Verkehrstunnelbau der letzten 20 Jahre bezogen auf die Auffahrlänge
Methods applied for transportation tunnel construction during the last 20 years, related to driven length

Jahreswechsel Turn of the year	2016/17				2015/16 (zum Vergleich / to compare)				2014/15 (zum Vergleich / to compare)			
	Auffahrlänge Driven Length [km]		Ausbruchvolumen Excavated volume [10 ³ m ³]		Auffahrlänge Driven Length [km]		Ausbruchvolumen Excavated volume [10 ³ m ³]		Auffahrlänge Driven Length [km]		Ausbruchvolumen Excavated volume [10 ³ m ³]	
ZUS: U-, Stadt-, S-Bahn Underground, urban and rapid transit system	51,726	(0,570)	4.613,0	(100,0)	54,683	(8,240)	4.295,0	(1.214,0)	48,243	(14,506)	4.295,0	(1.214,0)
ZB: Fernbahn Main-line railway	44,776	(0,000)	4.788,0	(0,0)	45,443	(16,900)	5.253,0	(275,0)	46,565	(2,200)	5.253,0	(275,0)
ZS: Straßen Road	112,727	(1,939)	17.832,0	(285,0)	111,381	(4,340)	17.894,0	(1.539,0)	117,572	(11,223)	17.894,0	(1.539,0)
Verkehrstunnel Traffic tunnels	209,229	(2,509)	27.233,0	(385,0)	211,507	(29,480)	27.442,0	(3.028,0)	212,380	(27,929)	27.442,0	(3.028,0)
ZA: Abwasser Sewage	0,000	(0,000)	0,0	(0,0)	0,000	(0,000)	0,0	(0,0)	0,000	(0,000)	0,0	(0,0)
ZV: Versorgung Utility lines	11,700	(0,000)	116,0	(0,0)	6,700	(0,000)	1,4	(1,4)	4,200	(4,200)	1,4	(1,4)
ZSo: Sonstiges Others	4,270	(0,000)	447,0	(0,0)	4,430	(0,000)	499,0	(0,0)	5,630	(0,000)	499,0	(0,0)
Gesamt Total	225,199	(2,509)	27.796,0	(385,0)	222,637	(29,480)	27.942,4	(3.029,4)	222,210	(32,129)	27.942,4	(3.029,4)
ZGS: Grundsanierung von Tunneln Redevelopments of tunnels	25,678	(3,100)			24,775	(12,613)			13,771	(5,282)		

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

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

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

Rohrvorpressung. Generell ist zu der Zusammenstellung der Abwassertunnel außerdem anzumerken, dass es sich hier nur um größere Hauptsammler handelt. Der weitaus größere Anteil meist in offener Bauweise oberflächennah erstellter Sammler mit kleineren Querschnitten ist hier nicht aufgeführt, da er im Allgemeinen nicht zum Tunnelbau gerechnet wird.

Tabelle 2 und **Bild 7** geben Auskunft über die regionale Verteilung der laufenden Tunnelbauprojekte. Mehr als 3/4 des bundesweiten Verkehrstunnel-Bauvolumens finden derzeit im Bundesland Baden-Württemberg statt.

Wertet man für die Verkehrstunnel aus der Statistik der letzten Jahre die jeweils zum Jahreswechsel neu erfassten Auffahrlängen und Ausbruchvolumina vergleichend aus, so ergibt sich ein aufschlussreiches Bild über den Vergabeverlauf. Bild 5 lässt in diesem Zusammenhang den herausragenden Einfluss der Aus- und Neubaustrecken der DB AG erkennen und zeigt unverändert deutlich die Unstetigkeit in der Vergabe des Tunnelneubaus durch die öffentliche Hand. Im Bereich der Fernbahntunnel folgt auf einen steilen Vergabeanstieg (bedingt vor allem durch die „blockweise“ Vergabe im Bereich der DB-Schnellfahrstrecken) in den darauffolgenden Jahren meist ein ebenso steiler Rückgang (vgl. auch Bild 6). Aus Bild 5 ist auch die mittlere jährliche „Fertigungsrate“

In the V and A sections of the table, relating to supply and disposal tunnels, only those of larger diameter – as initially explained – are listed. The smallest cross-sections dealt with are roughly 1.0 m in diameter, the largest around 3–4 m. All the supply and disposal tunnels processed at the turn of the year are driven by trenchless means. In the case of wastewater disposal tunnels, pipe-jacking continues to prevail as it has in previous years. Furthermore, in compiling drain/sewer statistics, it should be pointed out that only main drains are included here. The considerably greater part accounted for by drains with smaller cross-section, mostly driven close to the surface by means of cut-and-cover, is not listed here, as this is generally not classified as tunnelling.

Table 2 and **Fig. 7** provide details of the regional distribution of ongoing tunnelling projects. At present round 3/4th of the volume of tunnels being built nationally on the transportation tunnel sector is accounted for by the federal state of Baden-Württemberg.

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

ersichtlich, die für alle Verkehrstunnel und über einen Zeitraum von 20 Jahren betrachtet bei etwa 30 km liegt.

2 Projektiertes Tunnelbauvolumen (künftiger Bedarf)

Das Ergebnis der Umfrage zu den konkret geplanten und in naher Zukunft zur Vergabe anstehenden Tunnelprojekten ist für die bauausführende Industrie und die Planungsbüros naturgemäß von besonderem Interesse. Es ist für den Vergabezeitraum ab 2017 in **Tabelle 3** dargestellt.

Bei einer Bewertung des Zahlenmaterials in Tabelle 3 fällt auf, dass das Planungsvolumen bei den **Verkehrstunneln** (u. a. durch Vergabeeffekte) insgesamt weiter leicht rückläufig ist.

Bei den **U-, Stadt- und S-Bahntunneln** ist das Planungsvolumen insgesamt leicht zurückgegangen. Unter den geplanten Projekten

ragt nach wie vor das Planvolumen der Stadt München mit gut 30 km heraus. In Hamburg sind knapp 10 km Tunnelstrecke für die U-Bahn projektiert (z. T. in Vorplanung). Weitere Tunnelbaumaßnahmen mit insgesamt jeweils weniger als 3 km Länge sind in den Städten Frankfurt a. M., Nürnberg, Berlin, Düsseldorf, Stuttgart und Dortmund vorgesehen.

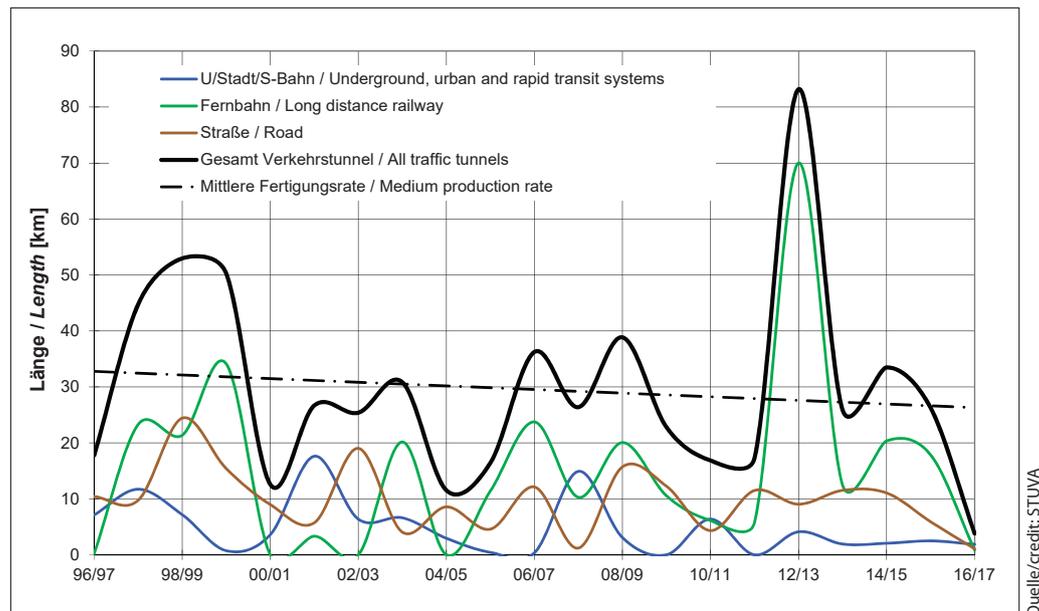
Beim Planvolumen an **Fernbahntunneln** entfällt knapp die Hälfte (Vortriebslänge gut 19 km) auf bereits planfestgestellte Tunnelbauwerke im Zuge der ABS/NBS Karlsruhe-Basel. Weitere jeweils ca. 8 km Tunnel sind im Zuge der NBS Rhein/Main-Rhein/Neckar und

new tunnelling contracts. With regard to main-line tunnels, following a steep increase in awarding contracts (mainly on account of the commissioning of "blocks" for the DB high-speed routes) the ensuing years experience an equally pronounced dip (please refer to Fig. 6). Fig. 5 also displays the average annual "completion rate", which amounts to around 30 km for all transportation tunnels over a period of 20 years.

2 Planned Tunnelling Projects (Future Requirements)

The results of the survey relating to confirmed tunnel projects and those due to be awarded in the near future are naturally of special interest to the construction industry and consultants. **Table 3** shows the award period starting in 2017.

Examination of the data in Table 3 clearly indicates that the planning volume for **transportation tunnels** has shown a further



5 Vergabeverlauf im Verkehrstunnelbau der letzten 20 Jahre bezogen auf die Auffahrlänge
#Platzhalter# im Verkehrstunnelbau der letzten 20 Jahre bezogen auf die Auffahrlänge

Quelle/Credit: STUWA

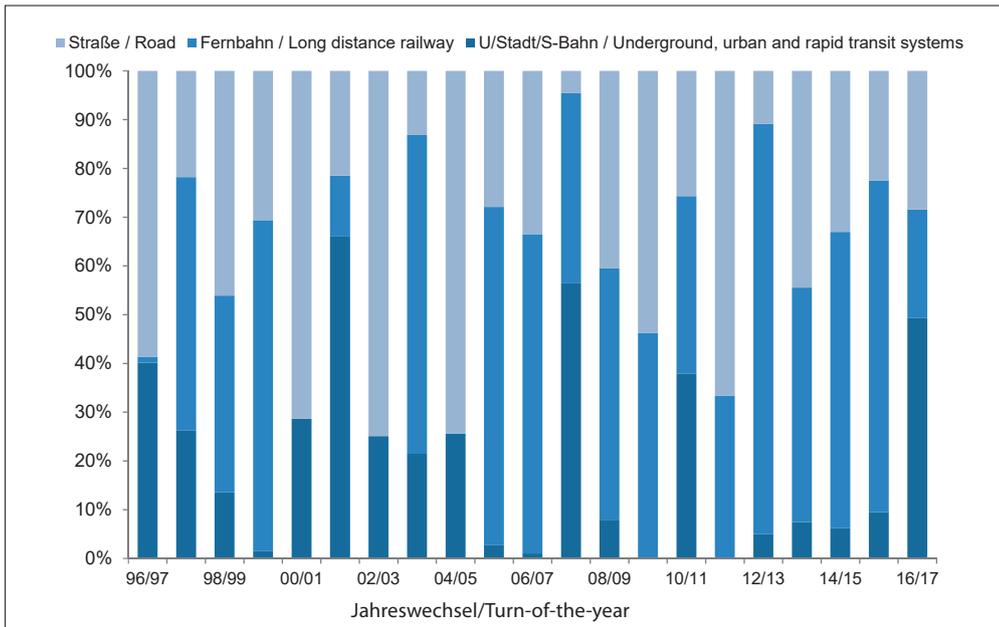
INJECTION TECHNIQUE FOR THE SPECIAL CIVIL ENGINEERING AND TUNNELING
INJEKTIONSTECHNIK FÜR DEN SPEZIALTIEF- UND TUNNELBAU

DESOI®



Manufacturer of Injection Equipment | Hersteller von Injektionstechnik

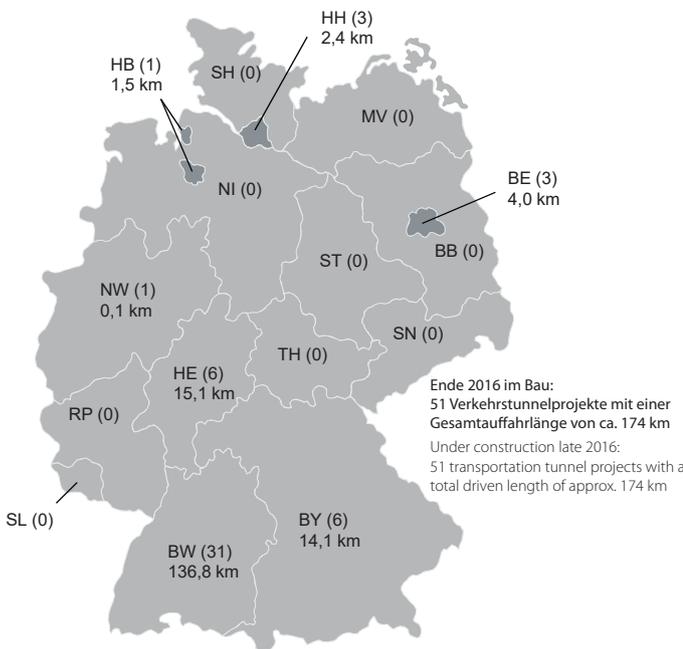
DESOI GmbH | Gewerbestraße 16 | D-36148 Kalbach/Rhön | Tel.: +49 6655 9636-0 | Fax: +49 6655 9636-6666 | info@desoi.de | www.desoi.de



6 Vergabemäßige, auf die Länge bezogene Anteile der Verkehrsträger im Verkehrstunnelbau der letzten 20 Jahre

Transportation tunnel construction during the last 20 years: Contract-related and length-related proportions concerning the mode of transport

auf der Bahnstrecke Nürnberg–Fürth geplant. Weitere 5 km Vortrieb warten im Projekt Bahnknoten Stuttgart 21 auf die Vergabe. Das Planvolumen bei den **Straßentunneln** ist im Vergleich zum Vorjahr weitgehend unverändert. In Folge geänderter



7 Längenmäßige Zuordnung der im Bau befindlichen Verkehrstunnel auf die Bundesländer (vgl. Tabelle 2); in Klammern jeweils die Anzahl der gemeldeten Verkehrstunnelprojekte

Length-related classification according to federal states (please see Table 2) for transportation tunnel projects under construction, with the number of registered transportation tunnel projects given in brackets

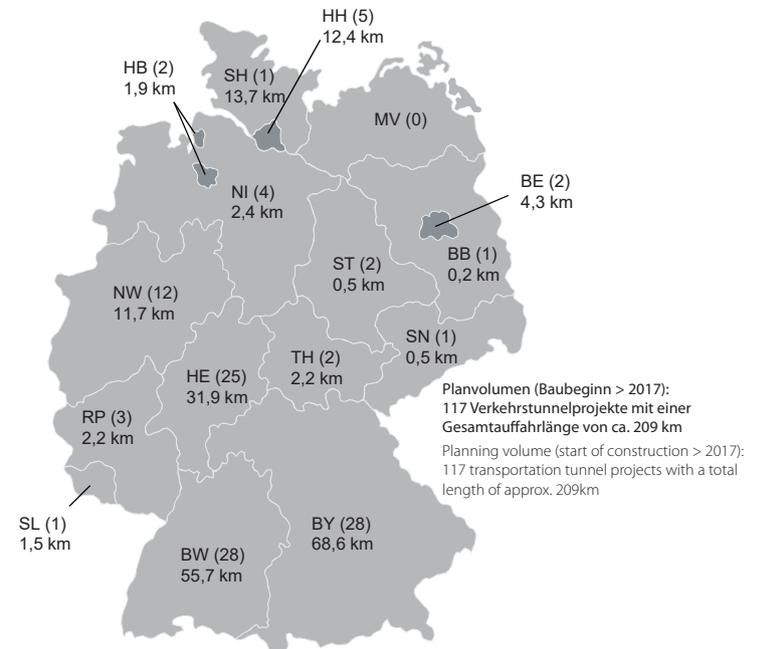
decrease, among other things due to the described fluctuation in the awarding process.

Quelle/Credit (3): STUVA

There has again been a slight decrease in the number of **Underground, urban and rapid transit tunnels**. In this context, the planned volume for the city of Munich, comprising just about 30 km, is conspicuous among the projects still planned. Almost 10 km of tunnels are being planned for the Hamburg Metro (partly at the pre-planning stage). Further tunnel construction schemes, albeit accounting for less than 3 km in each case, are scheduled for the cities of Frankfurt/Main, Nuremberg, Berlin, Düsseldorf, Stuttgart and Dortmund.

Regarding the planned volume of **main-line rail tunnels**,

it should be noted that roughly half of it is accounted for by the tunnels approved for the new/upgraded Karlsruhe–Basle rail line (excavation length: some 19 km). Some 8 km of tunnels are planned in conjunction with the new Rhine/Main–Rhine/Neckar route and



8 Längenmäßige Zuordnung der geplanten Verkehrstunnel auf die Bundesländer (vgl. Tabelle 4); in Klammern jeweils die Anzahl der gemeldeten Verkehrstunnelprojekte

Length-related classification of planned transportation tunnels according to federal states (please see Table 4), with the number of registered transportation tunnel projects given in brackets

Bedarfsplanungen des Bundes hatte sich das Planvolumen bereits in den Vorjahren deutlich verringert.

Die in Tabelle 3 aufgeführten knapp 113 km an geplanten Straßentunneln haben in der Regel mindestens das Stadium der Planfeststellung erreicht. Das trifft in jedem Fall für die Tunnel im Zuge von Bundesfernstraßen, d. h. für alle in der Baulast des Bundes stehenden Projekte zu.

Technische Einzelheiten zu den in Tabelle 3 erfassten Tunneln gehen aus den zugehörigen Detailtabellen [4] hervor. Sie sind vom Grundsatz her in gleicher Weise gegliedert wie die in Abschnitt 1 erläuterten Tabellen der in Ausführung befindlichen Tunnelprojekte. Für die kennzeichnende und unterscheidende Nummerierung der einzelnen Tunnelprojekte wurde dieselbe Systematik gewählt. Ergänzt ist nur der jeweils vorangestellte Kennbuchstabe „Z“ zur Verdeutlichung, dass es sich um „zukünftige“ Tunnelbaumaßnahmen handelt. Dementsprechend fehlen auch Angaben zu den ausführenden Baufirmen, wie sie in der Statistik der laufenden Tunnelprojekte enthalten sind.

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

the Nuremberg–Fürth route. A further 5 km of main-line tunnels are still to be awarded for the Stuttgart 21 rail hub project.

The planned volume of projected **road tunnels** remains largely unchanged in comparison with the previous year. On account of the German state's revamped planning requirements, the scheduled volume has dipped considerably in recent years.

The 113 km of planned road tunnels listed in Table 3 have at least generally reached the planning approval stage. This applies principally to the tunnels on federal trunk roads, i.e. those for whose construction the federal government is responsible.

Technical details relating to the tunnels contained in Table 3 are available from the relevant detailed tables [4]. Essentially, these are structured in the same manner as the statistics on tunnel projects which are in the process of implementation, as presented in chapter 1. The same approach was selected to identify and differentiate the individual tunnel projects. However, the letter "Z" (zukünftig) has been added to make quite clear that the tunnel construction scheme in question is a "future" one. As a consequence, no details are provided concerning the responsible construction companies, whereas these can be found in the statistics on current tunnel projects.

Generally speaking, as far as assessing the detailed data relating to future tunnel projects is concerned, it must be observed that alterations can occur during the planning approval and award stages, above all, due to special proposals, relating primarily to the tunneling method. Various clients expressly pointed this out. Alterations



Jetzt neu

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

BGL 2015 Online

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

Bestellen bei Profil- Buchhandlung im Bauverlag

Bauverlag BV GmbH
Avenwedder Straße 55
33311 Gütersloh

Tel.: 05241 80 88957

profil@bauverlag.de

www.profil-buchhandlung.de/bgl

JETZT BESTELLEN!



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



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

3 Laufende und geplante Grundsaniierungen von Tunneln

Bei alten **Eisenbahntunneln** stehen in den kommenden Jahren z. T. umfangreiche Teil- und Vollsanierungen an. Diese Maßnahmen erfordern in der Regel ganz besondere organisatorische und logistische Überlegungen, vor allem, wenn sie bei laufendem Bahnbetrieb durchzuführen sind [7]. Beispiele bereits durchgeführter Vollsanierungen sind der Frauenberger und der Kupferheck Tunnel auf der Nahstrecke Bingen–Saarbrücken sowie die Tunnel Langenau und Hollerich auf der Lahnstrecke Wetzlar–Niederlahnstein bei Nassau. Diese Strecken gingen in den Jahren 1860 bzw. 1862 in Betrieb. Neben den laufenden Grundsaniierungen über eine Gesamtlänge von derzeit etwa 12 km sollen in näherer Zukunft weitere gut 14 km grundsaniert werden.

Auch bei den **Straßentunneln** sind zunehmend bauliche Maßnahmen erforderlich, einerseits um die Grundsubstanz zu erhalten, andererseits um den betriebs- und sicherheitstechnischen Anforderungen gerecht zu werden. Dies kann z. B. eine Betonsanierung der Innenauskleidung oder der nachträgliche Bau eines Flucht- oder Rettungsstollens sein [8]. Zum Umfragezeitpunkt wurden etwa 4 km Straßentunnel strukturell instandgesetzt oder nachträglich mit Rettungsstollen ausgerüstet. Die Sanierung bzw. Nachrüstung weiterer ca. 12 km Straßentunnelstrecke ist derzeit geplant.

Einzelheiten zu laufenden Grundsaniierungen sind im Tabellenteil „GS“ bzw. „ZGS“ für geplante Grundsaniierungen zusammengestellt [4].

Bundesland Federal state	Tunnellängen Length [km]				Anteil Shares [%]
	ZUS	ZB	ZS	Gesamt	
BW Baden-Württemberg	1,730	24,351	29,606	55,687	26,6 %
BY Bayern/Bavaria	32,675	7,502	28,395	68,572	32,8 %
BE Berlin	2,086	0,000	2,200	4,286	2,0 %
BB Brandenburg	0,000	0,000	0,150	0,150	0,1 %
HB Bremen	0,000	0,000	1,881	1,881	0,9 %
HH Hamburg	9,600	0,000	2,809	12,409	5,9 %
HE Hessen/Hesse	2,855	12,923	16,122	31,900	15,2 %
MV Mecklenburg-Vorpommern/ Mecklenburg-West Pomerania	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0 %
NI Niedersachsen/ Lower Saxony	0,000	0,000	2,385	2,385	1,1 %
NW Nordrhein-Westfalen/ North Rhine Westphalia	2,780	0,000	8,890	11,670	5,6 %
RP Rheinland-Pfalz/ Rhineland Palatinate	0,000	0,000	2,182	2,182	1,0 %
SL Saarland	0,000	0,000	1,500	1,500	0,7 %
SN Sachsen/Saxony	0,000	0,000	0,300	0,300	0,1 %
ST Sachsen-Anhalt/Saxony-Anhalt	0,000	0,000	0,460	0,460	0,2 %
SH Schleswig Holstein	0,000	0,000	13,668	13,668	6,5 %
TH Thüringen/Thuringia	0,000	0,000	2,179	2,179	1,0 %
Alle Bundesländer All Federal States	51,726	44,776	112,727	209,229	100,0 %

Tabelle 4 Regionale Zuordnung der zum Jahreswechsel 2016/17 projektierten Verkehrstunnel (künftiger Bedarf)

Table 4 Regional distribution of the transportation tunnels projected at the turn of the year 2016/17 (future requirement)

can of course also result with respect to the probable starting and completion dates for projects.

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

3 Current and future Tunnel Modernisation Plans

To an increasing extent, partial and complete refurbishing schemes are now being scheduled for old **rail tunnels** in the years ahead. Generally speaking, such measures call for special organisational and

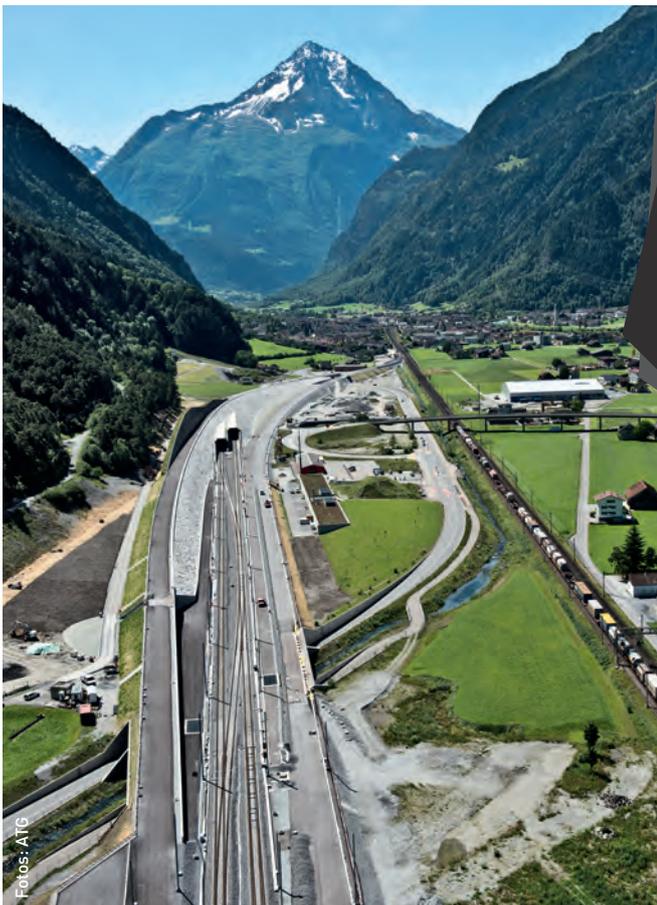
Literatur/References

- [1] <http://www.ita-aites.org>
- [2] Haack, A.: Tunnelbauvolumen in der Bundesrepublik Deutschland; Straßen- und Tiefbau 33 (1979) 10, S. 33–40
- [3] Schäfer, M.: Tunnelbau in Deutschland: Statistik (2015/2016), Analyse und Ausblick; Tunnel 35 (2016) 8, S. 12–23
- [4] <http://www.stuva.de/?id=statistik>
- [5] Aktuelle statistische Angaben des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) zum Tunnelbau im Zuge der Bundesfernstraßen (Stand Frühjahr 2017)
- [6] Unterirdisches Bauen Deutschland 2010 – Underground Construction Germany 2010; Hrsg. von der STUVA und dem Deutschen Ausschuss für unterirdisches Bauen e.V. (DAUB) zur STUVA-Tagung ,09 in Hamburg, Dez. 2009
- [7] Sachstandsbericht „Sanierung von Eisenbahntunneln“; erstellt vom STUVA-Arbeitskreis „Tunnelsanierung“; Hrsg.: DB AG, ÖBB AG, SBB AG, STUVA e.V.; 1. Dez. 2011; Bauverlag BV GmbH, Gütersloh.
- [8] Sachstandsbericht „Instandsetzung von Straßentunneln“; erstellt vom STUVA-Arbeitskreis „Tunnelinstandsetzung“; Hrsg.: ASFINAG, ASTRA, STUVA e.V.; 1. Dez. 2015; Ernst & Sohn Verlag GmbH, Berlin.

Detaillierte Tabellen der zu Jahreswechsel 2016/17 im Bau befindlichen Tunnelprojekte können auf den Internet-Seiten der STUVA abgerufen werden: www.stuva.de/?id=statistik
 Detailed tables for the tunnel projects under construction at the turn of the year 2016/17 can be obtained from STUVA's internet pages: www.stuva.de/?id=statistik

logistical provisions, particularly if these projects are to be implemented without causing disruption to rail traffic [7]. Recent examples of this are provided by the complete renovation of the Frauenberg and Kupferheck tunnels on the Nahe valley line between Bingen and Saarbrücken as well as the Langenau and Hollerich tunnels on the Lahn valley line between Wetzlar and Niederlahnstein at Nassau. These lines were originally opened in 1860 and 1862 respectively. In the near future, comprehensive modernisation of some 14 km of tunnel is scheduled in addition to the around 12 km already being accomplished.

Refurbishing measures are increasingly becoming more essential for **road tunnels** as well, first of all to protect the basic structure, quite apart from complying with operational and safety technical requirements. This can involve replacing the concrete for the inner lining or subsequently adding an evacuation or rescue tunnel [8]. At the time of the survey roughly 4 km of road tunnels were in the process of being redeveloped or retrofitted. Modernisation or retrofitting of a further 12 km or so of road tunnels has been definitely planned. Details on ongoing renovation schemes are compiled in the table section "GS" or "ZGS" relating to scheduled renovations. ■



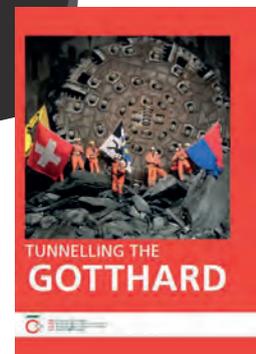
Fotos: ATG

NEUERSCHEINUNG NEW RELEASE

Bestellen Sie jetzt bei Profil
Order now at Profil

DEUTSCH:
ISBN 978-3-033-05485-1
EUR 80,00 zzgl. Versand

ENGLISCH:
ISBN 978-3-033-05803-3
EUR 80,00 zzgl. Versand



PROFIL

BUCHHANDLUNG IM BAUVERLAG

Tel.: 05241 80 88957 • profil@bauverlag.de
www.profil-buchhandlung.de

Eppenbergtunnel: Umbaubare TVM für Fels- & Lockergestein

Auf der Strecke Bern–Olten–Zürich bildet derzeit der Bereich von Gretzenbach bis Wöschnau, als einziger noch doppelspuriger Abschnitt, einen Engpass. Mit dem Vierspurausbau beheben die SBB den Engpass Olten–Aarau bis Ende 2020, um somit die Verfügbarkeit und die Kapazität zu erhöhen und mehr Flexibilität zu erreichen. Zu diesem Zweck sind verschiedene Teilprojekte, TP1 bis TP11, (Bild 1) vorgesehen. Diese umfassen im Wesentlichen Ausbauten in der Ausfahrt Olten, ein viertes Gleis zwischen Dulliken und Däniken und, als Herzstück, den 3 km langen Eppenbergtunnel sowie umfangreiche Maßnahmen zu dessen Anbindung [2].

Eppenbergtunnel: Convertible TBM for Rock and Soft Soil

A bottleneck exists between Gretzenbach and Wöschnau as the sole remaining twin-track section on the Berne–Olten–Zurich rail route. The SBB intends eliminating the Olten–Aarau bottleneck by the end of 2020 with a four-track upgrade. In this way, the availability and capacity will be enhanced and greater flexibility achieved. Towards this end, various part-projects, TP1 to TP11 (Fig. 1) are foreseen. By and large, they embrace structures at Olten junction, a fourth track between Dulliken and Däniken and, at its core, the 3 km long Eppenbergtunnel as well as extensive measures for linking things up [2].

Dipl.-Ing. Manfred Börker, Wayss & Freytag Ingenieurbau AG, Frankfurt, Deutschland/Germany

Dipl.-Ing. FH Gabriele Pagliari, Schweizerische Bundesbahnen/Swiss Federal Railways SBB AG, Infrastruktur, Projekte Olten, Schweiz/Switzerland

Dr. sc. techn. Dipl.-Ing. Michael Hertweck, ILF Beratende Ingenieure AG, Zürich, Schweiz/Switzerland

Der Eppenbergtunnel mit seinen Anbindungen an das bestehende Gleissystem ist im Los A des Gesamtprojekts zusammengefasst. In diesem Projekt sind vier Teilprojekte, TP1 bis TP3 und TP8, beinhaltet, die in dem vergebenen Bauauftrag ausgeführt werden. Das TP1 ist dabei das Mittelstück, der eigentliche Eppenbergtunnel, die anderen Teilprojekte umfassen die Arbeiten für die Einbindung/Anbindung des bergmännischen Tunnels in das Gesamtsystem (**Bild 2**) [1].

1 Projektabschnitt TP1

Auf das Teilprojekt 1 wird im Folgenden weiter eingegangen. Der bergmännische Abschnitt des Tunnels Eppenbergtunnel liegt zwischen km 44.500 (Ostportal) und km 47.113 (Westportal) bei Gretzenbach und entspricht dem TP1. Er weist somit eine Länge von 2613 m auf. An beide Portale schließen sich jeweils Tunnelabschnitte in offener Bauweise an, TP2 und TP3.

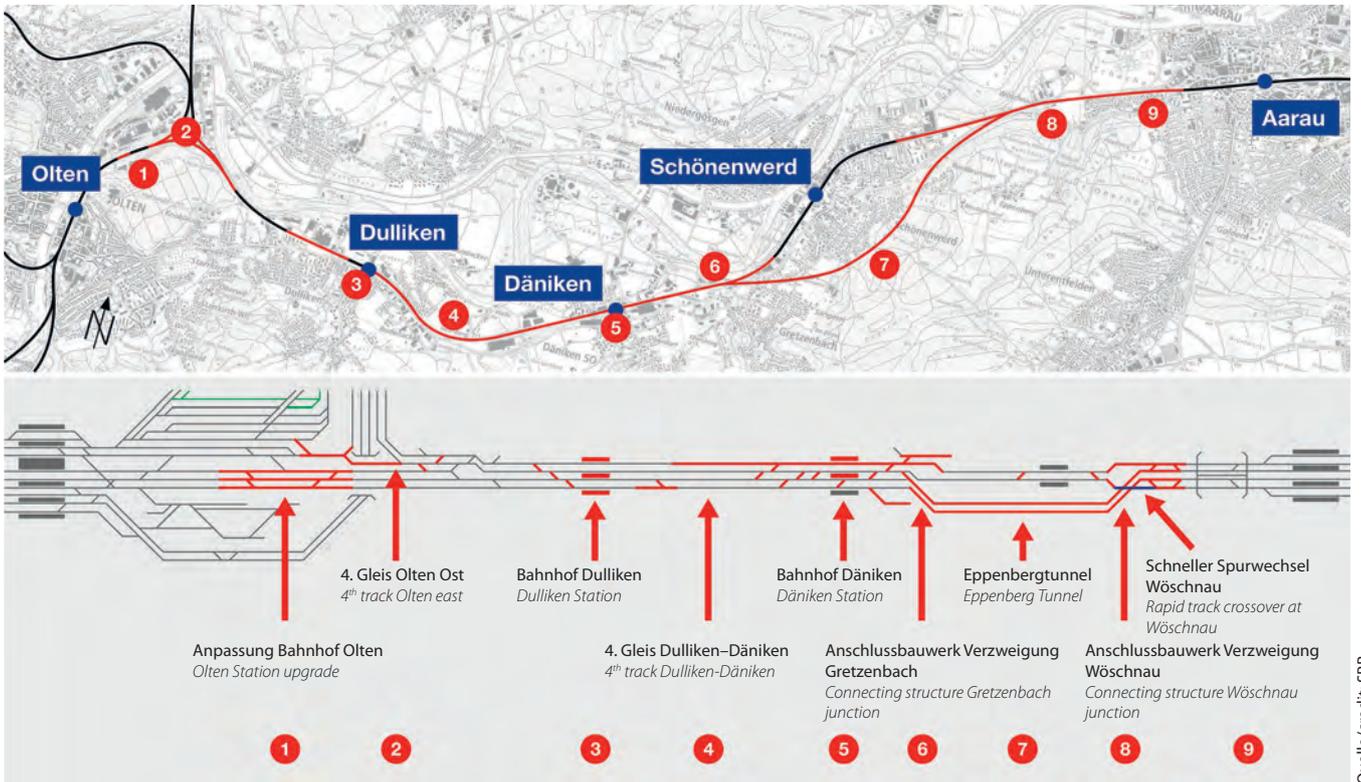
Zum TP1 gehören neben dem Tunnel auch drei Notausgangstollen mit den entsprechenden Zugängen von über Tage. Sie sind, in der Reihenfolge von Ost nach West, mit Notausgang Aarauerstrasse (NAA), Schönenwerd (NAS) und Gretzenbach (NAG) bezeichnet. Die Notausstiege haben untereinander und zu den späteren Tunnelportalen jeweils Abstände von ca. 800 m.

The Eppenbergtunnel with its connections to the existing track system is included in Lot A of the overall project. This project consists of the part-projects TP1 to TP3 and TP8, which are executed within the awarded construction contract. TP1 represents the core, the actual Eppenbergtunnel; the other part-projects constitute operations for integrating/connecting the trenchless tunnel in the overall system (**Fig. 2**) [1].

1 Project Section TP1

The following article deals at length with part-project TP1. The mined section of the Eppenbergtunnel is located between km 44.500 (east portal) and km 47.113 (west portal) at Gretzenbach and corresponds with TP1. It is consequently 2613 m long. Tunnel sections produced by cut-and-cover, TP2 and TP3, link up at both portals.

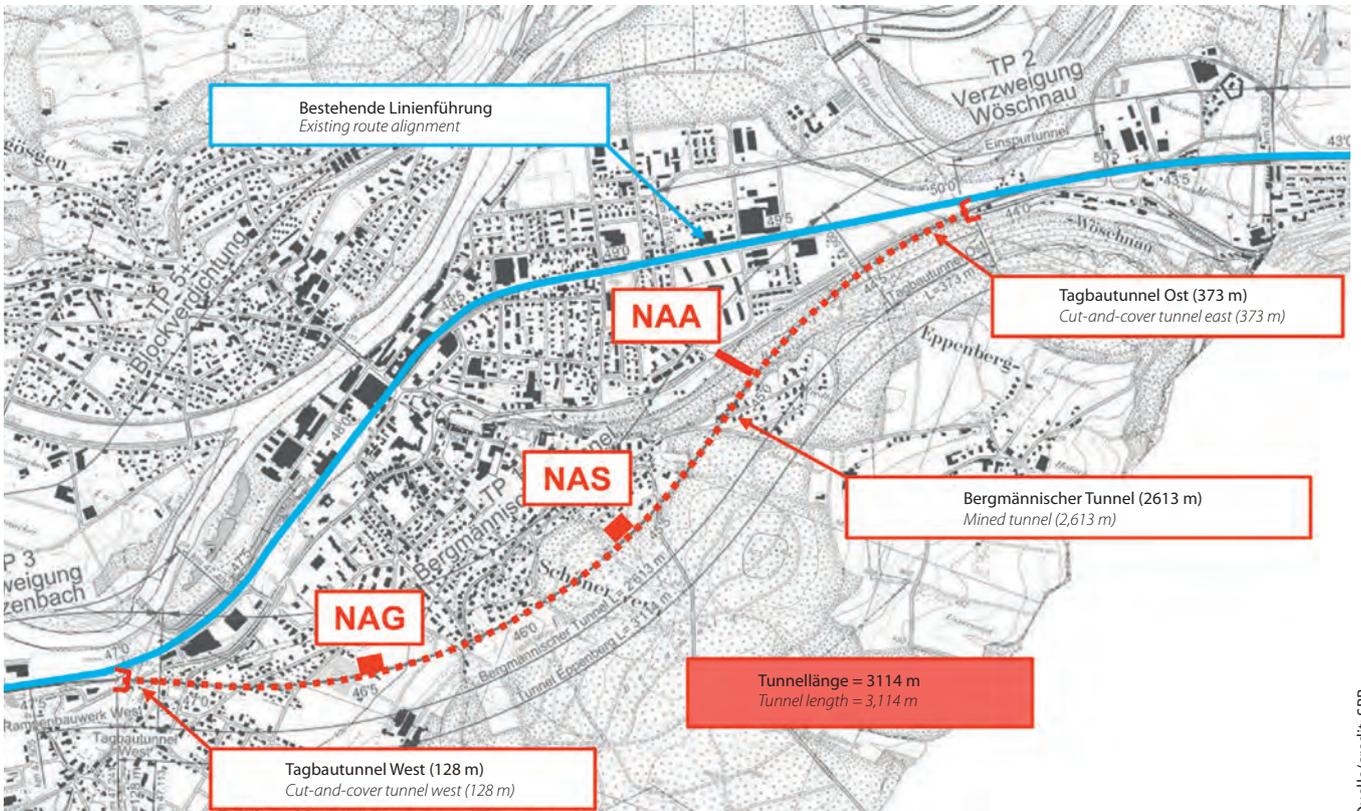
Apart from the main tunnel, three emergency exit tunnels with corresponding accesses from the surface belong to TP1. Running from east to west, they are designated as emergency exit Aarauerstrasse (NAA), Schönenwerd (NAS) and Gretzenbach (NAG). The emergency exits are set roughly 800 m apart and are about the same distance from the subsequent tunnel portals.



Quelle/credit: SBB

1 Vierspurausbau Olten–Aarau, Übersicht des Gesamtprojekts

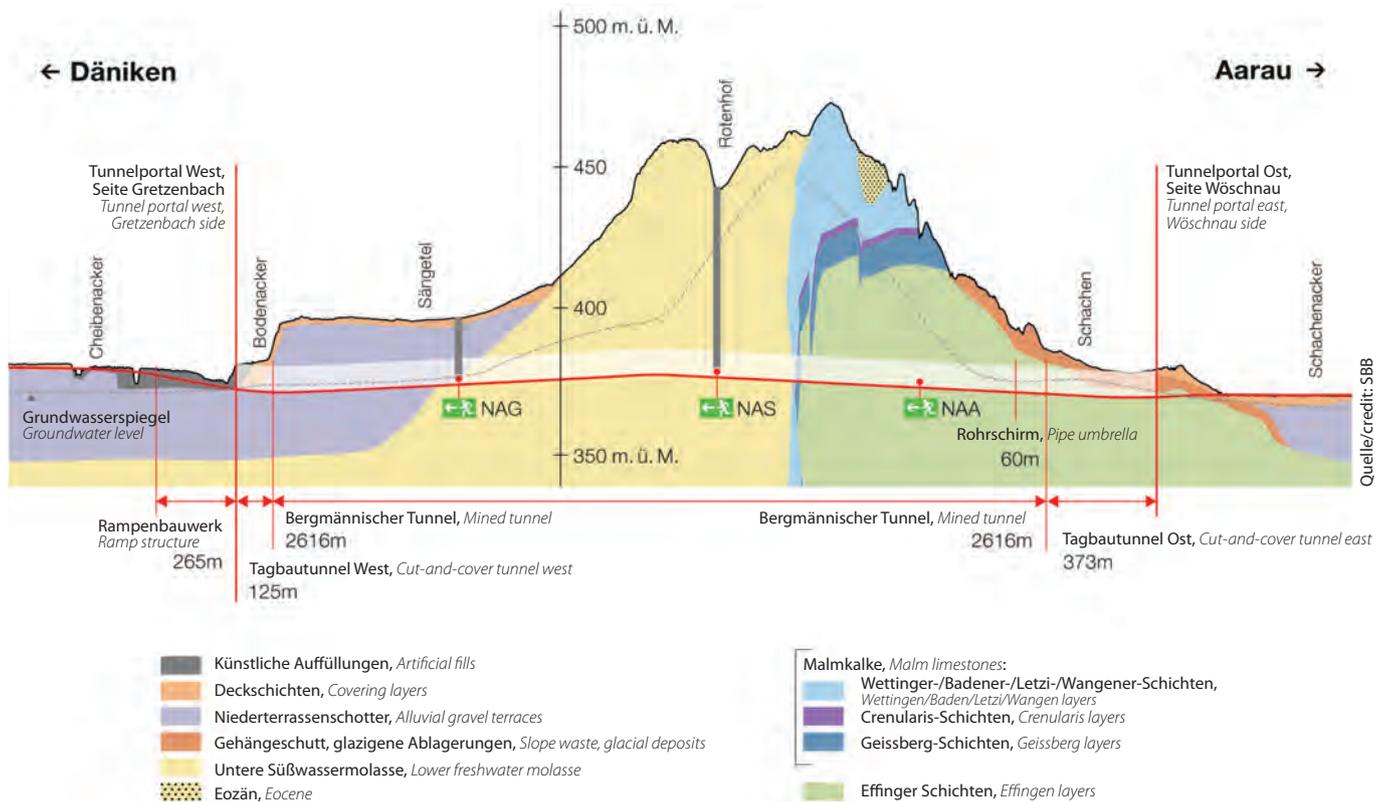
Four-track upgrade Olten–Aarau, view of the overall project



Quelle/credit: SBB

2 Übersicht Los A

General layout lot A



3 Geologie

Geological situation

1.1 Geologie

Im Projektgebiet werden entlang der Neubaustrecke geologisch stark unterschiedliche Abschnitte angetroffen. [2] Diese sind wie folgt prognostiziert:

- Lockergesteine des Aaretales (bis km 43.940)
- Hangschutt und glazigene Ablagerungen (km 43.940 bis km 44.500)
- Fels (km 44.500 bis km 46.400)
- Übergang Fels/Lockergestein (km 46.400 bis km 46.560)
- Lockergesteine des Aaretales (ab km 46.560)

Für den bergmännisch vorgetriebenen Tunnel bedeutet dies, dass er sowohl im Fels als auch im Lockergestein zu liegen kommt (Bild 3).

2 Wahl der Baumethode

Aufgrund der variablen geologischen Randbedingungen entlang der Tunneltrasse war für den Vortrieb ein entsprechendes Vortriebssystem zu wählen, das den prognostizierten Formationen flexibel angepasst werden konnte. Zu diesem Zweck hatte der Bauherr in den Ausschreibungsunterlagen zwei grundsätzliche Vortriebsvarianten für den Haupttunnel ausgeschrieben. Zum einen die Amtslösung, Vortrieb mit konventioneller Methode, und zum anderen die Amtsvariante, Vortrieb mit TVM. Beide Verfahren haben, angesichts der wechselhaften Geologie, abschnittsweise ihre Vorteile gegenüber dem anderen, und so war von vornherein, ohne eine detaillierte Betrachtung und Kostenermittlung, nicht

1.1 Geology

Geologically speaking most varied sections are encountered along the new rail route in the project area [2]. They have been predicted as follows:

- Soft soils of the Aaretal Valley (up to km 43.940)
- Slope waste and glacial deposits (km 43.940 to km 44.500)
- Rock (km 44.500 to km 46.400)
- Transition zone rock/soft soil (km 46.400 to km 46.560)
- Soft soils of the Aaretal valley (from km 46.560)

This signifies that the mined tunnel is located in both rock and soft ground (Fig. 3).

2 Choice of Construction Method

Owing to the varied geological general conditions along the tunnel alignment a corresponding tunnelling method had to be selected for the excavation that could adjust flexibly to the predicted formations. Towards this end, the client had proposed two essentially different alternatives for driving the main tunnel in the tendering documents. First of all, the official solution involving a conventional excavation and secondly the official alternative – driving with TBM. Both methods undoubtedly possess their particular advantages in certain sections given the alternating geology. However, it was not possible to establish which method would turn out to be the most economic without a detailed appraisal and determination of the costs.

After comparing the two methods it was obvious that the solution involving the official alternative with a TBM would be the more

zu entscheiden, welche Methode die wirtschaftlichste sein würde. Im Vergleich der beiden Verfahren hat sich gezeigt, dass die Lösung gemäß der Amtsvariante mit TVM die wirtschaftlichere Methode ist. Dies steht in Zusammenhang mit den immens hohen Aufwendungen für einen konventionellen Vortrieb in den stark durchlässigen Aareschottern. Ein Ausbruch mit einer TVM hat zudem für Anwohner und Umwelt geringere Emissionen zur Folge als ein konventioneller Vortrieb mit Sprengungen und Grundwasserabsenkung.

2.1 Konzipierung der TVM

Vorgegeben durch die geologischen Randbedingungen musste die TVM sowohl den Anforderungen aus dem Hartgesteinsvortrieb als auch dem Vortrieb im anschließenden Lockergestein genügen. Die Lockergesteinsstrecke sollte mittels eines Hydroschildes mit aktiver Ortsbruststützung bewältigt werden. Die TVM musste somit auf der Strecke unter Tage von der einen auf die andere Vortriebstechnik umbaubar sein.

Diese Art von TVM-Hydroschildvortrieb wurde in den vergangenen Jahren schon bei anderen Bauvorhaben der SBB eingesetzt, zuletzt beim Vortrieb des Weinbergtunnels in Zürich. Die dort gemachten Erfahrungen wurden durch die Sub-Arge bei der Konzipierung der Eppenbergtunnel-TVM mit eingebracht.

Als Ergebnis der zahlreichen technischen Gespräche zwischen Maschinenhersteller und der Tunnelarge wurde schließlich die TVM projektspezifisch gestaltet, wobei folgende Themenkreise eine zentrale Rolle spielten:

Bohrkopf: robust für Fels mit Disken, aber gleichzeitig mit ausreichend Öffnungen für Nassvortrieb, vor allem im Zentrum (Verklebungen); Austausch der Doppeldisken gegen eine Kammkonstruktion beim Lockergesteinsvortrieb.

Erektor: zwei Typen Tübbinge sind zu handhaben; Erektorsaugplatte und Dichtung anpassbar/austauschbar.

Hinterfüllung der Tübbinge: zwei verschiedene Systeme: im Fels: Perlkies und Sohlmörtel; Hydrovortrieb: rundum Mörtel; damit sind zwei verschiedene Bevorratungssysteme auf dem Nachläufer (NL) erforderlich.

Nachläufer der TVM: auf Vulkollanrädern mit unten offener Konstruktion (entsprechend stabiler Stahlrahmen); möglichst kompakter kurzer Nachläufer (nur vier Nachlaufwagen), da Aufbauhöhe im Einschnitt begrenzt war und keine Anfahrt nur mit Rumpfmachine stattfinden sollte.

Versorgung der TVM: Pneubetrieb für unterschiedliche Materialien und Tübbinge; die Einfahrtshöhe der Transporter in den NL war maßgebend für die Höhenlage des Querriegels für die erste Etage des NL.

Umbaubarkeit von Fels auf Hydrobetrieb: Vorrüstung für Hydro soweit als möglich (Schleusen, Förderpumpe, Steinbrecher...) aber nicht mehr als nötig, wegen Gefahr der Beschädigung/Beeinträchtigung während Felsstrecke; alles, was nach Ende des Felsvortriebs nicht mehr oder nur unter großem Aufwand im NL oder in der TVM hätte installiert werden können, ist eingebaut worden.

economic. This is associated with the extremely high outlay for a conventional drive in the pronouncedly permeable Aare rubble. Tunnelling with a TBM would also signify lower emissions for local residents and the environment than a conventional drive involving blasting and lowering the groundwater.

2.1 TBM Design

Based on the geological general conditions the TBM had to comply with demands pertaining to a solid rock excavation as well as those from the subsequent drive in soft ground. The soft ground section was to be tackled by means of a hydroschild with active face support. Thus the TBM had to be capable of being converted underground from the one to the other tunnelling technique.

This type of TBM hydroschild drive was already used for other SBB construction projects in the past, most recently when excavating the Weinberg Tunnel in Zurich. The findings gained there were put forward by the sub-JV for designing the Eppenbergtunnel TBM.

As a result of the numerous technical conversations between the machine manufacturers and the tunnel JV, ultimately the TBM was designed to comply with the project. In this respect, the following areas of application played a central role:

Cutterhead: robust for rock with discs but at the same time with sufficient openings for slurry operation, above all, at the centre (clogging); replacement of the twin discs by a ridge design for excavating soft ground.

Erector: two types of segments must be handled; erector suction plate and gasket adjustable/interchangeable.

Backfilling the segments: two different systems: rock: pearl gravel and floor mortar; slurry drive: mortar all-round, as a result, two different supply systems are needed on the back-up.

TBM back-up system: on vulcollan wheels with open structure underneath (corresponding to a stable steel frame); short back-up system as compact as possible (only four trailers) as body length was confined within the cutting and no startup using the main machine on its own was intended.

TBM supply: transportation by vehicles on tyres for various materials and segments; the clearance of the transport vehicles in the back-up system codetermined the height of the crossbar for level 1 of the back-up system.

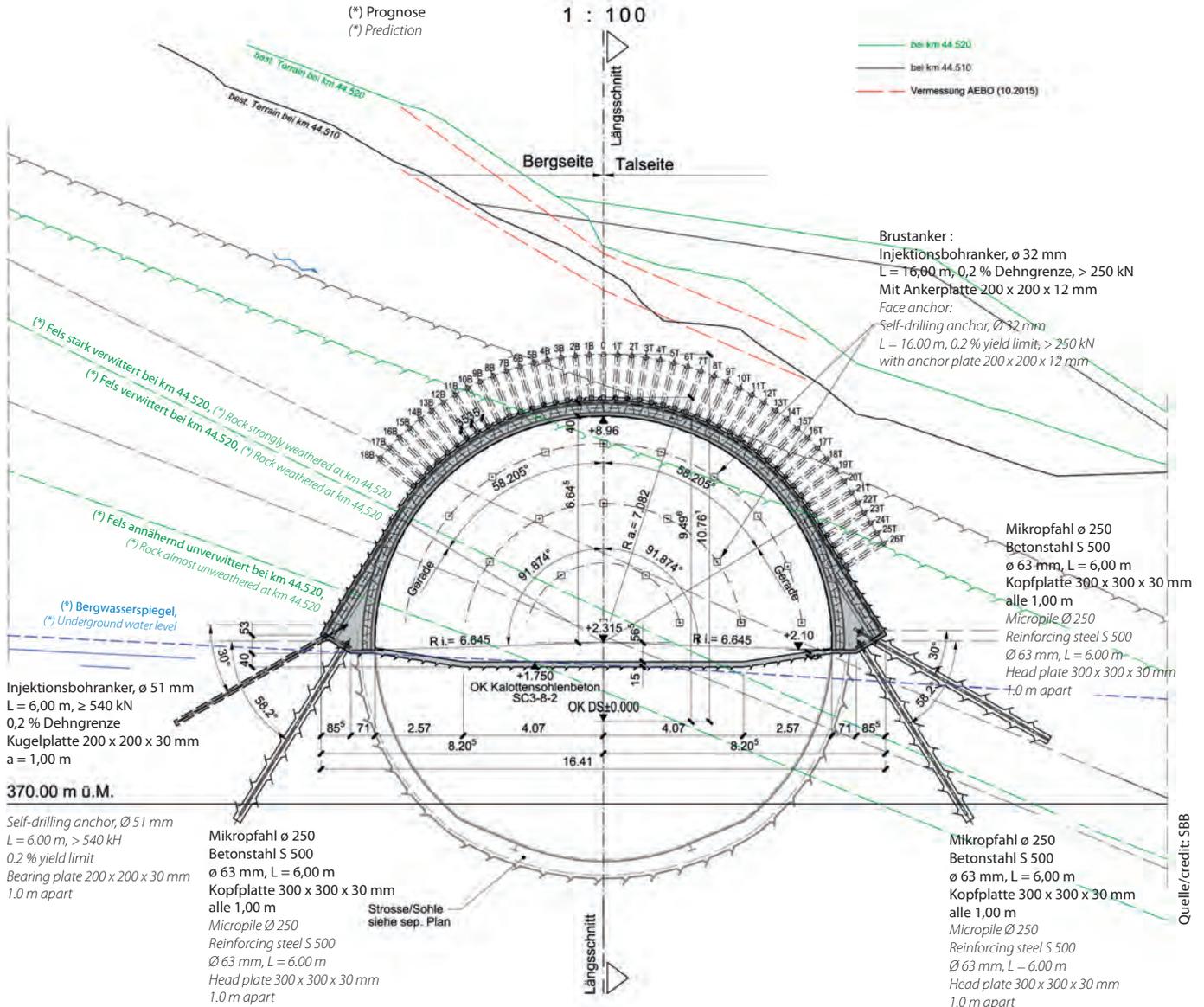
Conversion from rock to slurry operation: provision for slurry mode as far as possible (locks, delivery pump, rock crusher...) but no more than necessary owing to the danger of damage/negative influence within the rock section; everything that could not be installed in the back-up or TBM after completion of the rock section or only with great is included.

3 Execution

3.1 The Pilot Tunnel

The pilot heading was necessary as the transition from the soft ground into the rock does not yet take place at the location of the projected mined portal. Following a reappraisal of the geological conditions around the planned access tunnel it was decided to shorten it by 20 m. The related changed risk allocation was discussed

Schnitt A - A (A' - A'), Beginn Rohrschirm
Section A - A (A' - A'), start of pipe umbrella



4 Stützmaßnahmen im Startstollen Support measures in the start adit

3 Ausführung 3.1 Der Vorstollen

Der Vorstollen war erforderlich, da der Übergang vom Lockermaterial in den Fels am Ort des geplanten bergmännischen Portals noch nicht erfolgt ist.

Nach erneuter Bewertung der geologischen Bedingungen im Bereich des geplanten Startstollens wurde entschieden, diesen um 20 m zu verkürzen. Die damit in Zusammenhang stehende veränderte Risikoordnung wurde mit dem Bauherrn besprochen, und die erforderlichen Zusatzmaßnahmen, sowie auch die Risikoverteilung wurden neu definiert.

Die einzubauenden Sicherungsmittel wurden aufgrund der tatsächlich festgestellten Bodenverhältnisse während des Stollenvortriebes angepasst; pro Rohrschirmetappe wurde eine

with the client and the required additional measures as well as the risk distribution were redefined.

The support agents that had to be installed were adapted when driving the pilot tunnel based on the ground conditions actually encountered; a geological image was created for every section of the pipe umbrella in order to define the support measures that were actually needed. This resulted in the following adjustments:

Pipe umbrella: the number of pipes in the roof could be reduced on account of the rock horizon being located higher. In the case of the support arches in the crown the projected lattice girders were replaced by HEB 200 beams as in this way it was possible to speed up the concreting process for the so-called "elephant feet" at the base of the crown and the entire outer lining – shotcrete could be replaced by normal concrete (Fig. 4).

geologische Aufnahme gemacht, um die tatsächlich notwendigen Sicherungsmaßnahmen zu definieren. Damit ergaben sich folgende Anpassungen:

Rohrschirm: Die Anzahl der Rohre in der Firste konnte aufgrund des höher liegenden Felshorizontes reduziert werden. Bei den Ausbaubögen in der Kalotte wurden die geplanten Gitterträger durch HEB 200 ersetzt, weil damit der Betoniervorgang der Elefantenfüße am Kalottenfuß und der gesamten Außenschale beschleunigt werden konnte – Spritzbeton konnte durch Normalbeton ersetzt werden (Bild 4).

Mikropfähle: die Mikropfähle unter den Kalottenfüßen konnten ab der zweiten Etappe der insgesamt sechs Rohrschirmetappen entfallen, da im Bereich der Füße bereits der tragfähige Felshorizont anstand.

In Strosse und Sohle mussten entgegen der Prognose keine Ausbaubögen eingesetzt werden; es genügte eine beidseitig bewehrte, 40 cm starke Spritzbetonschale (Bild 4).

Entgegen der Erwartungen war der Fels im Strossen- und Sohlenbereich kompakter und von höherer Festigkeit. Da der Ausbruch nicht mehr mittels Baggervortrieb erfolgen konnte, musste gesprengt werden.

Zur Sicherung der Ortsbrust wurden einzig bei der Kilometrierung für den TVM-Start Brustanker im oberen Bereich des Querschnitts gebohrt.

Micropiles: the micropiles beneath the crown bases were no longer required from section two of the altogether six pipe umbrella sections, as the load-bearing rock horizon was already present at the crown bases.

In the bench and floor, contrary to what had been predicted, support arches did not have to be installed; a 40 cm thick shotcrete lining reinforced at both sides sufficed (Fig. 4).

In contrast to expectations the rock in the bench and floor area was more compact and of greater strength. As tunnelling could no longer be carried out using excavators, drill+blast had to be resorted to. Face anchors were drilled into the upper zone of the cross-section to secure the face only at the kilometre point for the TBM startup.

3.2 TBM Setup/Startup of Drive

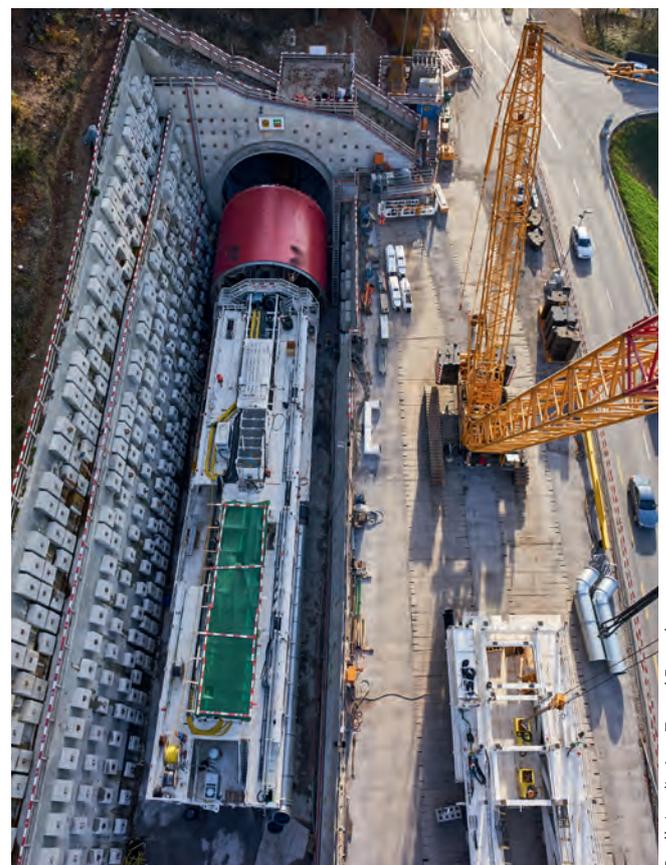
Once the TBM had been designed and produced, it was officially accepted at the factory on July 15, 2016 (Fig. 5). Subsequently it was dismantled and the individual components moved to the construction site in keeping with the planned assembly sequence. Assembly commenced on August 10, 2016 and lasted till the Xmas break.

As there was not sufficient space in the cutting to set up the complete machine including the back-up system, once the TBM and two trailers were assembled, this unit was advanced into the pilot heading in order to provide room for putting the remaining part of the back-up together. After trailers 3 and 4 were assembled, the



Quelle/credit: Herrenknecht

5 Werksabnahme der TVM
Factory acceptance of the TBM



Quelle/credit: Arge Tunnel Eppenbergtunnel

6 TVM mit zwei Nachlaufwagen im Voreinschnitt
TBM and two trailers in the precut



Quelle/Credit: Manfred Börker

7 Tübbingentladung mit Seitenstapler

Unloading of segments by means of side loading forklift

3.2 Aufbau TVM/Start Vortrieb

Nach abgeschlossener Planung und Fertigung der TVM konnte diese am 15. Juli 2016 offiziell im Werk abgenommen werden (**Bild 5**). Nachfolgend wurde diese demontiert und die Einzelkomponenten entsprechend der geplanten Montagefolge auf der Baustelle dorthin transportiert. Die Montage begann am 10. August 2016 und dauerte bis zur Weihnachtspause.

Da im Einschnitt nicht ausreichend Platz für den Aufbau der kompletten Maschine inklusive NL vorhanden war, wurde nach Fertigstellung der TVM und zweier NL diese Einheit in den Vorstollen geschoben, um Platz für den Aufbau der restlichen NL zu gewinnen. Nach Aufbau der Nachläufer 3 und 4 wurde die komplette Vortriebsanlage bis zum Ende des Vorstollens an die versiegelte Ortsbrust geschoben (**Bild 6**).

Vor der Weihnachtspause wurden noch die restlichen Installationsarbeiten durchgeführt, die für das Anfahren und Betreiben der TVM erforderlich waren. Nach der Weihnachtspause wurde die TVM am 9. Januar 2017 in Betrieb genommen und der Vortrieb des Haupttunnels gestartet. Die TVM stand Mitte November 2017 bei km 46.756, d. h. 414 von 770 m der Nassvortriebsstrecke waren gebohrt.

3.3 Logistik

Die Versorgung des Vortriebes erfolgt im sogenannten Pneu-Betrieb. Das bedeutet, dass alle für den Vortrieb erforderlichen Materialien mit gummiereiften Fahrzeugen in den Tunnel transportiert werden. Die Sohlübbinge der eingebauten Ringe dienen dabei als Fahrbahn.

complete tunnelling machine was advanced up to the end of the pilot tunnel at the sealed face (**Fig. 6**).

The remaining installation activities were carried out prior to the Xmas break. These were required for starting up and operating the TBM. After the Xmas break the TBM began operating and work commenced on the main tunnel on January 9, 2017. The TBM had reached km 46.756 by mid-November 2017, i.e. 414 m of the 770 m of the slurry drive section had been bored.

3.3 Logistics

The drive was kept supplied through transportation with tyred vehicles. This signifies that all the materials required for the excavation are carried into the tunnel by means of rubber-tyred vehicles. In this case, the floor segments of the installed rings serve as the roadway. Two types of heavy-duty vehicles are used for this purpose. A transport train comprising two coupled units carries a complete ring that is 2 m long and weighs approx. 55 t into the tunnel. When driving through rock the ring consists of five segments plus a keystone, which is installed in the floor. For slurry mode the ring comprises six segments plus a keystone in the roof.

A second transport unit carries pearl gravel and dry mortar for the rock drive as well as the pipelines for the supply and discharge of fluids. In the case of the slurry drive this unit transports the grouting mortar, which is mixed on the surface. The pipelines for the delivery circuit needed for the soft ground excavation are already installed in the tunnel walls while driving through rock.

Es werden beim Vortrieb zwei Typen von Schwerlastfahrzeugen eingesetzt. Ein Transportzug, bestehend aus zwei gekoppelten Einheiten, transportiert einen kompletten Ring von 2 m Länge und ca. 55 t Gewicht in den Tunnel. Im Felsvortrieb besteht dieser Ring aus fünf Tübbing plus einem Schlusstein, der in der Sohle eingebaut wird. Im Nassvortrieb ist der Ring sechsteilig mit einem Schlusstein in der Firste.

Eine zweite Transporteinheit übernimmt den Transport von Perlkies und Trockenmörtel beim Felsvortrieb sowie der Rohrleitungen für die Ver- und Entsorgung des Vortriebes mit flüssigen Stoffen. Beim Nassvortrieb transportiert diese Einheit den über Tage angemischten Verpressmörtel. Die Rohrleitungen für den im Lockergesteinsvortrieb notwendigen Förderkreislauf werden auch während des Felsvortriebes bereits in der Tunnelulme installiert.

Die beiden Einheiten bewegen sich während der Transportfahrten im „Tandem“ durch den Tunnel – vornweg die Tübbing, danach die restlichen Materialien. Um den Tübbingtransport von der Installationsfläche nördlich der Aarauer Straße auf die südliche Seite der Straße zum Tunnelportal zu ermöglichen, wurde als eine der ersten Baumaßnahmen ein Verbindungstunnel unter der Straße erstellt. Die Materialien für das zweite Transportfahrzeug sind bereits auf der Südseite eingelagert bzw. in Silos bevorratet. Die Entsorgung des Ausbruchmaterials aus dem Felsvortrieb erfolgt mittels Förderband, ebenfalls über den Verbindungstunnel, auf eine Lagerfläche nördlich der Aarauer Straße. Wiederverwertbare Ausbruchanteile aus den Effinger Schichten verbleiben im Baufeld zum Wiedereinbau beim Verfüllen der Tagbautunnel. Die Anteile der Molasse und der spätere Feinteilaustrag aus der Separierung werden in eine nahegelegene aufzufüllende Altdeponie weitertransportiert. Die Grobschotter der Aare sind gleichfalls zur Wiederverwendung als Betonzuschlagstoff für die Tunnelinnenschale vorgesehen.

Die eigentliche Tübbingproduktion erfolgt in einem bestehenden Fertigteilwerk außerhalb des Baustellengeländes. Da dieses Werk über Anschluss an die SBB-Geleise verfügt, können die Tübbinge per Zug direkt zur Installationsfläche geliefert werden. Dazu wurde neben der an der Installationsfläche vorbeilaufenden SBB-Strecke Aarau–Olten ein zusätzliches Park- und Entladegleis angelegt. Dort kommt täglich ein Zug an und wird mittels großem Seitenstapler entladen (**Bild 7**). Dieser lagert die Tübbingstapel auf dem Zwischenlager der Installationsfläche ein, von wo aus sie mit dem Tunneltransportfahrzeug in den Vortrieb geschafft werden.

3.4 Vorkehrungen für den Lockergesteinsvortrieb

Für den Lockergesteinsvortrieb ab km 46.350 bis zum Zielschacht in Gretzenbach werden diverse zusätzliche Installationen zu denen des Felsvortriebes notwendig. An erster Stelle steht dabei die Bereitstellung der Separationsanlage, die die Feststoffe aus dem Boden von der Transportflüssigkeit trennen soll. Des Weiteren ist eine Druckluftanlage zu installieren, die die erforderliche Luftversorgung für das Luftpolster in der Arbeitskammer sicherstellt und gleichzeitig die Atemluft liefert, für die Fälle, in denen

The two units operate in tandem during their journeys through the tunnel – with the segments up front followed by the remaining materials. In order to carry the segments from the installation yard north of the Aarauer Strasse to the southern side of the road to the tunnel portal, a connecting tunnel was built beneath the road as one of the initial construction measures. The materials for the second transport vehicle are already stored on the south side or kept in silos.

Disposal of the muck from the rock excavation is accomplished by conveyor, also via the connecting tunnel to a storage area to the north of the Aarauer Strasse. Recyclable excavated materials from the Effingen Layers are retained in the construction zone to be used for filling the cut-and-cover tunnel. The fractions from molasse and the subsequently extracted fines from separation are carried further to an old landfill in the vicinity. The Aare coarse gravels are also intended to be reutilised as concrete aggregates for the tunnel inner lining. The segments themselves are produced in an existing precast plant outside the construction site zone. As this plant is linked to the SBB tracks, the segments can be supplied directly by train to the installation yard. For this purpose, an additional park and unload track was set up next to the SBB line from Aarau to Olten, which runs past the installation yard. A train arrives here on a daily basis and is unloaded by means of a big sideloader (**Fig. 7**). The forklift stores the pile of segments on the intermediate dump at the installation yard. From the dump they are carried by tunnel transportation vehicle to the point of installation.

3.4 Provisions for the Soft Ground Drive

Various additional installations are required for the soft ground drive starting at km 46.350 and ending up at the target shaft in Gretzenbach beyond those needed for the rock drive. First and foremost this relates to provision of the separation plant, which separates solid matters from the soil from the transport fluid. Furthermore, a compressed air plant had to be installed, which secures the air supply for the air cushion in the working chamber and at the same time provides air to breathe, for cases when work has to be carried out under compressed air in the working chamber. Thirdly, the TBM's underground conversion station from rock to soft ground mode must be secured in such a way that face stability is not endangered during modifications which can take several weeks.

Separation plant: the separation plant was designed in accordance with its separation rate for quite different soil formations. The slurry drive commences in a cross-section comprised entirely of molasse; the proportion of molasse in the cross-section is constantly diminished over the initial metres of the excavation until dipping below the floor after approx. 160–170 m. Then the drive takes place completely in the soft soils of the Aaretal Valley. These general conditions require that the separation plant be capable of processing a quantitatively high proportion of fines as well as very large grain fractions. This leads to a situation whereby coarse and fine part separation must be equipped with similarly powerful components. Thus there is the actual, more or less conventional separation unit and the sludge dewatering unit, consisting of chamber filter presses, responsible for separation/dewatering of the fines from the overloaded circulating suspension.

Arbeiten unter Druckluft in der Arbeitskammer durchgeführt werden müssen. Als Drittes muss der unterirdische Umbauort der TVM von Fels- auf Lockergesteinsvortrieb so abgesichert werden, dass während des Umbaus über mehrere Wochen die Ortsbruststabilität nicht gefährdet ist.

Separationsanlage: Die Separationsanlage war im Hinblick auf ihre Trennleistung auf ganz unterschiedliche Bodenformationen auszulegen. Der Nassvortrieb wird in einem Voll-Molassequerschnitt begonnen; der Molasseanteil im Querschnitt verringert sich über die ersten Vortriebsmeter ständig, bis er dann nach ca. 160–170 m unter die Sohle gewandert ist. Danach findet der Vortrieb bis zum Ende komplett in den Lockergesteinen des Aaretals statt.

Diese Randbedingungen erfordern, dass die Separationsanlage sowohl einen mengenmäßig hohen Anteil an Feianteilen als auch sehr grobe Kornfraktionen verarbeiten können muss. Dies führt dazu, dass Grob- und Feiantrennung mit ähnlich leistungsstarken Komponenten auszurüsten sind. Entsprechend gibt es die eigentliche, mehr oder minder konventionelle Separationseinheit und die Schlammmentwässerungseinheit, bestehend aus Kammerfilterpressen, zuständig für die Abtrennung/Entwässerung der Feianteile aus der überfrachteten Umlaufsuspension. Bei zu erwartenden Leistungen von 3 m/Tag in der Molasseübergangszone und ca. 10 m/Tag in den reinen Lockergesteinen ist die Separationsanlage mit einer Umlaufmenge von 2400 m³/h konzipiert, und die Kammerfilterpressen sind für eine Abpressleistung von insgesamt 20 tTS/h ausgelegt (TS = Trockensubstanz).

Druckluftanlage: Um in der Arbeitskammer stets ausreichend Druckluft zur Sicherstellung des optimalen Stützdruckes an der Ortsbrust bereitstellen zu können, wird eine ausreichend groß dimensionierte Kompressoranlage untertage installiert.

Die Betriebsverdichter, bestehend aus drei elektrisch betriebenen, ölfrei verdichtenden Industriekompressoren, werden während der Umbauphase kurz hinter der Tunnelvortriebsanlage stationär im Tunnel installiert und haben eine kumulierte Leistung von ca. 120 Nm³/min. Druckspitzen werden durch Windkessel mit ca. 10 m³ Inhalt ausgeglichen. Auf der TVM mitgeführte Reserveverdichter mit einer Leistung von ca. 60 Nm³/min stellen bei Ausfall einzelner Betriebsverdichter die notwendige Ersatzdruckluft zur Verfügung. Auch hier sind großzügig dimensionierte Windkessel installiert. Zusätzliche Aktivkohlefilter bereiten die hier erzeugte Druckluft zu Atemluft auf. Um den notwendigen Eingangsdruck von ca. 5 bar am Nachläuferende sicherzustellen, wurden – trotz kurzer Leitungswege von max. 800 m – Kompressoren mit einem Betriebsdruck von 8 bar gewählt. Eine gute Druckluftqualität wird durch direkte Zuführung von Frischluft aus dem Luttensystem sichergestellt.

Bei Ausfall der Hauptstromversorgung im Tunnel werden die Betriebsverdichter über Netzersatzschaltung von Notstromgeneratoren mit einer Gesamtleistung von ca. 1500 kVA versorgt, die aus Sicherheitsgründen oberhalb der in der Tunnelröhre installierten Kompressoranlage im Freien installiert wurden. Mehrere von der Oberfläche hergestellte Bohrungen ermöglichen die Verlegung der Verbindungskabel und nehmen zusätzlich Druckluftleitungen

Given that rates of 3 m/day are expected in the molasse transition zone and around 10 m/day in the pure soft soils, the separation plant has been devised with a circulating volume of 2400 m³/h and the chamber filter presses are designed for a total pressing capacity of 20 tDM/h (DM = dry material)

Compressed air plant: in order to ensure there is always sufficient compressed air in the working chamber to provide optimal support pressure at the face, an sufficiently dimensioned compressor plant is installed underground.

The operating compressors consisting of three stationary, electrically operated, oil-free industrial compressors are installed in the tunnel during the conversion phase just behind the tunnelling machine and possess a cumulative capacity of roughly 120 Nm³/min. Pressure peaks are compensated for by air vessels with approx. 10 m³ capacity. The reserve compressors carried on the TBM with a capacity of roughly 60 Nm³/min provide the necessary alternative compressed air supply should individual operating compressors fail. Generously dimensioned air vessels are also installed here. Additional activated carbon filters transform the compressed air produced here into air for breathing purposes. In order to secure the required initial pressure of approx. 5 bar at the end of the back-up system, compressors with an operating pressure of 8 bar were selected – in spite of short line distances of 800 m at the most. Good compressed air quality is assured by adding fresh air from the duct system.

Should the main power supply in the tunnel fail, the operating compressors are fed by emergency power generators with a total output of some 1500 kVA via a back-up network. This was installed for safety reasons in the open above the compressor plant set up in the tunnel tube. Several drill holes sunk from the surface enable the connecting cables to be laid and house additional compressed air lines. In this way, the escape chamber carried by the TBM can be supplied with compressed air independent of other compressed air plants from an emergency air compressor, which is also set up on the surface.

TBM conversion station: the location for modifying the TBM was at first estimated at ca. km 46.350 on account of the predicted geological subsoil conditions. However for the execution it was essential to have the certainty that the face would remain stable for weeks on end at this point without requiring to support it in order to be able to modify the TBM. As a result, it was decided at the contractor's suggestion to carry out further exploratory drilling in a more tightly spaced grid in the possible conversion zone.

Drilling revealed that the conditions at the point initially decided on would fail to provide a stable face. Further series of drilling were undertaken at intervals along the tunnel route. These revealed improving conditions regarding the anticipated face stability. However, the apparently safest point without undertaking additional measures was once again located well within the molasse rock zone so it appeared likely that the excavation over such a lengthy stretch through the molasse in hydroshield mode would lead to substantial delays. On the other hand, it had to be considered just how the outlay for retrofitting measures at a less safe conversion point would have an effect in terms of time and money. Ultimately it was decided it would be more beneficial to undertake retrofitting measures while



Quelle/credit: Arge Tunnel Eppenbergtunnel

8 Vorne: Schacht des Notausgangs Gretzenbach (NAG); hinten: der „Bahnhof“ für den TBM-Umbau
 In front: Shaft of the Gretzenbach emergency exit (NAG); at rear: the “station” for TBM conversion

auf, so dass die auf der TVM mitgeführte Fluchtkammer unabhängig von sonstigen Druckluftanlagen von einem ebenfalls über Tage installierten Notluftkompressor mit Druckluft versorgt werden kann.

Umbauort TVM: Der Ort für den Umbau der TVM war im ersten Schritt aufgrund der prognostizierten geologischen Untergrundverhältnisse grob bei ca. km 46.350 bestimmt worden. Für die Ausführung war es jedoch notwendig Sicherheit zu haben, dass an dieser Stelle die Ortsbrust über Wochen stabil sein würde, um ohne Stützung derselben die TVM modifizieren zu können. Daher wurde auf Vorschlag des Unternehmers beschlossen, in der möglichen Umbauzone weitere Aufschlussbohrungen in einem verdichteten Raster durchzuführen.

Die Bohrungen zeigten, dass die Verhältnisse an der zunächst festgelegten Stelle keine sichere Ortsbrust erwarten ließen. Es wurden weitere Bohrungen entlang der Tunneltrasse in absteigender Kilometrierung vorgenommen. Daraus erkannte man sich bessernde Verhältnisse hinsichtlich der zu erwartenden Ortsbruststabilität. Der ohne Zusatzmaßnahmen sicherste zu erwartende Ort lag jedoch schon wieder weit in der Molassefelszone, so dass zu erwarten stand, dass der Vortrieb über eine solch lange Strecke durch die Molasse im Hydroschildmodus zu erheblichen zeitlichen Verzögerungen führen würde. Dem gegenüber war abzuwägen, wie sich der Aufwand für Ertüchtigungsmaßnahmen

at the same time boring a shortened section through the molasse. As a result, it was decided to produce a “station” at km 36.343 comprising a series of bored piles in the tunnel cross-section and a roof support made of two shortened rows of bored piles. In this way, the location for conversion is exactly fixed and at the same time secured (**Fig. 8**). The TBM cutter head cut approximately 10-20 cm deep into the bored piles.

3.5 Construction of Emergency Exits (NAA, NAS, NAG)

The emergency exits at Aarau, Schönenwerd and Gretzenbach, which also belong to the Eppenbergtunnel, are being constructed parallel to the main tunnel drive. However, the headings for these emergency exits are not driven up to the main tunnel but initially end as blind tunnels a few metres away. They will not be continued into the main tunnel until later, after the TBM has passed and broken into the target shaft. When this report was compiled, the following construction states had been accomplished:

NAA: the tunnel and technical bay have been excavated, all-round seal has been laid in the tunnel, the invert concreted, concreting of the vault has been completed (**Fig. 9**).

NAS: work on sinking the 62 m deep shaft began in July 2017. In mid-November a depth of some 50 m had been reached.

NAG: the roughly 22 m deep access shaft has been completed. Two tunnels extend from this towards the main tunnel, a rescue tunnel

an einem weniger sicheren Umbauort zeitlich und wirtschaftlich auswirken würde.

Es wurde schließlich als günstiger erachtet, Ertüchtigungsmaßnahmen durchzuführen und dafür eine verkürzte Strecke in der Molasse zu bohren. So wurde die Entscheidung getroffen, bei km 46.343 einen „Bahnhof“, bestehend aus einer Bohrpfahlreihe im Tunnelquerschnitt und einer Firstsicherung aus zwei verkürzten Bohrpfahlreihen, zu erstellen. Damit ist die Lokalität für den Umbau genau fixiert und gleichzeitig abgesichert (**Bild 8**). Die TVM hat mit dem Bohrkopf die Bohrpfähle ca. 10–20 cm tief eingeschnitten.

3.5 Herstellung Notausgänge (NAA, NAS, NAG)

Die ebenfalls zum Eppenbergtunnel gehörenden Notausstiege bei Aarau, Schönenwerd und Gretzenbach werden zeitlich parallel zum Vortrieb Haupttunnel gebaut. Die Stollen dieser Notausgänge werden allerdings nicht bis zum Haupttunnel vorgetrieben, sondern enden zunächst einige Meter vor diesem als Blindtunnel. Erst später, nach Vorbeifahrt der TVM und Durchschlag derselben in den Zielschacht, werden die Durchstiche in den Haupttunnel realisiert. Zum Zeitpunkt der Verfassung dieses Artikels sind folgende Bauzustände erreicht:

NAA: Stollen und Techniknische sind ausgebrochen, Rundum-Abdichtung im Stollen ist verlegt, Sohle betoniert, das Betonieren des Gewölbes ist abgeschlossen (**Bild 9**).

NAS: Die Arbeiten für die Abteufung des 62 m tiefen Schachtes haben im Juni 2017 begonnen. Mitte November war eine Schachttiefe von ca. 50 m erreicht.

NAG: Der Zugangsschacht von ca. 22 m Tiefe ist erstellt. Von diesem gehen zwei Stollen in Richtung Haupttunnel, ein Rettungsstollen und ein Fluchtstollen. Der Rettungsstollen ist als Blindstollen bis auf 5 m an den Haupttunnel herangeführt, ebenso der Fluchtstollen. Der Stollen wird erst nach dem Durchschlag der TVM im Zielschacht bis zum Haupttunnel verlängert und durchgeschlagen. Die Abdichtungsarbeiten in den Stollen sind abgeschlossen.

Durch die zeitlich parallele Ausführung der Stollen mit dem Haupttunnel sind diese terminlich unkritisch und können vom Personaleinsatz her optimal organisiert werden. Ein Vortriebsdrittel wanderte von Stollen zu Stollen und bewerkstelligte den Ausbruch.

4 Stand der Arbeiten und erste Erfahrungen

Bis zum Durchschlag der TVM in den Zielschacht Gretzenbach (km 47.113) waren es Mitte November noch ca. 357 m.

Erfahrungen:

Anfahrt TVM mit verkürztem Vorstollen – Der TVM-Start hat sich als unproblematisch erwiesen – somit hat sich die Entscheidung für den verkürzten Stollen als richtig herausgestellt.

Durchfahren der Effinger Schichten auf ca. 710 m – Nach den üblichen Kinderkrankheiten bei TVM-Starts ist die Mannschaft schnell auf Leistung gekommen, so dass in der zweiten Vortriebswoche bereits eine Leistung von ca. 75 m zu Buche stand. Diese wurde in den folgenden Wochen zu einer Leistung von im Mittel 100 m pro Woche gesteigert, bei einem Fünf-Tage-Betrieb und einer zehn- bis elfstündigen Vortriebschicht.



Quelle/Credit: Manfred Borker

9 NAA Schalwagen Innenschale

NAA shutter inner lining

and an evacuation tunnel. The rescue tunnel extends as a blind tunnel to within 5 m of the main tunnel with the same applying to the evacuation tunnel. The tunnel will not be extended and broken through to the main tunnel until after the TBM has broken through into the target shaft. Waterproofing operations in the tunnels have been completed.

As these headings were executed in parallel with the main tunnel, there was no problem with deadlines and scheduling could be organised optimally in terms of manpower. A small crew moved from heading to heading to tackle the excavation.

4 Current Status of the Works and Initial Findings

Approx 357 m still had to be driven in mid-November until the TBM finally broke through into the Gretzenbach target shaft (km 47.113).

Findings:

TBM startup with shortened pilot heading – the TBM start turned out to be unproblematic – so that the decision in favour of the shortened heading turned out to be correct.

Cutting through the Effingen Layers over roughly 710 m – after the usual teething troubles during the TBM startup the crew soon got their act together. In the second week of tunnelling a rate of roughly 75 m was recorded. This was increased over the weeks that followed to reach an average rate of 100 m, given a five-day operation and a ten to eleven hour tunnelling shift.

Monocline – predicted extensive water ingresses, which would have hampered tunnelling, did not occur. Thus the monocline fault zone was speedily negotiated without hold-ups – major signs of wear affecting the cutter discs, which would have caused them to be replaced, had not been registered at this point in time.

Lower Freshwater Molasse (LFM) – the transition from the monocline to the LFM produced first evident watersheds for the rate of advance including blockage of the cutter wheel owing to friable geology in the contact zone from the monocline to the LFM. This occurred twice within a week after the monocline had been passed, resulting in the weekly rate tending towards zero.

Once this zone was mastered, a stable rate commensurate with the previous level was again achieved up until approx. km 46.600 was

Flexur – Prognostizierte Wasserzutritte in größerem Umfang, die den Vortrieb behindert hätten, sind nicht eingetreten. So konnte die Störungszone Flexur zügig mit unverminderter Leistung durchbohrt werden – größere Verschleißerscheinungen an den Disken, die einen Austausch notwendig gemacht hätten, waren bis zu diesem Zeitpunkt nicht zu verzeichnen.

Untere Süßwassermolasse (USW) – Der Übergang von der Flexur zur USW brachte erste deutliche Einschnitte bei der Vortriebsleistung bis hin zur Blockade des Schneidrades auf Grund von nachbrüchiger Geologie in der Kontaktzone der Flexur zur USW. Dies ereignete sich zweimal innerhalb der Woche nach der Passage der Flexur, was die Wochenleistung gegen Null brachte.

Nach Bewältigung dieser Zone wurden wieder stabile Leistungen auf dem vorher gekannten Niveau erreicht, bis ca. km 46.600. Ab hier traten abrupt unerwartete, extrem hohe Verschleißerscheinungen an den Disken auf, die zu häufiger Kontrolle zwangen (nach jedem Vortriebshub) und die Standzeit der Disken sehr kurz werden ließ. Auf einer Strecke von ca. 80 m wurden 45 Disken gewechselt (ca. 56 % eines Werkzeugsatzes). Ursache für diesen Verschleiß waren offensichtlich hohe Anteile an Quarzsand in Verbindung mit Grundwasser und mäßiger Festigkeit des Felses – dies führte zur Bildung einer Art Schleifpaste, die die Werkzeuge verstärkt abnutzte.

Geogene Belastung mit Kohlenwasserstoffen, deutlich über den zulässigen Grenzwerten, führte im weiteren Verlauf zu vorübergehenden Schließung der Enddeponie für die Einlagerung des Molasseausbruchs. Ein Stillstand des Vortriebes konnte jedoch vermieden werden. Glücklicherweise war auf der Installationsfläche ausreichend Stauvolumen für die Zwischenlagerung vorhanden, bis die Abfuhr nach Klärung des weiteren Vorgehens wieder aufgenommen werden konnte.

Im ersten Abschnitt des Nassvortriebes wurde die veranschlagte Vortriebsleistung von ca. 2,5 m pro Tag nahezu erreicht. Der Schlammanfall lag jedoch höher als erwartet, was die Kapazität der installierten Pressen überschritt, so dass zusätzliche Entwässerungskapazitäten außerhalb der Baustelle herangezogen werden mussten.

5 Terminlicher Ausblick – Schlussgedanken

Die TVM hat Anfang August 2017 den Vortrieb der Nassstrecke aufgenommen. Ziel der Vortriebsmannschaft ist es, den Durchschlag noch vor der Weihnachtspause 2017 zu erreichen.

Der Vortrieb des Eppenbergtunnels hat gezeigt, dass trotz auf dem Papier scheinbar klarer geologischer Verhältnisse, trotz einschlägiger Erfahrung aus zurückliegenden Projekten und Einsatz bekannter und bewährter Verfahren, ein Vortrieb kein Selbstläufer ist – auch bei noch so detaillierter Vorplanung. Die Geologie und überraschende Randbedingungen erfordern immer wieder das aktive Eingreifen der Beteiligten seitens des Bauherrn, des Planers und des Bauunternehmers. Die Haltung bei allen Beteiligten, dass nur ein gemeinsames Anpacken zum Gelingen des Projektes führt, hat dazu beigetragen, dass der bisherige Vortrieb erfolgreich und ohne große Rückschläge durchgeführt werden konnte. 

reached. From this point unexpected, extremely high signs of wear suddenly affected the discs, which led to more frequent checks (after each boring cycle) causing the service life of the discs to be shortened considerably. Over a roughly 80 m section, 45 discs were replaced (approx. 56 % of a set of tools). High proportions of quartz sand in conjunction with groundwater and moderate rock strength were evidently the cause of this wear. This led to the formation of a kind of abrasive paste, which increasingly wore down the tools. Geogenic load with hydrocarbons, clearly in excess of permissible limit values, subsequently led to the temporary closure of the landfill site for storing the excavated molasse material. However, it was possible to avoid the drive coming to a complete standstill.

Fortunately sufficient capacity was available on the installation yard for intermediate storage until disposal could be resumed after clarifying how things were to be further resolved.

In the first slurry drive section the proposed rate of advance of roughly 2.5 m per day was just about attained. However, the incidence of slurry was higher than anticipated, something which exceeded the capacity of the installed presses so that additional dewatering capacities outside the construction site had to be made use of.

5 Prospects and Conclusions

The TBM began tunnelling the slurry drive in early August 2017. The driving crew has the intention of accomplishing the breakthrough prior to the 2017 Xmas break.

The Eppenbergtunnel excavation has revealed that in spite of what appeared to be clear geological conditions, appropriate experiences gained from previous projects and the application of known and tried-and-tested methods, a drive is no sure-fire success – even given such detailed advance planning. The geology and the surprising general conditions constantly called for active intervention on the part of the client, planner and contractor. The attitude adopted by all those involved that a joint approach was essential for the success of the project meant that the excavation has so far been executed effectively and without any major setbacks. 

Projektbeteiligte/Project Participants

Bauherr/Client:

SBB AG, vertreten durch/represented by SBB AG Infrastruktur Projekte Olten, Schweiz/Switzerland

Projektverfasser und Bauleitung/Project Designer and Construction Supervision:

IG RAPID Ingenieurgemeinschaft – ILF Beratende Ingenieure AG, Aegerter & Bosshardt AG, ACS-Partner AG, Signon Schweiz AG

Bauunternehmung/Contractor:

Arge Tunnel Eppenbergtunnel (ATE) – Marti Tunnelbau AG, Wayss & Freytag Ingenieurbau AG

Literatur/References

- [1] Vortrag Eppenbergtunnel Swiss Tunnel Congress 2017, Luzern – Tagungsband No.16, S.30 ff.
- [2] Ausschreibungsunterlagen des Bauherrn zum Los A Projekt Eppenbergtunnel

Baulicher Brandschutz**Zementgebundene, glasfaserbewehrte Tunnelbrandschutzplatten**

Um ein Höchstmaß an Sicherheit in unterirdischen Verkehrsanlagen zu gewährleisten helfen integrierte technische Lösungen in Kombination mit baulichem Brandschutz. Lösungen mit zementgebundenen Brandschutzplatten mit geringen Aufbauhöhen und Gewichten setzten sich im Markt zunehmend durch.

Mit der 2004 verabschiedeten EU-Tunnelrichtlinie wurden die Mindestanforderungen an die Sicherheit europäischer Tunnel geregelt und die gesetzlichen Vorschriften zur Tunnelsicherheit deutlich verschärft. Seitdem unterliegen diese Tunnel strengen Auflagen und umfangreichen Qualitätsprüfungen. Neben der Prävention steht vor allem der Schutz von Personen im Vordergrund, mit tunnelspezifischen Überwachungs-, Sicherheits- und Betriebssystemen. Hinzu kommen bauliche Vorkehrungen, die sicherstellen sollen, dass bei Brandeinwirkung keine bleibenden Verformungen in der Konstruktion entstehen, die die Gebrauchsfähigkeit des Tunnels einschränken, oder gar strukturelle Schäden, die die Standsicherheit gefährden. Außerdem sollte die Wasserdichtigkeit der Konstruktion weiterhin gewährleistet sein.

Constructional fire protection**Cement-based, glass fibre-reinforced Tunnel Fire Protection Boards**

In order to ensure the highest degree of safety in underground transport facilities, integrated technical solutions in combination with constructional fire protection can be of assistance. Solutions with cement-based fire protection boards with small system thicknesses and weights are becoming increasingly accepted on the market.

The EU tunnel directive of 2004 regulates the minimum requirements for safety in European tunnels and made the legal regulations for tunnel safety considerably more stringent. Since then, these tunnels have been subject to strict requirements and extensive quality testing. In addition to prevention, protection of people is important, with tunnel-specific surveillance, safety and operations systems. Also to be considered are constructional precautions intended to ensure that a fire does not cause any permanent deformations of the structure, which limit the serviceability of the tunnel, or even structural damage, which endangers the structural safety. In addition, the water tightness of the construction should be largely guaranteed.



Quelle/credit: Brandskyddsteknik AB

Die neue Brandschutzplatte Aestuver Tx wurde speziell für nachträglich montierte Tunnelbekleidungen in Neubauprojekten sowie Bestandsbauwerken entwickelt. Das Bild zeigt die Montage der Platte im Bergisel Tunnel in Österreich, in dem beide Röhren mit insgesamt rund 19 000 m² Aestuver Tx Platten bekleidet wurden

The new Aestuver Tx fire protection board has been developed especially for subsequently mounted tunnel cladding on new construction projects as well as in existing structures. The picture shows the mounting of the boards in the Bergisel Tunnel in Austria, where altogether about 19 000 m² of Aestuver Tx boards were used to clad both bores

Abplatzverhalten von Beton im Brandfall

Innerhalb des Konstruktionsbetons kommt es im Brandfall zu mechanischen Belastungen und chemischen Umwandlungen. Diese führen dazu, dass mechanische Eigenschaften wie z. B. Festigkeit und E-Modul abnehmen. Von den Randzonen ausgehend kommt es zur Erwärmung des Betons mit begleitenden Entwässerungs- und Verdampfungsprozessen. Hierdurch wird Dampfdruck erzeugt, der zu explosionsartigen Betonabplatzungen führt. Die Abplatzneigung nimmt mit der Festigkeit des Konstruktionsbetons zu, da bei festeren Betonen der Porengehalt sinkt und somit die Permeabilität abnimmt. Vor allem Hochleistungsbetone haben sich als besonders anfällig für Abplatzungen gezeigt. Zudem können durch Haarrisse, die in Folge der Brandbelastung auftreten, Rauchgase in den Beton eindringen, die beispielsweise die Karbonatisierung beschleunigen bzw. Chloride eintragen und den Betonstahl angreifen.

Anforderungen an den baulichen Brandschutz im Tunnel

Die Anforderungen an den baulichen Brandschutz im Tunnel werden national sowie projektspezifisch in Abhängigkeit der jeweiligen Größe und der infrastrukturellen Bedeutung definiert. Ziel ist es dabei, durch entsprechende Schutzmaßnahmen die Tunnelkonstruktion im Brandfall vor zu hohen Temperaturen zu schützen und für eine Begrenzung der Maximaltemperatur sowohl an der Betonoberfläche als auch an der Stahlbewehrung zu sorgen. So soll explosives Abplatzen des Betons infolge von Wasserdampfüberdruck (**siehe Kasten**) verhindert und die Tragfähigkeit der Betonstruktur gewährleistet werden – dies schließt die Begrenzung der Verformung durch eine Begrenzung der Bewehrungstemperatur mit ein.

Entwickelt werden die Anforderungen an die Tunnelkonstruktion, wie etwa die Dicke der Brandschutzbekleidung, auf der Grundlage von Zeit-Temperatur-Kurven. Für Straßentunnel in Deutschland findet u. a. die ZTV-ING-Kurve Anwendung. Demnach muss sichergestellt sein, dass die tragende Bewehrung der Tunnelkonstruktion sich nicht auf eine Temperatur von über 300 °C erhitzt und dass ausschließlich Baustoffe der Klasse A nach DIN 4102 oder gleichwertig eingesetzt werden. Darüber hinaus dürfen bei Feuer weder bauwerks- oder personenschädigende Stoffe freigesetzt werden. Speziell bei großen internationalen Infrastrukturprojekten wird die HCM- oder RWS-Kurve häufig angewandt, die eine Maximaltemperatur von 1300 °C respektive 1350 °C erreicht. Noch weitergehende Anforderungen an den Tunnelbrandschutz gibt es gemäß der CETU-Richtlinie in Frankreich. Sie basieren auf einer Kombination aus verschiedenen Zeit-Temperatur-Kurven und unterscheiden zwischen den Kategorien N0 (keine Anforderung), N1 (HCM 60 und ISO 120 Minuten), N2 (HCM 120 Minuten) und N3 (HCM 120 Minuten und ISO 240 Minuten).

Leistungsfähige Brandschutzsysteme

Um den baulichen Brandschutz in Tunnelbauwerken zu gewährleisten, stehen verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung. Der Einsatz von Betonen mit PP-Fasermaterial (Polypropylen-Fasern) bewirkt bei Brandeinwirkung gegenüber Normalbetonen eine

Spalling behaviour of concrete in case of fire

When a fire occurs, it causes mechanical loading and chemical changes inside the structural concrete, leading to a reduction of mechanical properties such as strength and E modulus. The concrete heats up from the outer zones inward accompanied by dewatering and evaporation processes. This creates a vapour pressure, which can lead to explosive spalling. The tendency to spalling increases with the strength of the structural concrete since the pore content of stronger concretes is less and the permeability is thus less as well. Above all high-strength concretes have been shown to be particularly susceptible to spalling. In addition, smoke gases can penetrate into the concrete through fine cracks, which occur as a result of fire exposure, and can for example accelerate the carbonisation or insert chloride and attack the reinforcing steel.

Requirements for constructional Fire Protection in Tunnels

The requirements for constructional fire protection in tunnels are defined nationally and for each project depending on the size and infrastructure significance. The objective is to provide the appropriate protection measures in the tunnel construction to protect it against excessive temperatures in case of fire and to limit the maximum temperature, both on the concrete surface and at the steel reinforcement. In this way, explosive spalling of the concrete as a result of excess water vapour pressure (**see box**) should be prevented and the structural safety of the concrete structure should be guaranteed – this includes the limitation of deformation by limiting the reinforcement temperature.

The requirements for the tunnel construction, for example the thickness of fire protection cladding, have been developed on the basis of time-temperature curves. For road tunnels in Germany, this includes the ZTV-ING curve, according to which it has to be ensured that the loadbearing reinforcement of the tunnel construction does not heat up to a temperature of over 300 °C, and that only construction materials of class A according to DIN 4102 or equivalent are used. Additionally, no substances may be released in the event of a fire that can harm the structure or people. Especially for major international projects, the HCM or RWS curves are often used, which reach a maximum temperature of 1300 °C and 1350 °C respectively. Further requirements for tunnel fire protection still are posed according to the CETU guideline in France, which is based on a combination of various time-temperatures curves and differentiates between the categories N0 (no requirement), N1 (HCM 60 and ISO 120 minutes), N2 (HCM 120 minutes) and N3 (HCM 120 minutes and ISO 240 minutes).

High-Performance Fire Protection Systems

Various methods are available in order to ensure constructional fire protection in tunnels. The use of concretes with PP fibre cement (polypropylene fibres) results in considerably less spalling under the effect of fire than with normal concretes since the plastic fibres melt at high temperatures and the water vapour from the concrete can be relieved through the fine branching of melting PP fibres. This is

deutlich verringerte Abplatzung, da die Kunststofffasern bei Temperatureinwirkung schmelzen und so der im Beton entstehende Wasserdampf durch das feine Geäst schmelzender PP-Fasern entweichen kann. Dies ist jedoch mit einem erheblichen Festigkeitsverlust der dem Feuer zugewandten Betonschichten verbunden, so dass es nach einem Brandereignis in aller Regel notwendig ist, den Beton kostenaufwändig zu sanieren, z. B. durch den Auftrag von Spritzputz. Da häufig auch Teile der Stahlbewehrung in Mitleidenschaft gezogen werden, ist auch diese auszutauschen.

Auch mit Spritzputzsystemen etwa können in der Regel die Anforderungen der ZTV-Ing sowie der RWS-Kurve erfüllt werden, wenn diese durch PP-Faserzement vergütet werden. Ihr Einsatz ist jedoch zeitintensiv und mit erheblicher Verschmutzung verbunden, da der Auftrag zwei- bis dreilagig erfolgen muss und Erhärtungszeiten zu berücksichtigen sind. Die fertige Oberfläche ist rau und erfordert Nacharbeit bzw. den Auftrag eines Fein(spritz)-Putzes. Parallel zur Ausführung der Brandschutzbekleidung können keine anderen Arbeiten ausgeführt werden. Der Tunnel muss komplett gesperrt werden; dies führt zu entsprechender zusätzlicher Belastung der umgebenden Verkehrs-Infrastruktur.

Vor diesem Hintergrund setzen sich Brandschutzplatten, die einfach außen auf die vorhandene Tunneloberfläche montiert werden, im Markt immer mehr durch. Der deutsche Hersteller Fermacell beispielsweise hat mit den Tunnel-Brandschutzplatten Aestuver T und Aestuver Tx zwei Produkte im Portfolio, die für höchste Sicherheitsanforderungen in unterirdischen Verkehrsanlagen konzipiert wurden. Während die Brandschutzplatte Aestuver T für anbetonierte Tunnelbekleidungen vorwiegend in Neubauprojekten eingesetzt wird, die in offener Bauweise erstellt werden, wurde die Neuentwicklung Aestuver Tx speziell für nachträglich montierte Tunnelbekleidungen in Neubauprojekten sowie Bestandsbauwerken entwickelt. Die zementgebundenen, glasfaserbewehrten Leichtbetonplatten der Baustoffklasse A1 nach DIN EN 13501-1 kombinieren Frost-, Tausalz- und Wasserbeständigkeit mit hoher Belastbarkeit und Verarbeitungsfreundlichkeit. Die gleichmäßig glatte Oberfläche der Platten bietet einen guten Untergrund zum Streichen oder Beschichten und ermöglicht eine einfache Reinigung. Bei Bedarf können alle gängigen Reinigungsverfahren mit Wasser- oder Dampfstrahlern – auch unter Verwendung von Reinigungszusätzen – angewandt werden.



Die Befestigung der Aestuver Tx Brandschutzplatte erfolgt mit Schrauben bzw. Nagelankern auf systemkompatiblen Hinterlegstreifen

The Aestuver Tx fire protection board is fixed with screwed or nailed fixings on system-compatible backing strips

Quelle/Credit: Fermacell Aestuver

however associated with a considerable loss of strength in the concrete layers toward the fire, so that it is normally necessary to expensively repair the concrete after a fire incident, for example by spraying render. Since parts of the steel reinforcement have also often suffered, this also has to be replaced.

The requirements of the ZTV-Ing and the RWS curves can also be fulfilled with sprayed render systems, if these are improved with PP fibre cement. The use of this material however takes a lot of time and is very dirty, since the application has to be in two to three layers and hardening times have to be taken into account. The completed surface is rough and needs surface treatment or the application of a fine

(sprayed) render. No other works can be carried out simultaneously with the fire protection cladding. The tunnel has to be completely closed, leading to considerable stress for the surrounding transport infrastructure.

Considering all this, fire protection boards, which simply have to be mounted on the existing tunnel wall, are becoming ever more successful on the market. The German manufacturer Fermacell for example offers two products, the tunnel fire protection boards Aestuver T and Aestuver Tx, which have been designed for the highest safety requirements in underground transport facilities. While the fire protection board Aestuver T for concrete-bonded tunnel cladding is mostly used on new cut-and-cover construction projects, the new development Aestuver Tx has been specially developed for subsequently mounted tunnel cladding in new construction as well as in existing tunnels. The cement-based, glass fibre-reinforced lightweight concrete boards in construction material class A1 according to DIN EN 13501-1 combine resistance to frost, de-icing salt and water with high loadbearing capacity, and are easy to work with. The uniformly flat surface of the boards offers a good substrate for painting or coating and makes cleaning simple. If required, all usual cleaning processes with water or steam jetting can be used, even using cleaning agents. A great advantage is that the boards enable checking and inspection of the concrete construction of the tunnel and the joints without damage, because they can be simply removed and mounted again later. The composition of the boards without flammable contents also prevents the release of toxic or visibility-reducing gases in case of fire.

With thicknesses of 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50 and 60 mm, the board Aestuver T (ETA-15/0531) has been tested regarding tunnel fires according to international time-temperature curves for

Ein großer Vorteil ist, dass die Platten die beschädigungsfreie Revision und Inspektion der Betonkonstruktion des Tunnels sowie der Bauteilfugen möglich machen, denn sie können einzeln demontiert und später wieder montiert werden. Die Plattenzusammensetzung ohne brennbare Bestandteile verhindert zudem die Freisetzung von toxischen oder sichtmindernden Gasen im Brandfall.

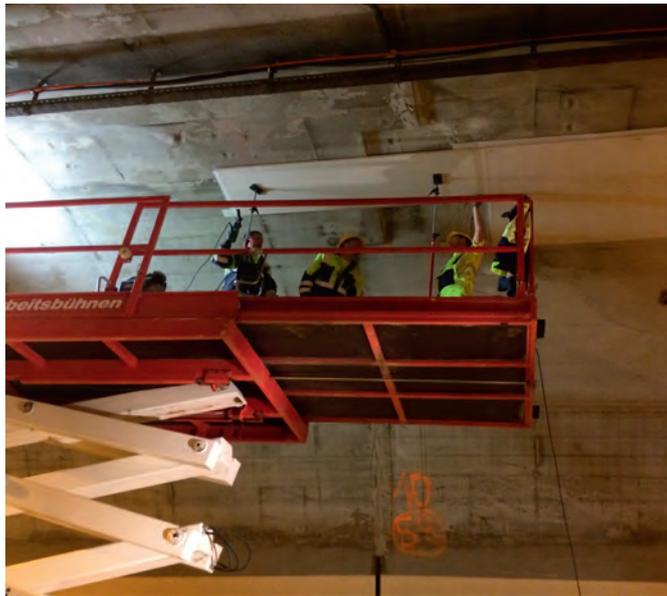
Mit Dicken von 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50 und 60 mm verfügt die Platte Aestuvert (ETA-15/0531) über Tunnelbrandprüfungen gemäß internationaler Zeit-Temperatur-Kurven für anbetonierte Konstruktionen

(ZT V/EBA, RWS120, RWS180, HC180, HCM120, HCM180).

Mit deutlich geringeren Dicken (20, 25, 30 und 35 mm) und daraus resultierenden niedrigeren Systemgewichten, die ca. 20 % unter denen vergleichbarer Produkte liegen, erfüllt die Brandschutzplatte Aestuvert Tx (Baustoffklasse gemäß EN 13501-1) noch höhere Anforderungen und hat in einer Vielzahl von internationalen Tests (darunter vor allem auch sehr anspruchsvolle französische Brandschutzversuche mit 60 % der maximalen rechnerischen Lastaufnahme des Betonprobekörpers und entsprechend großen Verformungen von rund 1/25 der Länge der Betonplatte) ihre Leistungsfähigkeit unter Beweis gestellt (RWS 180, RWS 120, HCM120, für die Schutzniveaus N1/N2/N3, sowie ISO 240).

Die Verarbeitung erfolgt in Direktbeplankung oder auf einer Unterkonstruktion. Die geringen Plattendicken bei einem Format von 2600 x 625 mm ermöglichen schlanke Systemaufbauten. Dabei dürfen kürzere Verankerungsmittel eingesetzt werden, was die Wahrscheinlichkeit von Bewehrungstreffern minimiert. Dies vereinfacht die Montage, reduziert die Bauzeit und sorgt somit für eine wirtschaftliche Bauausführung. Die Befestigung erfolgt mit entsprechend zugelassenen Betonschrauben bzw. Nagelankern, je nach Anforderung mit oder ohne systemkompatible Hinterlegungsstreifen. Ein wichtiger Vorteil ist, dass die Arbeiten während des laufenden Verkehrs durchgeführt werden können. Der Verkehr, dies hat sich unter anderem bei der Modernisierung des Bergiseltunnels auf der Brennerautobahn gezeigt, kann einspurig an der Baustelle vorbeigeleitet werden. Dies entlastet die Infrastruktur der angrenzenden Regionen massiv und vermeidet eventuelle Einnahmeverluste der Tunnelbetreiber. ☀

Rita Jacobs, Fachjournalistin, Düsseldorf, Deutschland



Verarbeitung der Tx Brandschutzplatten an der Tunneldecke

Fixing of the Tx fire protection boards to the tunnel ceiling

Quelle/Credit: Täby Brandskyddsteknik AB

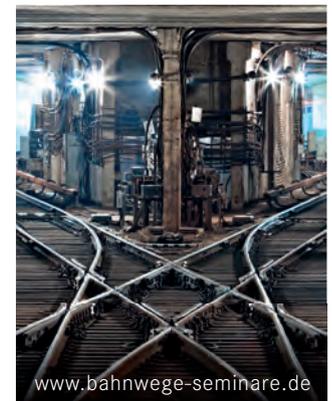
concrete-bonded constructions (ZT V/EBA, RWS120, RWS180, HC180, HCM120, HCM180).

With considerably thinner thicknesses (20, 25, 30 und 35 mm) and the resulting low weight of the system, which is about 20 % less than those of comparable products, the Aestuvert Tx fire protection board (building material class according to EN 13501-1) fulfils still higher requirements and has proved its performance (RWS 180, RWS 120, HCM120, for the protection level N1/N2/N3, also ISO 240) in numerous international tests (including above all the very stringent French fire protection tests with 60 % of the maximum calculated load resistance of the concrete sample and

correspondingly large deformations of about 1/25 of the length of the concrete board).

The boards are mounted as direct planking or on a sub-construction. The thin boards with a format of 2600 x 625 mm enable slender system. This means that shorter fixings can be used, which minimises the chance of meeting the reinforcement. This simplifies mounting, reduces the construction time and thus ensures economical construction. The fixings used are appropriately approved concrete screws or nailed anchors, with or without backing strips as required. One important advantage is that the works can be carried out while traffic continues. As has been shown during the refurbishment of the Bergisel Tunnels on the Brenner autobahn, the traffic can continue to run on a single lane past the construction site. This greatly relieves the infrastructure of the surrounding region and avoids any loss of income for the tunnel operator. ☀

Rita Jacobs, specialist journalist, Düsseldorf, Germany



www.bahnwege-seminare.de

punktforum

Oberbau in Tunnelanlagen
31.01.2018 - 01.02.2018
in Köln

MAT Mischanlagentechnik

Separieranlage BE-2550 für den Bau des Schweizer Eppenbergtunnels

MAT Mischanlagentechnik

Separating Plant BE-2550 for the Building of the Eppenberg Tunnel



Quelle/Credit: MAT Mischanlagentechnik

Die imposante BE-2550 der MAT Mischanlagentechnik – hier auf dem Werksgelände im Allgäu – besteht aus sechs Einzelanlagen. Pro Stunde bewegt sie 2400 m³ Suspension. An ihrem Einsatzort am Schweizer Eppenbergtunnel wurde die Anlage aus Lärmschutzgründen und zum Schutz vor Eis und Schnee komplett eingehaust

The imposing BE-2550 from MAT Mischanlagentechnik – here at the works in Allgäu – consists of six individual plants and moves 2400 m³ of suspension per hour. At its installation location at the Swiss Eppenberg Tunnel, the plant was completely housed for noise protection and for protection against the weather

Seit über 25 Jahren liefert die Firma MAT Mischanlagentechnik modernste Misch- und Trenntechnik, auch für komplexe, anspruchsvolle Projekte. Beim Großprojekt Eppenbergtunnel im Schweizer Kanton Solothurn präsentiert die Zweigniederlassung der Bauer Maschinen GmbH erstmals die nächste Stufe ihrer bewährten Separieranlagen: Die BE-2550, die für das mittelständische Unternehmen aus Immenstadt im Allgäu (Deutschland) nach mehr als 20 Jahren Erfahrung im Mikrotunnelingmarkt nun den Einstieg in den Markt der Großtunnelingprojekte markiert.

Bauprojekt Eppenbergtunnel

Der Eppenbergtunnel ist doppelsturig und rund 3,2 km lang. Er ist das Herzstück des Vierspurausbaus zwischen Olten und Aarau, der am stärksten befahrenen Bahnachse der Schweiz, und damit ein Schlüsselprojekt für den Zugverkehr im Mittelland und der ganzen Schweiz. Im Fernverkehr planen die Schweizer Bundesbahnen (SBB) dank des Ausbaus ihrer Hauptschlagader einen Viertelstundentakt der Intercityzüge zwischen Bern und Zürich zur Hauptverkehrszeit, und auch die Voraussetzung für mehr Angebote im Regionalverkehr wird dadurch geschaffen. Seit November 2016 bohrt sich eine 115 m lange und 2400 t schwere Tunnelbohrmaschine mit 12,75 m Durchmesser in den Berg hinein. Bisher im offenen Modus (Hartgestein), für die

For more than 25 years, the company MAT Mischanlagentechnik has supplied the latest mixing and separation plants, also for complex and challenging projects. On the large Eppenberg Tunnel project in the Swiss canton Solothurn, the subsidiary of Bauer Maschinen GmbH has now for the first time demonstrated the next stage of their proven separation plant: the BE-2550, which after more than 20 years of experience in the microtunnelling market, represents the entry into the market for large-scale tunnel projects for the medium-sized company from Immenstadt in the Allgäu (Germany).

The Eppenberg Tunnel Construction Project

The Eppenberg Tunnel is twin-tracked and about 3.2 km long. It is the key structure of the four-lane widening between Olten and Aarau, one of the most high-volume lines in Switzerland and thus a key project for rail traffic in the central Swiss plain and indeed the whole country. With the new capacity on their main line, Swiss Railways (SBB) plans to run intercity trains on a quarter hourly cycle between Berne and Zürich at peak times, and the preconditions for more regional services will also be provided.

Since November 2016, a tunnel boring machine 115 m long with a weight of 2400 t and a diameter of 12.75 m has been boring into the mountain, until now in open (hard rock) mode although slurry support is being used for the remaining 700 m (soft ground). The new

verbleibenden 700 m unter Verwendung der flüssigkeitsgestützten „Slurry“-Technologie (Lockergestein). Hier, an dem letzten Teilstück des Eppenbergtunnels, ist seit dem 7. August 2017 die neue Separieranlage BE-2550 der MAT Mischanlagentechnik im Einsatz – und leistet ihren entscheidenden Beitrag dafür, dass der Eppenberg in diesem Winter in Gretzenbach durchstoßen werden kann.

Separieranlage bewegt 2400 m³ Bentonitsuspension pro Stunde

Die Separieranlage BE-2550 ist zusammengesetzt aus sechs baugleichen, aneinandergereihten Einzelanlagen vom Typ BE-425-60. Pro Stunde werden hier in einem geschlossenen Kreislauf 2400 m³ Suspension bewegt. Genauer gesagt handelt es sich um eine Bentonitsuspension, die den abgebauten Boden über eine 3 km lange Rohrleitung kontinuierlich zur Separieranlage abtransportiert. Hier wird die Bentonitsuspension in mehreren Prozessschritten über Siebe und Hydrozyklonstufen wieder vom Boden getrennt und erneut in den Kreislauf zum Hydroschild eingespeist. Zwei SKC-60-K Durchlaufmischanlagen sorgen für die kontinuierliche Herstellung der Bentonitsuspension.

Ein neues Geschäftsfeld für MAT

Für MAT Mischanlagentechnik ist die BE-2550 nicht nur ein neues Modell, das mit einer Länge von 22 m und einer Breite von 26 m in Sachen Größe ganz neue Maßstäbe setzt. Die Separieranlage definiert für die Immenstädter ein neues Geschäftsfeld. Dass dieses Projekt unter derart komplexen technischen und logistischen Herausforderungen termingerecht gemeistert werden konnte, sei ein großer Erfolg und das Ergebnis des professionellen Zusammenspiels des gesamten Projektteams, erläuterten die beiden Projektleiter der Firma Bauer, Kurt Ostermeier und Kathrin Solbach.

Den vom Kunden verlangten engen Zeitplan einzuhalten bedeutete, dass verschiedenste Bereiche firmen- und abteilungsübergreifend ineinandergreifen mussten. Angefangen von einer präzisen Konstruktion über eine passgenaue Fertigung bis hin zu einem hochqualifizierten Team aus Mechanikern und Elektrikern – Hand in Hand wurde die BE-2550 in den eigenen Werkstätten geschaffen. Auch die Logistik war ein entscheidender Erfolgsfaktor. Vor Ort mussten für Montage und Inbetriebnahme alle benötigten Werkzeuge, Maschinenkomponenten und Baustelleneinrichtungen sowie qualifiziertes Personal zur rechten Zeit am rechten Ort sein. Zunächst zur Werksabnahme in Immenstadt, wo 25 Lastwagen an nur fünf Arbeitstagen verladen wurden und später zur Inbetriebnahme in der Schweiz, wo jeder Lastwagen beinahe minutengenau auf der Baustelle ankam.

Bilder der MAT-Anlage BE-2550 gibt es auch unter www.youtube.com/BAUERGruppe im Bereich Maschinen/Equipment zu sehen.



separation plant BE-2550 from MAT Mischanlagentechnik has been in use on this last section of the Eppenberg Tunnel since August 7, 2017 – and is making a decisive contribution to ensuring that the Eppenberg Tunnel can be broken through this winter in Gretzenbach.

Separation Plant moves 2400 m³ of Bentonite Suspension per Hour

The separation plant BE-2550 is composed of six identical individual plants of type BE-425-60 in series, with 2400 m³ of suspension being treated per hour in a closed cycle. The bentonite suspension continuously transports the excavated spoil along a 3 km pipeline to the separation plant, where the excavated spoil is removed from the bentonite in several process stages with screens and hydrocyclone stages and fed back into the circulation to the Hydroschild machine. Two SKC-60-K continuous batching plants provide continuous production of new suspension.

A new Business Field for MAT

For MAT Mischanlagentechnik, the BE-2550 is not only a new model of a new magnitude with its length of 22 m and width of 26 m. The separation plant also represents a new field of business for the company from Immenstadt. That this project could be mastered on time with such complex technical and logistical challenges is a great success, and is the result of the professional collaboration of the entire project team, explain the two project managers for Bauer, Kurt Ostermeier and Kathrin Solbach.

Maintenance of the tight schedule demanded by the customer meant that the most varied companies and departments had to interact. Starting from a precise design, with precise production and a highly qualified team of mechanics and electricians – the BE-2550 was built hand-in-hand in the company workshops. The logistics were also a decisive success factor. All the tools, machine components and site facilities as well as qualified personnel all had to be on site at the right time. Firstly for the works acceptance in Immenstadt, where 25 trucks were loaded in only five working days, and later for the commissioning in Switzerland, where every truck arrived on site almost to the minute.

There are pictures of the MAT plant BE-2550 under www.youtube.com/BAUERGruppe in the area Maschinen/Equipment.



Kemroc

Spezialfräsen – Anbaugeräte für Tunnel- und Infrastrukturbau

Kemroc

Special Cutters for Tunnel and Infrastructure Construction



Quelle/credit: Kemroc

Kemroc-Universalfräsen der Baureihe ES (Flexator) lösen vielfältige Aufgaben im Tunnel- und Infrastrukturbau

Kemroc universal cutters of the series ES (Flexator) can be used for various cutting tasks in tunnelling and infrastructure construction

Mit seinem neuen Firmennamen Kemroc präsentierte sich das bisher unter dem Namen Erket firmierende Unternehmen aus Hämbach, Deutschland, Anfang Dezember auf der STUVA-Expo in Stuttgart. Einige Beispiele aus dem Produktprogramm zeigen: Kemroc-Spezialfräsen sind wirksame Lösungen, wenn herkömmliche Maschinen und Verfahren versagen oder nicht wirtschaftlich sind. Die Spezialfräsen dringen in schwierige Materialien, wo andere Anbaugeräte an ihre Grenzen stoßen. Während der diesjährigen Fachmesse STUVA-Expo bot Kemroc interessierten Messebesuchern Informationen über Spezialfräsen für den Baggeranbau, die insbesondere im Tunnel- und Infrastrukturbau verwendet werden. Dazu zählen die bereits weltweit erfolgreich verwendeten Kettenfräsen der Serie EK (Erkator): Diese Querschneidkopffräsen haben eine patentierte Mittelkette mit Fräsmeißeln zwischen ihren Schneidköpfen. Damit öffnen sie schmale, tiefe Gräben in harten Materialien wie Asphalt, Beton und Gestein, etwa beim Anlegen von Kanalgräben im Infrastrukturbau. Schneidräder der Serien SMW und DMW (Erweter) öffnen schmale Schlitz und Gräben bis 1000 mm Schneidtiefe – im Tunnelbau genauso wie etwa bei oberirdischen Abbruchprojekten. Universalfräsen der Serie ES (Flexator) lösen vielfältige Fräsaufgaben in vielen verschiedenen Werkstoffen. Sie dienen unter anderem zum profiligen, horizontalen oder vertikalen Bearbeiten von Flächen. 

The company formerly known under the name Erket from Hämbach, Germany, showed under their new name Kemroc at the STUVA-Expo in Stuttgart at the start of December. Some examples from their product range demonstrate: Kemroc special cutting attachments are effective solutions where conventional machines or processes cannot cope or are not economic. The special cutters can cut into difficult materials, where other attachments meet their match. At this year's specialist exhibition STUVA-Expo, Kemroc offered interested visitors information about special cutters as excavator attachments, which are used especially in tunnel and infrastructure construction. These include chain cutters of the EK (Erkator) series, which are used successfully all over the world: these have transverse cutting heads and a patented central chain with cutters between the cutting heads, and can be used to open narrow, deep trenches in hard materials like asphalt, concrete and rock, for example for utility and infrastructure works. Cutting wheels of the series SMW and DMW (Erweter) can cut narrow slots and trenches to a cutting depth of 1000 mm – in tunnelling or above ground on demolition projects. Universal cutters of the series ES (Flexator) can be used for various cutting tasks in various materials, and are often used for the horizontal or vertical cutting of surfaces to an exact profile. 

Anmeldung möglich
ab 15. Februar 2018

SWISS TUNNEL CONGRESS 2018

Fachtagung für Untertagbau

Der Swiss Tunnel Congress ist die führende Veranstaltung in der Schweiz für den schweizerischen und internationalen Tunnelbau, mit tiefgehenden und umfangreichen Informationen aus erster Hand: Experten berichten auf dem diesjährigen Kongress kritisch, offen und praxisnah über komplexe Problemstellungen, Erfahrungen und Lösungsstrategien bei aktuellen Tunnelbauprojekten.

13. bis 15. Juni 2018 in Luzern

Kolloquium, 13. Juni

Abdichtung und Entwässerung
im Untertagbau

Kongress, 14. Juni

Referate zu schweizerischen
und internationalen Tunnelbau-
projekten: Sanierungstunnel
Belchen, Gotthard-Strassen-
tunnel, Lötschberg-Basistunnel,
Tunnel de Champel, Eppenbergtunnel,
Tiefbahnhof Bern RBS,
Bözbergtunnel, Albulatunnel,
Gemeinschaftskraftwerk Inn,
Metro Doha, Grand Paris Ligne
15, Tunnel Euralpin Lyon - Turin,
Metro Roma Linea C3, Brenner
Basistunnel

Exkursionen, 15. Juni

Baustellen: Gubrist, Bözberg,
Eppenberg, Riedberg, Albula

Informationen zum Tagungs-
programm und Anmeldung:

www.swisstunnel.ch



Quelle/credit: Basler & Hofmann AG, Noë Flum, mit Genehmigung Implenia AG



FGU Fachgruppe für Untertagbau
GTS Groupe spécialisé pour les travaux souterrains
GLS Gruppo specializzato per lavori in sotterraneo
STS Swiss Tunnelling Society

Dillinger

Fertigung von Hochleistungsblechen für Herrenknecht-Tunnelbohrer

Im Tunnelbau sind Superlative Standard, regelmäßig werden irgendwo auf der Welt neue Rekorde aufgestellt. Kilometerlange Röhren durch Bergmassive, tief unter dem Meer hindurch oder zentimeternah in Städten an bestehender Infrastruktur vorbei: Mensch und Maschine bohren sich überall erfolgreich durch. Häufig sind dabei Tunnelbohrmaschinen (TBM) von Herrenknecht treibende Kraft – seit mehr als 15 Jahren maßgeblich unterstützt durch hoch leistungsfähige Stähle von Dillinger, Europas führendem Hersteller für Grobblechen mit Firmensitz im Saarland.

Großformatige, extra dicke Bleche für den TBM-Bau

Eine Tunnelbohrmaschine besteht aus etwa 80 000 Einzelteilen, rund 30 Prozent davon entfallen auf komplexe vorgefertigte und vormontierte Einheiten. Die Anforderungen an die Maschinen sind enorm: unterschiedliche Geologie – standfest, locker, brüchig oder auch nachquellend, grundwasserführende Böden,

Dillinger

Production of high-grade Plates for Herrenknecht TBMs

Superlatives are commonplace in tunnelling. Records are regularly established at some place or other around the globe. Tubes many kilometres in length penetrate mountain ranges, deep under the earth or just centimetres away from the existing infrastructure in urban areas: man and machine implement tunnelling wherever required. Often tunnel boring machines (TBMs) made by Herrenknecht are the driving force – for more than fifteen years greatly supported by high-grade steels from Dillinger, Europe's biggest manufacturer of heavy plates, based in the German Saarland.

Large-format, extra thick Plates for constructing TBMs

A tunnelling machine comprises around 800 00 individual parts, 30 % of which are accounted for by complex prefabricated and preassembled units. Enormous demands are placed on the machines: varying geologies – stable, soft, friable or even heaving soils bearing groundwater, tunnels running beneath estuaries, high overburdens, constricted



Quelle/credit: Dillinger

Rund 80 Prozent der Grobbleche von Dillinger sind Stähle der Güten S355J2+N nach Herrenknecht-Werksnorm mit eingeschränkten Kohlenstoffäquivalenten für gute Schweißigenschaften

Roughly 80 per cent of the heavy plates produced by Dillinger are steels of quality S355J2+N according to Herrenknecht works standard with restricted carbon equivalence for good welding properties

Tunnelführungen unter Meeresarmen, hohe Erdlasten, enge räumliche Gegebenheiten oder höchst setzungssensitive Bebauung über Tage. Und jede Maschine wird eigens für die jeweiligen Gegebenheiten konstruiert.

Ausgangspunkt bei der Wahl des Maschinentyps sowie des individuellen Designs einer TBM sind die spezifischen Anforderungen des jeweiligen Projektes: Geologie, Hydrologie, Baustellengegebenheiten und Kundenwünsche.

Wichtigster und vorderster Teil jeder TBM ist der Bohrkopf, für Lockergestein Schneidrad ge-

nannt, dessen Werkzeuge das Material abbauen und im rückwärtigen Bereich abtransportieren. Projektspezifisch auf die jeweilige Geologie ausgelegt, wird er etwa im Hartgestein mit gigantischer Vortriebskraft gegen die Ortsbrust gepresst. So sorgen beispielsweise die Doppelschild-TBM-Bohrköpfe in der rund 20 km langen Doppelröhre des norwegischen Follo-Line-Tunnels mit mehreren tausend Tonnen Vortriebskraft für einen effizienten Abtrag. Um diesen enormen Kräften standzuhalten, werden sie nahezu vollständig aus bis zu 280 mm dicken, großformatigen Hochleistungsblechen von Dillinger gefertigt. Auch die vier vollwandig zum Monoblock geschweißten Segmente des 7,9 m großen Schneidrads für den Erkundungsstollen Tulfes-Pfons am Brenner-Basistunnel wären ohne die extra dicken und breiten Bleche aus Dillinger nicht machbar. „Das Verhältnis von Breite und Dicke der Bleche von Dillinger ist sehr gut“, betont Stephan Göggel, verantwortlicher Leiter für die Fertigung bei Herrenknecht in Schwanau. „Wir brauchen fast ausschließlich die Güte S355 in 200 mm Dicke – und da besonders breite Bleche, um Schweißnähte zu sparen.“

Außergewöhnliche Breite der Bleche ist auch beim Bau des Schildes gefragt, der annähernd den gleichen Durchmesser wie der Bohrkopf hat. Er schützt den Hauptantrieb und stützt das ausgebohrte Loch, bis es ausgekleidet ist. Aus neun bis zu 4,2 m breiten und 10 m langen Blechen wird ein Schild mit einem Durchmesser von 15 m gebaut und verschweißt.

Gebündelte Kraft

Auch für den Getriebeblock, dessen Maße sich durch Drehmoment und Vortriebskräfte ergeben, sind die extrem dicken Bleche von Dillinger in großen Abmessungen für Herrenknecht unverzichtbar. Antrieb und Getriebe als vormontierte Einheit sind der größte und zugleich schwerste Teil jeder Maschine.

Charakteristisch für die Getriebe der Herrenknecht-Maschinen sind Monoblockgehäuse. Sie gewährleisten für die ebenfalls



450 m lang, 3000 t schwer, 9,43 m Bohrdurchmesser: Als bisher längste Herrenknecht-TBM mit Dillinger-Grobblechen war „Sissi“ an den Ausbruchsarbeiten des Gotthard Basistunnels beteiligt

450 m long, 3000 t heavy, 9.43 m boring diameter: "Sissi", so far the longest Herrenknecht TBM with Dillinger heavy plates, was one of the TBMs that drove the Gotthard Base Tunnel

space conditions or buildings extremely sensitive to settlement on the surface. And every machine is designed especially for what it is meant to accomplish.

The specific requirements of a given project, geology, hydrogeology, on-site construction and customer's wishes, represent the starting point for selecting the type of machine as well as the individual design of a TBM.

The most important and the forwardmost part of every TBM is the cutter head, known as the cutting wheel in soft soils, whose tools extract the material and remove it within the rear section.

Geared to the geology encountered

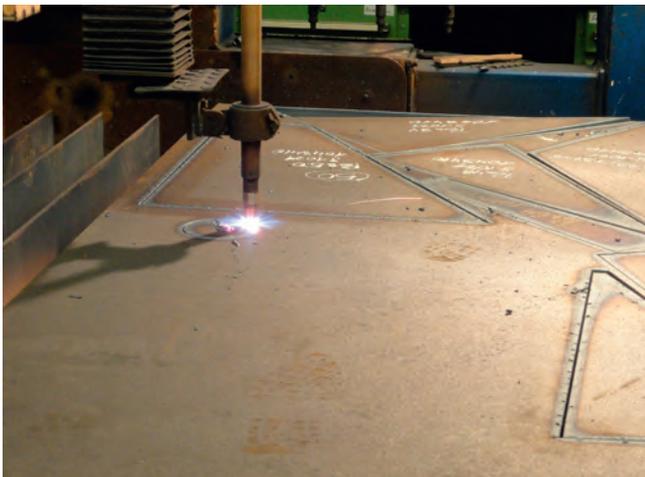
in a specific project, it acts against the face with gigantic driving force in hard rock for instance. Thus for example the double shield TBM cutter heads in the roughly 20 km long twin tubes of the Norwegian Follo Line Tunnel provide several thousand tonnes' driving force for efficient extraction. In order to cope with such enormous forces, they are almost entirely produced from up to 280 mm thick, large-format high-grade plates made by Dillinger. Furthermore, the four segments of the 7.9 m large cutter wheel welded to form a fully walled monoblock for the Tulfes-Pfons exploratory tunnel at the Brenner Base Tunnel would have been inconceivable without the extra thick and wide plates from Dillinger. "The ratio of width and thickness of the plates from Dillinger is very good", emphasized Stephan Göggel, the responsible production manager with Herrenknecht in Schwanau. "We need almost exclusively the quality S355 with a thickness of 200 mm – and particularly wide plates to boot in order to save on welding seams".

Extraordinary width of the plates is also called for when constructing the shield, which possesses practically the same diameter as the cutter head. It protects the main drive and supports the cavity that is produced until it is lined. A shield with a diameter of 15 m is produced and welded from up to nine plates of up to 4.2 m in width and 10 m in length.

Bundled Force

The extremely thick plates produced by Dillinger in large dimensions are also absolutely essential for Herrenknecht for the transmission block, whose size depends on the torque and thrusting forces. The drive and gearbox as a preassembled unit represent the largest and at the same time heaviest part of each machine.

Monoblock housings are characteristic for the gearbox of the Herrenknecht machines. They assure maximum stability for the drive block, which is also specially designed. Many individual motors, which are bundled in a main bearing, generate the torque for the cutter head. So far the record is held by 48 individual motors for



Quelle/Credit (2): Dillinger

Das Schneidrad wird aus bis zu 280 mm dicken, großformatigen Hochleistungsblechen der Dillinger gebrannt, bevor das wichtigste und vorderste Teil jeder TBM anschließend vollwandig zum Monoblock verschweißt und weiterbearbeitet wird

The cutting wheel is made from up to 280 mm thick, large-format high-grade plates from Dillinger. The most important and forwardmost part of every TBM is subsequently welded and further processed to form a full walled monoblock

besondere Konstruktion des Antriebsblocks maximale Stabilität. Viele Einzelmotoren, die in einem Hauptlager gebündelt werden, erzeugen das Drehmoment für den Bohrkopf. Den Rekord halten bislang 48 Einzelmotoren für das Hauptlager der Erddruckschildmaschine, die beim Bau des dreispurigen M-30-Stadtautobahntunnels in Madrid eingesetzt wurde. Mit 96 000 kNm Drehmoment wurde dort Bohrkopf angetrieben. Im Durchmesser getoppt wurde diese Maschine durch eine TBM mit fast 16 m Bohrdurchmesser, die derzeit den Santa Lucia Straßentunnel zum Ausbau der Autobahn zwischen Florenz und Bologna bohrt. Der hier eingebaute Bohrkopftrieb ist der bisher größte Getriebeblock aus der Herrenknecht-Fertigung.

Um die ausgeklügelte Technologie zu schützen, werden alle Getriebegehäuse und Antriebsblöcke in Schwanau gebaut. Für die Konstruktion dieser schweren Monoblockgetriebegehäuse liefert Dillinger mit 240 mm die dicksten Grobbleche, die es überhaupt auf dem Markt gibt, in Länge und Breite so schnittoptimiert ausgelegt, dass die Gehäuse mit einem maximalen Stückgewicht von 25 t noch handhabbar sind. Aus diesem Grund erfolgt die Beschaffung der Bleche auch direkt durch das Team um Stephan Göggel in der Komponentenfabrik. „Wir wissen, wann wir welche Spezifikationen brauchen, welche Anforderungen wir haben und welche Bauteile wir aus den jeweiligen Blechen fertigen. Speziell für Bohrköpfe oder Getriebegehäuse ist die Auswahl möglicher Lieferanten eng.“

Auch Distanz-, Trag- und Adapterringe, Lager und Dichtungen baut Herrenknecht selber, lediglich Hydraulikkomponenten werden hinzugekauft. Bis zu zehn Ringe werden pro Antrieb verbaut, mit Durchmessergrößen von 3–8 m und einem Stückgewicht von bis zu 15 t. Die Bleche für die Ringe fertigt Dillinger, gewalzt werden sie bis zu einer Dicke von 120 mm und 400 mm Breite bei



Monoblockgetriebegehäuse: Für die bis maximal 25 t schwerste Einheit der TBM liefert Dillinger bis zu 240 mm dicke Grobbleche

Monoblock gearbox housing: Dillinger supplies heavy plates up to 240 mm thick for the largest and heaviest unit of the TBM (up to maximum 25 t in weight)

the main bearing of the earth pressure balance (EPB) machine, used to build the three-lane M30 city motorway tunnel in Madrid. The cutter head there was driven by a torque of 96 000 kNm. The diameter of this machine, however, was bettered by a TBM with almost 16 m excavated diameter currently being employed to produce the Santa Lucia road tunnel to upgrade the motorway between Florence and Bologna. The cutter head drive installed here is the biggest gearbox provided by Herrenknecht.

All gearbox housings and drive units are built in Schwanau in order to protect the intricate technology. Dillinger supplies the thickest heavy plates (240 mm) to ever appear on the market for producing these heavy monoblock gearbox housings. They are optimally cut in terms of length and width so that the housings weighing a maximum 25 t each can still be handled. For this reason, the plates are procured directly by Stephan Göggel and his team in the component plant. “We are aware when we need certain specifications, what our requirements are and which component parts we have to produce from the plates in question. The choice of possible suppliers is limited particularly for cutter heads and gearbox housings”.

Herrenknecht also builds spacer, bearing and adapter rings, bearings and gaskets itself although it does purchase the hydraulic components. Up to ten rings are required for a drive unit, involving diameter sizes of 3–8 m and weighing up to 15 t each. Dillinger produces the plates for the rings, then they are rolled to a thickness of 120 mm and a width of 400 mm at Herrenknecht. For larger sizes such as these used for the Santa Lucia Tunnel in northern Italy, the tunnelling machine specialist again calls upon the services of Dillinger.

Speedy Reaction

As soon as the TBM design department comes up with the concrete dimensions for the plates, as far as the production manager is concerned the heavy plates cannot be delivered quickly enough. After all, the entire machine is constructed around the gearbox housing so that the progress of the project decisively depends on Dillinger's supply capability.

“Dillinger supplies us with the heavy plates required for a project within eight to ten weeks. That's really fast”, Stephan Göggel acknowledges. “The fact that the deadline for delivery is adhered to so reliably, also speaks for Dillinger, for that's not something necessarily customary in the steel branch”, adds the production manager. Roughly 80 per cent of the plates are S355J2+N quality steels

Herrenknecht. Bei größeren Formaten, wie für den Santa Lucia-Tunnel in Norditalien, greift der Tunnelbohrmaschinenpezialist auch hierfür auf die Kompetenz von Dillinger zurück.

Schnelle Reaktion

Sobald bei Herrenknecht die TBM-Konstruktion mit den konkreten Maßen für die Bleche feststeht, kann es aus Sicht des Fertigungsleiters mit der Grobblechlieferung gar nicht schnell genug gehen. Denn um das Getriebegehäuse herum wird die gesamte Maschine gebaut, sodass der Projektfortschritt maßgeblich von der Lieferperformance von Dillinger abhängt.

„Dillinger liefert uns die projektspezifisch ausgelegten Grobbleche binnen acht bis zehn Wochen. Das ist sehr schnell“, lobt Stephan Göggel. „Auch der verlässlich eingehaltene Liefertermin spricht für Dillinger, denn das ist in der Stahlbranche nicht unbedingt üblich“, so der Fertigungsleiter.

Rund 80 Prozent der Bleche sind Stähle der Güten S355J2+N nach Herrenknecht-Werksnorm mit eingeschränkten Kohlenstoffäquivalenten für gute Schweiß Eigenschaften. Die Grobbleche gewährleisten höhere Kerbschlagwerte als von der Norm verlangt wird. Neben den normalen Ultraschallprüfungen belegen bei besonderen Einsatzfällen zudem Ultraschallprüfungen der Klasse S3E3, dass die Bleche frei von Einschlüssen, Verunreinigungen und flächigen Trennungen im Blechmittbereich sind. Auch Sonderanfertigungen in Z-Güte – Z15, Z25, Z35 – für Beanspruchungen in Blechdickenrichtung bei großen Blech- und Schweißnahtdicken – werden bei Dillinger in Auftrag gegeben.

In der Komponentenfabrik in Schwanau werden alle Konturschnitte erstellt, die einzelnen Elemente anschließend zusammengebaut, verschweißt, mechanisch bearbeitet und zum fertigen Getriebegehäuse vormontiert.

Laut Stephan Göggel bietet Dillinger auch das breiteste Produktspektrum an Blechdicken, Längen, Breiten und Güten. „Wir benötigen sehr viele Bleche mit Spezifikationen und hohen Stückgewichten wie ein 220 mm dickes Blech mit 4 m Breite. Hier hat Dillinger im Stranggussverfahren weltweit eine Spitzenposition.“ Die gemeinsame Jagd nach neuen Rekorden im Tunnelbau läuft weiter: Das Auftragsbuch von Herrenknecht für Tunnelbohrmaschinen ist voll. Ob für Autoverkehr, Eisenbahn oder Metro: Überall auf der Welt vertrauen Metropolen zum Ausbau ihrer Transportwege auf die Technik aus Schwanau mit Blechen aus Dillinger.



according to Herrenknecht works standard with restricted carbon equivalence for good welding properties. The heavy plates guarantee higher impact values than demanded by the norm.

In addition to normal ultra sonic tests, ultra sonic tests of class S3E3 prove in particular cases of deployment that the plates are free of inclusions, contaminants and extensive divisions in the plate centre area. Special products in Z quality – Z15, Z25, Z35 – for stresses in the through-thickness direction given large plates and welding seam thicknesses – are commissioned from Dillinger.

All contour cuts are produced at the component plant in Schwanau, the individual elements assembled, welded, engineered and pre-assembled as a complete gearbox casing. According to Stephan Göggel Dillinger offers the most varied range of plate thicknesses, lengths, widths and qualities. “We require a large number of plates with specifications and high unit weights such as a 220 mm thick plate with a width of 4 m. Here Dillinger occupies a leading position worldwide in continuous casting.” The common pursuit of new records in tunnelling goes on: Herrenknecht’s order books for tunnel boring machines are full. Whether for road transport, rail or metro: all over the world big cities place their trust for expanding their transport arteries in technology from Schwanau coupled with plates from Dillinger.



Would you
like to fill
your vacancy
with the
best specialists?

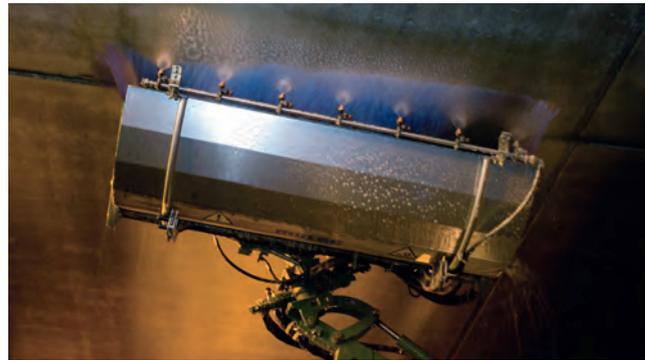
Mercedes-Benz

Unimog wäscht Pariser Tunnel

Die Pariser Stadtreinigungsbetriebe Propreté de Paris setzen im Bereich der Straßenunterhaltung auf den Mercedes-Benz Unimog. Die Stadtverwaltung verfügt über neun Unimog U 400 mit Tunnelwaschgeräten der Mulag Fahrzeugwerke in Oppenau, Deutschland. Darüber hinaus sind die Fahrzeuge mit Wechselaufbauten (Salzstreuer, Schneepflüge und Schneefräsen) ausgerüstet.

Die Unimogs U 400 wurden im Mercedes-Benz Lkw-Werk in Wörth a. Rh. (Rheinland-Pfalz)

der Daimler AG gefertigt. Sie haben Zweikreis-Hydraulik bzw. Zapfenwellenantrieb für die Geräte und einen 177 PS starken Vier-Zylinder BlueTec-Motor. Der Ausleger des Tunnelwaschgeräts FME 600-T von Mulag hat eine Reichweite von jeweils 5,5 m nach rechts oder links. Er ist zum Reinigen von Wänden, Decken und



Der Ausleger des Tunnelwaschgeräts FME 600-T von Mulag ist zum Reinigen von Wänden, Decken und Leuchtbandeinrichtungen in Tunneln und Unterführungen konzipiert

The boom of the FME 600-T tunnel washing unit by Mulag is designed to clean walls, ceilings and continuous lighting strips in tunnels and subways

Mercedes-Benz

Unimog washes the Tunnels of Paris

The road maintenance department of the municipal cleaning services in the French capital – Propreté de Paris – have been working for several years working with the Mercedes-Benz Unimog. To this end the municipal authority in Paris purchased a total of nine Unimog U 400 with tunnel washing units by the leading manufacturer of mowing and tunnel cleaning equipment, Mulag, based in Oppenau, Germany. In addition the vehicles come with demountable bodies for grit spreaders, snowploughs and snow clearance units.

The Unimog U 400 were produced at Daimler AG's Mercedes-Benz truck plant in Wörth am Rhein. They are equipped with dual-circuit hydraulics and ptos for the implements, and are powered by a 177 hp four-cylinder BlueTec engine. The boom of the FME 600-T tunnel washing unit by Mulag has a range of 5.5 m to the right or left. It



Die Stadtreinigungsbetriebe von Paris verfügen über neun Unimog U 400, die zur Wäsche von rund 720 000 m² Flächen in 30 Tunneln des Boulevard Périphérique eingesetzt werden

The road maintenance department of the municipal cleaning services in Paris use nine Unimog U 400 To clean the well over 30 tunnels of the Boulevard Périphérique with 720 000 m² of tunnel surfaces

Bergmann

Dumper mit drehbarem Fahrstand

Bei aktuellen Einsätzen in den Mammutprojekten Stuttgart 21 und Brenner Basistunnel hat sich der Bergmann 5025 regelrecht unentbehrlich gemacht. Jetzt stellen die Meppener Spezialisten ihr Spitzenprodukt erstmals auch einem breiten Publikum der Steinbruchbranche vor. Auch hier sind enge Platzverhältnisse an der Tagesordnung. Eine ausgeprägte Wendigkeit in Verbindung mit souveräner Geländegängigkeit sind die wesentlichen Grundlagen für Flexibilität und Wirtschaftlichkeit. Das Bergmann-Grundkonzept der zweiachsigen Ausführung eines allradgetriebenen Knicklenkers mit 25 t Nutzlast kam auf der Steinexpo gut an. In Verbindung mit der gezielt breit und kurz geformten Mulde, die tief in den Rahmen reicht, ermöglicht der Knickwinkel von bis zu 40° engste Kurvenradien bei gleichzeitig stabilem Fahrzeugschwerpunkt. Alleinstellungsmerkmal ist der drehbare Fahrerstand als wesentliches Merkmal des 5025. 

Bergmann

Dumper with rotatable Driver's Cab

The Bergmann 5025 has shown its worth for huge projects such as Stuttgart 21 and the Brenner Base Tunnel. Now the specialists from Meppen, Germany, have also presented their top product to a wider audience in the quarry industry. Constricted conditions are the order of the day in this branch too. Maneuverability in conjunction with superb terrain handling represents the essential features for flexibility and economy. The Bergmann basic concept for the two-axle version of an all-wheel articulated vehicle with 25 t service load impressed at the Steinexpo fair. The narrowest curved radii are possible with the articulation angle of up to 40° thanks to the intentionally wide and short designed skip, which sits deep in its frame lending the vehicle even greater stability. The rotating driver's cab is a significant feature of the 5025 making it a unique selling point. 

www.bergmann-mb.de



Quelle/Credit: Bergmann

Bei aktuellen Einsätzen in den Mammutprojekten Stuttgart 21 und Brenner Basistunnel hat sich der Bergmann 5025 regelrecht unentbehrlich gemacht

The Bergmann 5025 has shown its worth for huge projects such as Stuttgart 21 and the Brenner Base Tunnel

Fliegl

Abschiebewagen

Fliegl

ASW Stone Offroad



Quelle/Credit: Fliegl

Schüttgut wird nicht ausgekippt, sondern ausgeschoben: Wo Kipper beim Entladen aus dem Gleichgewicht geraten können, steht der Abschiebewagen immer noch sicher auf den Reifen

Bulk material is not dumped but pushed off the load area: Where dumpers tend to lose their equilibrium during unloading, the ASW Stone Off-road still stands safely on its wheels

Im Tiefbau, Bergbau und Untertage stoßen Unternehmen oft schnell an ihre Grenzen: Ob zu niedrige Hallen, Brücken oder Tunnel – mit regulären Kippern sind die Baumaßnahmen häufig nicht durchzuführen. Und auch in der Abbruch-, Erdbewegungs- und Bodenstabilisierungsbranche muss zu besonderen Maßnahmen gegriffen werden. Eine Lösung bietet der Fliegl Abschiebewagen, vor allem durch seine Kippsicherheit. Möglich macht das der niedrige Schwerpunkt. Wo Kipper beim Entladen aus dem Gleichgewicht geraten, steht der Abschiebewagen immer noch sicher auf den Reifen. Für extra harte Einsätze entwickelte die Fliegl Bau- und Kommunaltechnik GmbH den Fliegl „ASW Stone Offroad“. Dieser eignet sich vor allem für Erdbewegungen bzw. Transporte innerhalb von größeren Bauprojekten. Das Fahrzeug überzeugt vor allem durch seine Wirtschaftlichkeit: durch weniger Verschleiß, hohe Zeitersparnis und geringerem Lohn- und Kraftstoffaufwand. 

Companies often find themselves stretched to their limits in foundation engineering, mining and below ground. Whether it's excessively low halls, bridges or tunnels, construction measures simply cannot be fulfilled using conventional dumpers. Special measures must also be resorted to in the excavation, earth-moving and soil stabilising branch. The Fliegl ASW Stone Off-road truck with its push-off technology offers a solution in such cases. Its stability is outstanding. This is facilitated by a low centre of gravity. Where dumpers tend to lose their equilibrium during unloading, the ASW Stone Off-road still stands safely on its wheels. The Fliegl Bau- und Kommunaltechnik GmbH developed the Fliegl "ASW Stone Off-road" for extremely tough assignments. It is especially suitable for earth-moving as well as transportation within major construction projects. The vehicle first and foremost convinces through its economy: less wear, high time savings and low wage and fuel outlay. 

66. Geomechanik Kolloquium in Salzburg

Mit mehr als 800 Teilnehmern – zuzüglich weiterer 200 Personen (drei Berufsschulklassen, Aussteller und zahlreiche Ausstellungsbetreuer) – und über 20 Vorträgen zählte das Geomechanik Kolloquium der Österreichischen Gesellschaft für Geomechanik (ÖGG) vom 12. bis 13. Oktober 2017 auch dieses Jahr wieder zu den wichtigsten deutschsprachigen Vortragsveranstaltungen des Fachgebietes. In den Pausen drängten sich die Besucher an den Ständen der 57 Aussteller und 12 Universitätsinstitute, um sich auszutauschen sowie über aktuelle Projekte und mögliche Aufträge zu sprechen.

66th Geomechanics Colloquium in Salzburg

This year's Geomechanics Colloquium held by the Austrian Society for Geomechanics (ÖGG) from October 12 to 13, 2017 in Salzburg was again one of the top events in its field in the German-language speaking world. It attracted more than 800 participants – as well as a further 200 persons (drawn from three vocational school classes, exhibitors and a large number of advisors connected to the exhibition). During the breaks, visitors thronged the booths belonging to the 57 exhibitors and 12 university institutes in order to exchange views and discuss topical projects as well as possible orders.

Dipl.-Ing. Roland Herr, internationaler Freier Journalist/international freelance journalist, Bangkok (Thailand)/Wetzlar (Deutschland/Germany), herrroland@t-online.de

„Wieder einmal hat die ÖGG ein sehr interessantes Vortragsprogramm zu bieten mit vier Halbtages-Themen, nämlich den geomechanischen Aspekten bei aktuellen Tunnelbauwerken und der Instandsetzung von Infrastrukturbauwerken am heutigen Donnerstag sowie der baugelogeischen Dokumentation, die das Problemfeld der geänderten Geologien beleuchtet, und den verschiedenen Gesichtspunkten bei Planung, Bemessung und Überwachung im Druckstollenbau am morgigen Freitag,“ bereitete Univ.-Prof. Dr. Wulf Schubert (**Bild 1**) die Teilnehmer in seiner Begrüßung auf das umfangreiche Programm vor.

Dies tat er in seiner Funktion als alter und neuer Vorstandvorsitzender – am 11. Oktober 2017 war nahezu der gesamte Vorstand bei der regulären Wahl für eine weitere Amtsperiode ab 1. Januar 2018 bestätigt worden. Neu im Amt sind Dietmar Bach, der Andreas Leitner als Finanzreferent ablöst, und Dr. Andreas Goricki, der in der Fachsektion Felsmechanik und Felsbau den scheidenden Univ.-Prof. Dr. Rainer Poisel ersetzt.

Über die ÖGG-Vorstandssitzung am Abend des 11. Oktober 2017 hinaus wurden bereits tagsüber drei Workshops angeboten. Sie finden im jährlichen Wechsel mit dem ebenfalls dann vorgelagerten Tunneltag statt, der 2018 wieder stattfinden wird.

Erfahrungen mit neuer ÖGG-Richtlinie

Im ersten Workshop mit rund 65 Teilnehmern wurden die Erfahrungen mit der ÖGG-Richtlinie „Geotechnische Planung mit zyklischem Vortrieb“ ausgetauscht, die 2001 erstmalig veröffentlicht und 2008 überarbeitet wurde. Diskutiert wurden die Erfahrungen

„Once again the ÖGG has a very interesting programme of lectures to offer with four half-day topics, namely the geomechanical aspects of current tunnel projects and the refurbishment of infrastructure today on Thursday as well as an engineering geological documentation, examining the problems of changing geologies, and various aspects of planning, dimensioning and surveillance connected with producing headrace tunnels tomorrow on Friday“, is how Univ.-Prof. Dr. Wulf Schubert (**Fig. 1**) introduced the participants to the extensive programme in his welcoming speech.

This was done in his old and new function as chairman of the board – on October 11, 2017, practically the entire board were confirmed in office for a further term as from January 1, 2018 at the recurring election. New to the board are Dietmar Bach, who replaces Andreas Leitner to take charge of financial affairs, and Dr. Andreas Goricki, taking over from Univ.-Prof. Dr. Rainer Poisel, who has stepped down from supervising the section for rock mechanics and rock construction. In addition to the ÖGG board meeting on the evening of October 12, 2017, three workshops were held during the day. They are staged every second year alternating with the „Tunneltag“ (Tunnel Day), which also takes place up front and will be held again in 2018.

Experiences with the new ÖGG Guideline

At the first workshop involving around 65 participants the experiences gained with the ÖGG Guideline „Geotechnical Planning with continuous Excavation“ were exchanged. It was first published in 2001 and revised in 2008. Findings with applying the guideline in practice were discussed; suggestion for improvements and amendments



Quelle/credit (2): Roland Herr

- 1 Prof. Wulf Schubert, alter und neuer ÖGG-Präsident, begrüßte die über 800 Teilnehmer des 66. Geomechanik Kolloquiums 2017 in Salzburg, Österreich

Prof. Wulf Schubert, the old and new ÖGG president, welcomed the more than 800 participants at the 66th Geomechanics Colloquium in Salzburg

mit der Umsetzung der Richtlinie in Planung und Bau; es wurden Anregungen für Verbesserungen und Ergänzungen gegeben und eine Fortschreibung der Richtlinie aufgrund der erreichten Ergebnisse in Aussicht gestellt.

Fortsetzung des Workshops „Injektionen“

Etwa 110 Teilnehmer tauschten im zweiten Workshop ihre Erfahrungen mit der Anwendung der gängigsten Injektionsmittel im Verkehrstunnelbau und beim Bau von Hochdruck-Wasserkraftanlagen aus. Zum Thema „Injektionen“ hatte es bereits vor zwei Jahren einen sehr gut besuchten Workshop gegeben, allerdings mit anderen Schwerpunktthemen. Nach einer Einführung in die Anwendungsbereiche mit Vermittlung der Grundlagen, Einsatzbereiche und Materialtechnologien folgte die praktische Anwendung in einem Parcours: im Stationsbetrieb wurden verschiedene Injektionsmittel mit ihren wichtigsten Materialeigenschaften sowie deren Prüfung vorgeführt und erläutert. Abschließend erhielten die Teilnehmer umfangreiche Erfahrungs- und Anwendungsberichte aus der Planung, Ausschreibung und Ausführung und diskutierten rege darüber.

Felsmechanik im überarbeiteten Eurocode 7

Im dritten Workshop befassten sich etwa 36 Teilnehmer mit der bisher eher untergeordneten Rolle von Felsmechanik und Felsbau im Eurocode 7 (EN 1997), dessen Überarbeitung sich in 2017 in einer entscheidenden Phase befindet. Es wurde eine vom Project Team 2 des Eurocode 7 Committee erarbeitete Version mit Änderungsvorschlägen diskutiert, um den Eurocode 7 auch im Felsbau und auf felsmechanische Aufgabenstellungen anwendbar zu gestalten.



- 2 Stolz nimmt Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Jörg Bauer (rechts) die Verleihungsurkunde zum Leopold Müller Preis 2016 von Prof. Schubert entgegen

Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Jörg Bauer (on the right) accepted the Leopold Müller Prize 2018 certificate with pride from Prof. Schubert

were put forward and updating the guideline on the basis of the results achieved contemplated.

Continuation of the Workshop on “Grouting”

Some 110 participants discussed their experiences with applying the most customary grouting agents in transport tunnel construction at the second workshop and when producing high-pressure hydro power plants. A well attended workshop on “Grouting” already took place two years ago, albeit it concentrated on other aspects. Following an introduction to the fields of application with the presentation of the principles, scope of operation and material technologies, practical use was resorted to that involved various grouting agents and their most essential material properties. Testing was also featured and explained. Subsequently the participants were presented with extensive reports dealing with findings and applications from planning, tendering and execution, resulting in a lively debate.

Rock Mechanics in revised Eurocode 7

The third workshop involving around 36 participants examined the somewhat subordinate role played so far by rock mechanics and rock construction in Eurocode 7 (EN 1997). The revision process finds itself in a decisive phase in 2017. A version with proposals for changes drafted by Project Team 2 of the Eurocode 7 Committee was discussed in order to assure the applicability of the Eurocode 7 in rock mechanics and rock construction as well.

Leopold Müller Prize 2016

In spite of all the activities the previous day, the Leopold Müller Prize 2016 presentation ceremony was well attended. The prize is awarded on a yearly basis during the Geomechanics Colloquium

Leopold Müller Preis 2016

Trotz des umfangreichen Programms am Vortag war auch die Verleihung des Leopold Müller Preises 2016 sehr gut besucht; der Preis wird seit 1984 jährlich jeweils anlässlich des Geomechanik Kolloquiums des Folgejahres übergeben. Ausgezeichnet wurde Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Jörg Bauer (**Bild 2**) für seine hervorragende wissenschaftliche Arbeit und Dissertation zum Thema „Seitendruck auf Pfahlgründungen in bindigen Böden infolge quer zur Pfahlachse wirkender Bodenverschiebungen“. Nach der Vorstellung seiner Arbeit und Ergebnisse begann die erste Halbtags-Sitzung unter Vorsitz von Wolfgang Stipek und Prof. Wulf Schubert.

Geomechanische Aspekte bei aktuellen Tunnelbauvorhaben

In fünf Fachvorträgen über unterschiedliche Großprojekte wurde dargestellt, wie wichtig moderne Messmethoden in der geotechnischen Überwachung, die qualifizierte Aufbereitung der Ergebnisse und deren Interpretation für eine erfolgreiche Festlegung von Maßnahmen in der Bauausführung sind.

Dr. Bernd Moritz, Dr. Thomas Pilgerstorfer und Peter Pointner berichteten über das *Systemverhalten des Koralm-Tunnel-Bauloses KAT3 in einem geomechanisch herausfordernden Umfeld*. Insbesondere wurden dabei die für das Ausbruch- und Ausbaukonzept wichtige, seicht liegende Anfangsstrecke am Westportal als auch die mit rund 1200 m höchsten Überlagerungen betrachtet (**Bild 3**). Den *Vortrieb der Nothaltestelle am Semmering Basistunnel in komplexen Gebirgsverhältnissen*, der bei großen Ausbruchquerschnitten auf engstem Raum eine besondere Herausforderung darstellt, erläuterten Alexander Poisel, Johannes Weigl, Tobias Schachinger, Robert Vanek und Gernot Nipitsch. Prof. Konrad Bergmeister und Dr. Chris Reinhold gaben einen aktuellen Stand der Bauarbeiten am *Brenner Basistunnel* und unterstrichen die *Bedeutung des Erkundungsstollens für die Lern- und Optimierungsphasen* im gesamten Projekt. Insbesondere gingen sie dabei auf die wertvollen Erkenntnisse aus dem Vortrieb des Erkundungsstollens für den Bau der beiden Hauptvortriebe ein.

Beim *Tunnelausbruch und Ausbau im Karst* muss man jederzeit mit unterschiedlich gefüllten – leeren oder teilweise bis vollständig gefüllten – Strukturen rechnen. Wie beim *DB-Großprojekt Stuttgart-Ulm, Altbauaufstieg, Steinbühl-Tunnel* durch gute Arbeitsvorbereitung, hohe qualitative Erkundungsmaßnahmen und gutes Vortriebs- und Führungspersonal die Risiken reduziert werden konnten, erläuterten Kurt Johann und Jürgen Voringner.

Dr. Alfred Stärk, Roser Sulol Pujol, Nigel Hill und Cliff Kettle zeigten am Beispiel der Hebungsinjektionen im Baulos C510 des 120 km langen Eisenbahnprojektes Crossrail auf, wie schwierig die Balance zwischen Gebäudeschutz und Kollateralschäden ist. Sie beleuchteten die Gratwanderung zwischen gewünschter Setzungskontrolle durch Hebungsinjektionen und der Vermeidung von negativer Beeinflussung auf angrenzende Bereiche. Beschrieben wurde die nicht für möglich gehaltene punktuelle Rückstellung eines Pfeilers durch gezielte Hebungsinjektionen.

held the following year. The award on this occasion went to Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Jörg Bauer (**Fig. 2**) for his outstanding scientific work and dissertation on "Numerical Studies on the Influence of Sand Deposits in soft cohesive Soils on the lateral Loading of Piles". After the presentation of his work and the results, it was time for the first half-day session chaired by Wolfgang Stipek and Prof. Wulf Schubert.

Geomechanical Aspects of current Tunnelling Projects

Five lectures on major international tunnelling projects were delivered indicating how essential modern measuring methods are in geotechnical surveillance, for providing qualified preparation of results and their interpretation for successfully determining measures for the execution of construction.

Dr. Bernd Moritz, Dr. Thomas Pilgerstorfer and Peter Pointner reported on the systemic behaviour of contract section KAT3 of the Koralm Tunnel in a geomechanically challenging environment. In this connection, special focus was accorded the initial, shallowly located section at the west portal, which was important for the excavation and lining concept, as well as the highest overburdens of around 1200 m (**Fig. 3**). Driving the emergency halt at the Semmering Base Tunnel in complex rock conditions, which represents a special challenge given major excavation cross-sections within constricted space, was a theme explained by Alexander Poisel, Johannes Weigl, Tobias Schachinger, Robert Vanek and Gernot Nipitsch. Prof. Konrad Bergmeister and Dr. Chris Reinhold focused on the latest construction work accomplished at the Brenner Base Tunnel and underlined the significance of the exploratory tunnel for the overall project's learning and optimisation phases. They scrutinised especially the invaluable recognitions obtained from excavating the exploratory tunnel in order to produce the main drive.

When engaged in excavating and lining tunnels in karst at any time one must reckon with structures that are filled up in a different manner – either empty, partially or completely filled. Kurt Johann and Jürgen Voringner described how risks can be reduced thanks to good work preparation, high quality exploratory measures and competent tunnelling and supervisory personnel for the DB Stuttgart-Ulm, Altbauaufstieg, Steinbühl Tunnel major project.

Dr. Alfred Stärk, Roser Sulol Pujol, Nigel Hill and Cliff Kettle revealed taking the example of compensation injections in contract section C510 of the 120 km long Crossrail project just how difficult it is to find a balance between protecting buildings and collateral damage. They described the tightrope walk between desired control of settlements through compensation grouting and avoiding negative effects on adjacent areas. The gradual restoration of a pillar through targeted compensation grouting, something that appeared impossible at first, was described.

Refurbishment of Infrastructure

For many tunnels, the issue of refurbishment has become a topic, on the one hand because they are many years old and on the other, regulations have changed so they must be adapted. The six papers presented on the second half-day reflected the wide spectrum



Quelle/credit: Roland Herr

- 3 Der erste Referent des Geomechanik Kolloquiums 2017, Dr. Thomas Pilgerstorfer von Geoconsult, hielt seinen Vortrag vor einem mit rund 800 Zuhörern voll besetzten Saal

The first speaker at the 2017 Geomechanics Colloquium, Dr. Thomas Pilgerstorfer from Geoconsult, delivered his lecture to a hall filled with around 800 participants

Instandsetzung von Infrastrukturbauwerken

Bei vielen Tunneln ist die Instandsetzung inzwischen ein Thema: einerseits, weil sie in die Jahre gekommen sind, andererseits, weil geänderte Vorschriften eine Anpassung erfordern. Die sechs Vorträge des zweiten Halbtages spiegelten das breite Spektrum der Instandsetzung, von der strategischen Planung bis zur Bauausführung, wider.

Mit einem deutlich aufgestockten Finanzvolumen von 125 Millionen Euro (2014) auf 213 Millionen Euro (bis 2018 und folgende Jahre) stellt die Deutsche Bahn erhebliche Mittel für die Instandsetzung bereit. Patrick Meyer, Ludwig Wiesmeier und Martin Jäntsche stellten am Beispiel des *Kirchbergtunnels die Instandsetzung von Mauerwerkstunneln der DB Netz AG vor* – von der Machbarkeitsstudie für mögliche Instandsetzungsmaßnahmen bis hin zu den Erfahrungen aus Sicht des Bauherrn und Betreibers. In ihrem Vortrag zu den Herausforderungen beim *Asset Management von Tunnelanlagen der ASFINAG* (Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs AG) erläuterten Christian Honeger, Siegfried Engelbogen und Michael Pucher die bautechnischen und elektromaschinellen Anforderungen an die Planung und Umsetzung wirtschaftlich optimierter Sanierungsmaßnahmen in Tunnelanlagen. Dabei müssen nicht nur die unterschiedlichen Lebenszyklen von Bau und Ausrüstung, sondern vor allem auch sicherheitstechnische Belange berücksichtigt werden. Seit 2004 bis Anfang 2019 hat die ASFINAG dafür rund 5,7 Milliarden Euro bereitgestellt. Roman Heissenberger und Alfred Holcik stellten bei der *Instandhaltung von Eisenbahntunneln eine Strategie mit Weitblick* vor. Insbesondere vor dem Hintergrund einer Verdoppelung der Schienenwege in Österreichs Tunneln in knapp zehn Jahren werde für die Anlagenbereitstellung von Eisenbahntunneln der

of refurbishment, from strategic planning right up to executing construction.

The Deutsche Bahn is making substantial funds available for redevelopment with a considerably increased sum from 125 million euros (2014) to 213 million euros (until 2018 and the years that follow). Patrick Meyer, Ludwig Wiesmeier and Martin Jäntsche dealt with refurbishing masonry tunnels by the DB Netz AG taking the example of the Kirchberg Tunnel – from the feasibility study for possible redevelopment work right up to experiences seen from the point of view of the client and operator. In their paper devoted to challenges of asset management for ASFINAG (Austrian public motorway company) tunnels, Christian Honeger, Siegfried Engelbogen and Michael Pucher explained the construction technical and electromechanical requirements for planning and application of economically optimal redevelopment measures in tunnels. In this connection, attention must not simply be paid to the different life cycles of construction and execution but first and foremost the safety technical requirements. Since 2004 until early 2019 the ASFINAG has made roughly 5.7 billion euros available for this purpose. Roman Heissenberger and Alfred Holcik presented a forward-looking strategy for refurbishing railway tunnels. Against the background of the fact that the tracks on Austrian tunnels have doubled in barely ten years, the focus is placed on the important levers of technical project assistance and drainage systems for the provision of structures.

Matthias J. Rebhan, Dr. Alois Vorwagner, Maciej Kwapisz, Prof. Roman Marte, Prof. Franz Tschuchnigg and Dr. Stefan Burtscher explained the implications of a safety assessment for existing retaining structures. The ÖBB-Infrastruktur AG operates and maintains a total of 246 tunnels and similar structures with an overall length of some 250 km, of which 150 are more than 100 years old and in fact 35 in excess

Fokus auf die wesentlichen Stellhebel technische Projektbegleitung und Tragstruktur bzw. Entwässerungssysteme gelegt. Matthias J. Rebhan, Dr. Alois Vorwagner, Maciej Kwapisz, Prof. Roman Marte, Prof. Franz Tschuchnigg und Dr. Stefan Burtscher erläuterten die Sicherheitsbewertung bestehender Stützbauwerke. Die ÖBB-Infrastruktur AG betreibt und erhält insgesamt 246 Tunnel und tunnelähnliche Bauwerke mit rund 250 km Gesamtlänge, von denen 150 Bauwerke über 100 Jahre und 35 sogar über 150 Jahre alt sind. Eine innovative Methode zur Ertüchtigung alter Eisenbahntunnel unter Betrieb stellten Christian Seywald, Albert Helmlinger und Robert Matt an den Beispielen Rekawinkler- und Kleiner Dürreberg-Tunnel vor. Last but not least stellten mit dem letzten Vortrag des ersten Tages Dr. Karl Grossauer, Flavio Modetta und Urs Tanner die „Normalbauweise Tunnel“ der Rhätischen Bahn vor, die ein ca. 384 km langes Bahnnetz überwiegend im Schweizer Kanton Graubünden betreibt. Von den 115 in den Jahren 1901 bis 1914 erbauten Bahntunneln mit ca. 58,7 km Länge muss mehr als die Hälfte altersbedingt saniert werden. Die Normalbauweise Tunnel ist ein standardisiertes Instandsetzungsverfahren, das den Anforderungen eines modernen Eisenbahnbetriebes entspricht und unter den Gesichtspunkten Wirtschaftlichkeit und Qualität der Instandsetzung optimiert wurde.

Baugeologische Dokumentation – quo vadis?

Der zweite Tag des Geomechanik Kolloquiums wurde mit fünf Vorträgen zum Thema der geologischen Dokumentation eröffnet, die während des Baus aus technischer wie auch aus vertraglicher Sicht eine besondere Bedeutung erhält. Denn gerne wird eine „geänderte Geologie“ als Begründung für Nachforderungen herangezogen. Im Anschluss an die Vormittags-Sequenz schloss sich eine Podiumsdiskussion über die objektive Dokumentation im Spannungsfeld wirtschaftlicher Interessen an.

Christian Schwarz und Heimo Schierl berichteten über die *Einbindung von Reflexionstechnik in die Dokumentation beim Bau des Brenner Basistunnels*. Einen Statusbericht mit Aussicht gaben Dr. Andreas Gaich, Dr. Markus Pötsch und Prof. Wulf Schubert mit ihrem Vortrag *Digitale Gebirgscharakterisierung 2017*.

Die *baugeologische Dokumentation* hat das Ziel, die Verhältnisse vor Ort möglichst genau zu erfassen um alle weiteren Entscheidungen auf eine stabile Basis zu stellen. Über die *Anforderungen* dabei, den *Status quo und zukünftige Entwicklungen* informierten Dr. Franz Peter Weichenberger und Dr. Gerald Pischinger. Oliver Kai Wagner, Dr. Alfred Fasching, Thomas Stadlmann und Robert Vanek beleuchteten aus geologisch-geotechnischer Sicht den Übergang von der geotechnischen Prognose der Ausschreibungsplanung zur vortriebsbegleitenden Dokumentation im Rahmen der Bauausführung in ihrem Vortrag *Semmering-Basistunnel – Gebirgsansprache in Ausschreibung und Bau*. Sehr glaubhaft stellten Dr. Marcus Scholz und Prof. Georg Spaun in ihrem Beitrag dar, *warum die gute Dokumentation stets objektiv ist* und leiteten damit über in eine rege geführte Podiumsdiskussion, „Die objektive Dokumentation im Spannungsfeld wirtschaftlicher Interessen“.

of 150 years. An innovative method to upgrade old operational rail tunnels was examined by Christian Seywald, Albert Heimberger and Robert Matt taking the examples of the Rekawinkler and Kleiner Dürreberg tunnels. Last but not least in the final paper on Day 1, Dr. Karl Grossauer, Flavio Modetta and Urs Tanner presented the standard construction method of the Rhaetian Railway, which operates an approx. 384 km long rail network mainly in the Swiss canton of Grisons. From the 115 rail tunnels produced between the years 1901 and 1914 with an overall length of 58.7 km more than the half has to be refurbished on account of age. The standard construction method for tunnels is a standardised redevelopment method, complying with the requirements of a modern rail operation and resulting in optimal upgrading under the aspects of economy and quality.

Engineering geological Documentation – quo vadis?

The second day of the Geomechanics Colloquium was first devoted to five papers dealing with geological documentation, which is of particular importance during construction from a technical as well as contractual viewpoint. After all, „changed geology“ is often taken as the reason for subsequent claims. Following up on the morning session, there was a podium discussion dealing with objective documentation in the field of conflict of economic interests.

Christian Schwarz and Heimo Schierl reported on the integration of reflection technology in documentation during the construction of the Brenner Base Tunnel. A status report with an eye to the future was provided by Dr. Andreas Gaich, Dr. Markus Pötsch and Prof. Wulf Schubert with their paper on digital rock mass characterisation 2017. Engineering geological documentation is aimed at assessing conditions on the spot as accurately as possible so that all further decisions are set on a stable basis. Dr. Franz Peter Weichenberger and Dr. Gerald Pischinger dealt with the corresponding conditions, the status quo and future developments in this connection. Oliver Kai Wagner, Dr. Alfred Fasching, Thomas Stadlmann and Robert Vanek examined from the geological-geotechnical viewpoint the transition from the geotechnical prediction in planning the tender to the documentation accompanying the excavation within the framework of executing construction in their paper on the Semmering Base Tunnel – ground characterisation in tendering and construction. In a very credible manner, Dr. Marcus Scholz and Prof. Georg Spaun revealed why good documentation is always objective thus introducing a very lively podium discussion on „objective documentation in the field of conflict of economic interests“.

Headrace Tunnels: Design and Surveillance

The final half-day session was given over to four papers, which examined various aspects of constructing headrace tunnels. Christopher Dich and Christian Barwart provided an insight into geological planning, the execution concept and the findings gathered up to June 2017 when producing the underground headrace for the „Oberwermuntwerk II“ hydropower plant. Paul Bonapace and Andreas Hammer reported on strain measurements with optical sensors at the penstock of Kaunertal Valley power station, where

Druckstollen: Planung, Bemessung, Überwachung

In der letzten Halbtagsitzung wurden in vier Vorträgen die verschiedenen Aspekte des Druckstollenbaus aufgezeigt. Christopher Dich und Christian Barwart gaben einen Einblick in die geotechnische Planung, das Ausführungskonzept und die bis Juni 2017 gemachten Bauerfahrungen bei der Erstellung des untertägigen *Triebwasserwegs Obervermuntwerk II*. Über die Ergebnisse der *Dehnungsmessungen am Übergang der Druckstollenpanzerung in die freitragende Rohrleitung beim Kaunertalkraftwerk*, bei dem von 2012 bis 2015 der Druckschacht, das Wasserschloss, die Flachstrecke und Teile des Druckstollens erneuert wurden, berichteten Paul Bonapace und Andreas Hammer. Franz Georg Piki, Wolfgang Richter und Prof. Gerald Zenz erläuterten ein neues Kraftwerks- und Druckstollenkonzept, bei dem die *Pumpspeichertechnologie mit der thermischen Energiespeicherung kombiniert* wird. Zum Abschluss der Veranstaltung erläuterten Wolfgang Richter, Kaspar Vereide und Prof. Gerald Zenz die Optimierungsuntersuchungen an einer Norwegischen Entsanderkammer mit druckbehafteter Strömung im Bereich des Wasserschlosses.

Exkursion zum Brenner Basistunnel

Am Samstag, den 14. Oktober 2017, nahmen rund 30 Personen an der Exkursion zum Brenner Basistunnel teil und schauten sich die Tunnelwelten in Steinach am Brenner, den Zugangstunnel Ahrental, die Montagekaverne am Ende des Tunnels und den im Bau befindlichen Erkundungsstollen in Richtung Steinach am Brenner an. Der maschinelle Vortrieb hat im Herbst 2015 begonnen, und das Ende der Ausbrucharbeiten ist für das Frühjahr 2019 geplant.

67. Geomechanik Kolloquium 2018; Leopold Müller Preis 2017

Für den Leopold Müller Preis 2017 können hervorragende wissenschaftliche Arbeiten und Dissertationen, die sich mit einem Thema der Geotechnik auseinandersetzen und den Zielen der Österreichischen Gesellschaft für Geomechanik entsprechen, bis Ende Januar 2018 eingereicht werden. Weitere Informationen hierzu auf www.oegg.at

the pressure shaft, the surge chamber, the flat section and parts of the headrace tunnel were renewed between 2012 and 2015. Franz Georg Piki, Wolfgang Richter and Prof. Gerald Zenz looked at a new power plant and headrace tunnel concept in the case of which pumped storage technology is combined with thermal energy storage. Winding up the session, Wolfgang Richter, Kaspar Vereide and Prof. Gerald Zenz examined the optimisation studies on a Norwegian sand trap featuring a pressurised flow at the surge chamber.

Field Trip to the Brenner Base Tunnel

On Saturday, October 14, 2017, some 30 persons took part in the excursion to the Brenner Base Tunnel and marvelled at the tunnel vistas presented at Steinach am Brenner, the Ahrental Valley access tunnel, the assembly chamber at the end of the tunnel and the exploratory tunnel currently under construction in the direction of Steinach am Brenner. The mechanised drive began in autumn 2015 and excavation activities are scheduled to be over in spring 2019.

67th Geomechanics Colloquium 2018; Leopold Müller Prize 2017

Outstanding scientific works and dissertations, which deal with a geotechnical subject and comply with the aims of the Austrian Society for Geomechanics, can be put forward for the 2017 Leopold Müller Prize by the end of January 2018. Further details available from: www.oegg.at

Die Termine für das 67. Geomechanik Kolloquium und den vorgelagerten 11. Österreichischen Tunneltag stehen bereits fest: Mittwoch, 10. Oktober 2018: 11. Österreichischer Tunneltag Donnerstag, 11. bis Freitag, 12. Oktober 2018: 67. Geomechanik Kolloquium

The dates for the 67th Geomechanics Colloquium and the preceding 11th Austrian Tunnel Day have already been decided: Wednesday, October 10, 2018: 11th Austrian Tunnel Day Thursday, October 11 to Friday, October 12, 2018: 67th Geomechanics Colloquium

PROFIL
BUCHHANDLUNG IM BAUVERLAG
fachbuchtipp

Profil –
Buchhandlung im Bauverlag

Bauverlag BV GmbH
Avenwedder Str. 55
33311 Gütersloh
Tel: +49 5241 8049161
Fax: +49 5241 806016

profil@bauverlag.de
www.profil-buchhandlung.de



Tunnelling Switzerland

Hrsg.: Georg Anagnostou, Heinz Ehrbar
Gebunden, 450 S., zahlr. Abb. u. Fotos, durchgehend farbig
30 cm, 1985 g, englisch
2013 vdf Hochschulverlag
ISBN 978-3-7281-3547-6
EUR 66,00

„Tunnelling Switzerland“ stellt die Errungenschaften der letzten 15 Jahre auf allen Gebieten des Untertagbaus anhand von mehr als 90 Projekten vor. Die einzelnen Bauwerke werden jeweils auf einer Doppelseite in Wort und Bild vorgestellt. Dazu kommen Informationen zur Geologie, zu Bauherrschaft, Projektierungsbüros und Unternehmerschaft.

Bestellen Sie online unter: www.profil-buchhandlung.de

Compendium

Taschenbuch für den Tunnelbau 2018

Das Taschenbuch für den Tunnelbau ist ein praxisorientierter Ratgeber für Auftraggeber, Planer und Bauausführende. Die aktuelle Ausgabe 2018 enthält dazu zahlreiche Projektbeiträge, unterteilt nach verschiedenen Themenschwerpunkten.

Konventioneller bergmännischer Tunnelbau: Hier wird über den Vortrieb des 3,5 km langen Tunnels Bad Cannstatt im ausgelagerten Gipskeuper als Teil des Großprojekts Stuttgart–Ulm berichtet, insbesondere über Unterfahrungen von Gebäuden und Gleisen, Bodenabsenkungen, Prognosen und Messergebnisse.

Maschinen und Geräte: Geschildert werden die Vorteile der Einführung sehr großer Lockergesteins-TVM; weiter werden Einzelheiten über den erfolgreichen Einsatz von TVM unter hohen Wasserdrücken im Fels gebracht.

Baustoffe und Bauteile: Näher eingegangen wird hier auf die Zusammensetzung eines einkomponentigen Ringspaltmörtels sowie auf Berechnungsmodelle für Bau- und Endzustände von Tübbingtunneln.

Instandsetzung und Nachrüstung: Erläutert werden die vor der betriebstechnisch notwendigen Nachrüstung des Tunnels Pfaffenstein durchgeführten Untersuchungen sowie die Folgerungen für die Nachrüstung. Es folgt die Schilderung der Umsetzung des Drei-Stufen-Konzepts im Rahmen der Pilotprojekte Tunnel Eching und Ettersschlag der Bundesautobahn A96 Lindau–München, Erhaltungsmaßnahmen und Konzept zur Betoninstandsetzung (Tunnelwände) bei Tunnelnahrüstungen nach RABT.

Forschung und Entwicklung: Über den BIM-Einsatz am Alpvorlandtunnel wird berichtet und über Erfahrungen und Umgang mit digitalen Prozessen bei Planung und Bau.

Vertragswesen, Wirtschaftlichkeit und Akzeptanz: Eingegangen wird hier auf die Behandlung von zeitgebundenen Kosten (ZGK) im Tunnelbau sowie auf flexible Bauzeitmodelle und Berechnungsbeispiele. 

G. B.

Taschenbuch für den Tunnelbau 2018

Herausgeber: Deutsche Gesellschaft für Geotechnik (DGGT), Essen
42. Jahrgang, 352 Seiten, A6 mit 162 Abb./Tab. und 116 Quellen, gebunden 39,90 Euro
Verlag Ernst & Sohn, Berlin
Print ISBN 978-3-433-03217-6
eBook ISBN 978-3-433-60875-3



Compendium

2018 Tunnelling Pocketbook

The Tunnelling Pocketbook is a practice-related guide for clients, designers and contractors. The current 2018 edition deals with numerous contributions referring to projects, divided up into various groups of subjects.

Conventional Tunnelling: Here a report on driving the 3.5 km long Bad Cannstatt Tunnel in leached gypsum keuper is provided as part of the major Stuttgart–Ulm project, especially with regard to undertunnelling buildings and tracks, subsidence, forecasts and measurement results.

Machines and Equipment: The advantages of the introduction of very large TBMs for soft ground are described; Furthermore, details on the successful application of TBMs subject to high water pressures in rock are put forward.

Construction Materials and Components: This chapter deals more closely with the composition of a mono-component annular gap mortar; a report follows on calculation models for construction and final states of segment tunnels.

Repair Work and Retrofitting: The investigations undertaken and conclusions drawn prior to technically upgrading the Pfaffenstein Tunnel are examined. Then the application of the three-stage concept within the scope of the Tunnel Eching and Ettersbach pilot projects on the A95 federal motorway between Lindau and Munich is tackled. It looks at the refurbishing measures and concept for repairing the concrete (tunnel walls) during tunnel upgrades in accordance with the RABT guidelines.

Research and Development: A report is provided on BIM application for the Alpvorland Tunnel and on findings and dealing with digital processes during design and construction.

Contractual Matters, Economy and Acceptance: The treatment of time-related costs in tunnelling is dealt with here as well as flexible construction time models and calculation examples. 

G. B.

2018 Tunnelling Pocketbook

Edited by: Deutsche Gesellschaft für Geotechnik (DGGT), Essen
42nd Year, 352 pp., A6 with 162 Ills./Tab. and 116 References, bound, 39.90 euros
Verlag Ernst & Sohn, Berlin
Print ISBN 978-3-433-03217-6
eBook ISBN 978-3-433-60875-3

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

39th Annual Short Course Grouting Fundamentals and Current Practice

Cockrell School of
Engineering/University of
Texas, Austin, Texas, USA

12.–16.02.2018

Contact:

Tel.: +1 512.475.8649
c.fanning@austin.utexas.edu
http://executive.engr.utexas.
edu/epd/

25. Darmstädter Geotechnik-Kolloquium

Justus-Liebig-Haus,
Darmstadt, Deutschland
08.03.2018

Kontakt:

TU Darmstadt, Institut für
Geotechnik
Dipl.-Ing. Sebastian Fischer
Tel.: +49 6151/16 22 827
Fax: +49 6151/16 22 813
fischer@geotechnik.
tu-darmstadt.de
www.geotechnik.tu-darmstadt.
de

3rd Tunnels – Safety & Fire Protection Conference

Hotel Novotel Amsterdam
Schiphol Airport, Amsterdam,
Netherlands

New date: 15.–16.03.2018

Contact:

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

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

Eurock 2018

*Geomechanics and
Geodynamics of Rock Masses*
Mining University,
St.Petersburg, Russia
22.–26.05.2018

Contact:

Vladimir Noskov
+7 909 588 31 47
post@eurock2018.com
http://www.eurock2018.com/
en

8. BAST- Tunnelsymposium

Bundesanstalt für Straßen-
wesen, 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 Congress-
center Stuttgart, Deutschland
26.–28.09.2018

Veranstalter:

Deutsche Gesellschaft für
Geotechnik e.V. – DGGT
www.dgg.de > Veranstaltun-
gen

67. Geomechanik Kolloquium 2018

Salzburg Congress, Salzburg, Austria

11.–13.10.2018

+ Österreichischer Tunneltag 10.10.2018

Contact:

Österreichische Gesellschaft für Geomechanik (ÖGG)

Tel.: +43 662/87 55 19

Fax: +43 662/88 67 48

Salzburg@oegg.at

www.oegg.at

ARMS 10

10th Asian Rock Mechanics

Symposium

(ISRM International

Symposium for 2018)

29.10.–03.11.2018

Suntec Convention Centre,

Singapore

Contact:

ARMS10 Secretariat

Tel.: +65 6472 3108

Fax: +65 6472 3208

ARMS10@meetmatt.net

www.arms10.org

World Tunnel Congress 2019

Mostra d'Oltremare, Naples, Italy

03.–09.05.2019

Contact:

AIM Group International,

Milan Office

wtc2019@aimgroup.eu

www.wtc2019.com

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 Anzeigentel/
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 Zuschlag/with surcharge for delivery by air mail)

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

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

Veröffentlichungen:

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

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

Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Mit Ausnahme der gesetzlich zugelassenen Fälle ist eine Verwertung oder Vervielfältigung ohne Zustimmung des Verlages strafbar. Das gilt auch für das Erfassen und Übertragen in Form von Daten. Die allgemeinen Geschäftsbedingungen des Bauverlages finden Sie vollständig unter www.bauverlag.de

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

Druck/Printers:
Bösmann Medien und Druck GmbH & Co. KG,
D-32758 Detmold

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





ITA - AITES 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



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