

Corrib Tunnel: Underpassing a Nature Reserve | 8
Geothermal Segments: The Tunnel as Heat Supplier | 18
Operating Staff in centralized Tunnel Monitoring | 30





THE PATH OF LEAST RESISTANCE

Carving paths through the earth's most difficult obstacles is already a monumental task. Having an experienced partner that streamlines the entire tunneling operation puts you a step ahead.



**AT ROBBINS WE KNOW TUNNELING IS TOUGH,
BUT WE BELIEVE YOUR PARTNERSHIPS SHOULDN'T BE.**

Not only does Robbins provide the best designed machine for your project, we offer unrivaled support from project onset to machine buy-back and everything in between. While the underground has no guarantees, partnering with Robbins does.



THE **ROBBINS** COMPANY.COM

tunnel 5/15

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



Die zentralisierte Tunnelüberwachung bringt neue Herausforderungen für die Operatoren mit sich. Für ein effektives und effizientes Handling einer Vielzahl zu überwachender Tunnel ist die passgenaue Visualisierung der Informationen durch die Leitstellensysteme entscheidend

Centralized tunnel monitoring heralds new challenges for the operating staff in the control rooms. Tailor-made visualization of data by the control systems for the task in hand is an important prerequisite for dealing effectively and efficiently with a large number of monitored tunnels

Quelle/credit: Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr

(Seite/page 30)

Title

In Österreich wurde ein 54 m langer Abschnitt des Tunnels Jenbach mit Energietübbings thermisch aktiviert (Titelbild: Einbau der Energietübbings im Tunnello H8 Jenbach)

A 54 m long section of the Jenbach Tunnel in Austria was thermally activated with energy tunnel linings (Cover picture: Installation of geo-thermal segments in the Jenbach Tunnel, Lot H8)

Quelle/credit: Rehau/Züblin

(Seite/page 18)

Nachrichten / News

2

Hauptbeiträge / Main Articles

Corrib Tunnel in Irland: Unterquerung eines Naturschutzgebietes 8
Corrib Tunnel, Ireland: Underpassing a Nature Reserve
Dipl.-Ing. Holger Joneleit, Dipl.-Ing. Karl Steinegger, Dipl.-Ing. Alain Cailler

Energietübbing: Der Tunnel als Wärmelieferant 18
Geothermal Segments: The Tunnel as Heat Supplier
Dipl.-Ing. (FH) Dominik Baier, Dipl.-Ing. Wolf Friedemann

Tunnelbetrieb / Tunnel Operation

Operatoren in der zentralisierten Tunnelüberwachung 30
Operating Staff in centralized Tunnel Monitoring
Dipl.-Ing. Sebastian Spundflasch, Prof. Dr. Heidi Krömker

Brandbekämpfung / Fire Fighting Measures

Tunnel-Brandereignisse: Die Eindringtiefe als maßgebliche Größe 38
Tackling Tunnel Fires: The Penetration Depth as determining Factor
Christian Brauner MSc

STUVA-Nachrichten / STUVA News

44

Fachtagungen / Conferences

Spritzbetondeminar: Frühfestigkeit und Festigkeitsentwicklungen 60
Shotcrete deminar: Early Strength and Strength Development

11. Internationale Spritzbetontagung in Alpbach 61
11th International Shotcrete Conference in Alpbach

Informationen / Information

Veranstaltungen / Events 63
Inserentenverzeichnis / Advertising List 64
Impressum / Imprint 64

Semmering-Basistunnel

Baubeginn der Tunnelschächte im Los 2.1, Fröschnitzgraben

Im steirischen Fröschnitzgraben, dem Baulos 2.1 des Semmering-Basistunnels, entstehen aktuell jene beiden Schächte, die dereinst den Tunnelvortrieb in Richtung Gloggnitz und Mürzzuschlag ermöglichen. Ende Juli haben Bundesminister Alois Stöger, Landeshauptmann-Stellvertreter Michael Schickhofer, Landesrat Karl Wilfing, der Vorstandsvorsitzender der ÖBB-Holding AG, Christian Kern, sowie stellvertretend im Namen der ARGE, der Leiter des Implenias Geschäftsbereichs Infrastructure, René Kotacka, feierlich den Start der Schachtarbeiten eingeläutet. Nach einer ökumenischen Segnung entrichtete die Tunnelpatin Elisabeth Schögggl in bergmännischer Tradition ihre Grussworte an Festgäste und Mineure. Der Semmering-Basistunnel wird aus geologischen und baulogistischen Gründen in drei Abschnitte unterteilt. Für das Baulos 2.1 zeichnet die ARGE Tunnel Fröschnitzgraben im Auftrag der ÖBB-Infrastruktur AG verantwortlich. Implenias ist zusammen mit Swietelsky Tunnelbau GmbH mit je 50 % an der ARGE beteiligt und übernimmt die technische Federführung. Der etwa 4 km lange Abschnitt in Richtung Mürzzuschlag entsteht im Bagger- und Sprengvortrieb. Der rund 9 km lange Abschnitt in Richtung Gloggnitz wird mit zwei TBM aufgeföhren. Damit der Tunnelbau vom Fröschnitzgraben aus beginnen kann, müssen zuerst zwei 400 m tiefe Schächte ins Innere des Berges getrieben werden. Sie dienen später als Belüftung der Nothaltestelle. Am Fuß der Schächte wird ab 2017 der Bau der eigentlichen Tunnelröhren beginnen.

Semmering Base Tunnel

Start of Work on the Tunnel Shafts at Lot 2.1, Fröschnitzgraben

The two shafts that will allow tunnelling to proceed towards Gloggnitz and Mürzzuschlag are now being built at Lot 2.1 of the Semmering Base Tunnel in Fröschnitzgraben, Austria. At the end of July Federal Minister Alois Stöger, State Governor Michael Schickhofer, State Councillor Karl Wilfing, CEO of ÖBB-Holding AG Christian Kern and, representing the construction consortium, the Head of Implenias Business Unit Infrastructure René Kotacka celebrated the start of work on the shafts with invited guests. After an ecumenical blessing, tunnel "godmother" Elisabeth Schögggl delivered the traditional greeting to the assembled tunnellers and guests.

For geological and logistical reasons, the Semmering Base Tunnel is divided into three sections. ÖBB-Infrastruktur AG has commissioned the Fröschnitzgraben Tunnel Consortium to handle Lot 2.1. Implenias and Swietelsky Tunnelbau GmbH each have a 50 % stake in the consortium, with Implenias taking the technical lead. The section of around 4 km in the direction of Mürzzuschlag will be built using diggers and explosives, while the 9 km section towards Gloggnitz will be excavated by two tunnel boring machines. The tunnelling from Fröschnitzgraben can only start after two 400 m shafts are sunk into the mountain. These will later serve as ventilation shafts for the emergency stop. Construction of the actual tunnel bores will begin at the floor of the shafts in 2017.



Quelle/credit: ÖBB

Von links: Landesrat Karl Wilfing, Christian Kern, Vorstandsvorsitzender der ÖBB-Holding AG, Bundesminister Alois Stöger, Tunnelpatin Elisabeth Schögggl, Landeshauptmann-Stv. Michael Schickhofer sowie René Kotacka, Leiter des Implenias Geschäftsbereichs Infrastructure bei der Feier zum Start der Schachtarbeiten

From left to right: State Councillor Karl Wilfing, CEO of ÖBB-Holding AG Christian Kern, Federal Minister Alois Stöger, tunnel "godmother" Elisabeth Schögggl, Deputy State Governor Michael Schickhofer and the Head of Implenias Business Unit Infrastructure René Kotacka celebrated the start of work on the shafts

Crossrail

Demontage der letzten TBM



Quelle/credit: Crossrail Ltd

Nachdem sämtliche Tunnelvortriebe für das Crossrail-Infrastrukturprojekt abgeschlossen sind, wird die letzte Crossrail-TBM Victoria 40 m unterhalb der Farringdon Station in London demontiert. Roger Mears, Projektleiter der östlichen Crossrail Tunnelsektionen: „Dank der Qualität dieser großartigen Maschinen und den Fähigkeiten der Bauteams sind die Tunnelvortriebe nun fertiggestellt – und die nächsten anspruchsvollen Arbeiten zum Einbau der Gleisanlagen können beginnen.“ Victorias 130 m lange Nachläufer wird über den Stepney Green Schacht an die Oberfläche befördert und in Teilen vom Hersteller Herrenknecht zur zukünftige Projekte wieder aufbereitet; das Schneidrad wird zerlegt (siehe Foto). 

Crossrail

Dismantling the final TBM

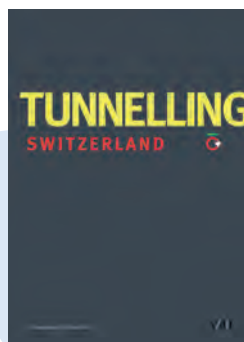
Crossrail's final tunnelling machine, Victoria, is being dismantled 40 m below Farringdon in central London following the completion of Crossrail tunnelling. Roger Mears, Crossrail Eastern Tunnels Project Manager said: "Thanks to the quality of these marvellous machines and skill of the teams who operated them, Crossrail's tunnels are now complete, ready for the complex task of fitting out the railway." Victoria's 130 metre trailer is being removed via the shaft at Stepney Green and returned to manufacturer Herrenknecht, with parts recycled for future tunnelling projects. The cutter head is being cut into small pieces (see image) and removed from Farringdon. 

 **PROFIL**
BUCHHANDLUNG IM BAUVERLAG
fach.buch.tipp

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 Untertagebaus 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

Deutschland

Universal-Prüfrahmen im Bautechnischen Zentrallabor der Fachhochschule Münster

200 Kilonewton drücken auf einen 20 cm breiten, 30 cm hohen und 3,60 m langen Stahlbetonbalken. Es knirscht und knackt, Stücke splittern ab, erste Risse sind zu erkennen. Wären nicht vier Stahlstäbe zur Verstärkung, also Bewehrung integriert, würde er zusammenbrechen.

Tests wie diesen führt das Bautechnische Zentrallabor (BZL) der FH Münster seit Herbst 2014 mit dem Universal-Prüfrahmen regelmäßig durch. Anlässlich der offiziellen Einweihungsveranstaltung im Mai hatte das Labor Unternehmensvertreter, Angehörige des Fachbereichs

Bauingenieurwesen und Interessierte zur Vorführung ins Fachhochschulzentrum (FHZ) eingeladen.

Stefan Thünemann vom Fachbereich Bauingenieurwesen und die Professoren Dr. Jörg Harnisch, Dr. Frank Heimbecher, Dr. Dietmar Mähner und Dr. Hans-Hermann Weißelborg zeigten, wie der Prüfrahmen eingesetzt wird. „Es gibt Normen, die die Durchführung solcher Versuche zum Beispiel bei Neuentwicklungen fordern“, erklärt Mähner. Damit werde das zuvor berechnete Belastungspotential überprüft. Das BZL vollziehe Versuche für diverse Unternehmen, denen solche technisch aufwändigen Prüfungen nicht möglich sind. „Unser Prüfrahmen misst 3,60 mal 4,80 Meter in der Grundrissabmessung und 5,20 Meter in der Höhe. Diese Größenordnung ist für eine Hochschule selten“, so der Ingenieur. Die anwendungsorientierte Forschung sei nicht nur für die Unternehmen, sondern vor allem auch für die Studierenden ein Gewinn. „Wir erklären nicht nur die Theorie, sondern wir zeigen in der Praxis, warum zum Beispiel ein Betonbalken ohne Stahleinlagen nicht halten würde“, sagt Weißelborg.

Das BZL ist ein Zusammenschluss der Fachgebiete Asphalt, Baustoffe, Geotechnik und Konstruktion am Fachbereich Bauingenieurwesen. Ziel ist es, vorhandene Strukturen und Kompetenzen zu bündeln, um Forschungsprojekte durchzuführen. Der Schwerpunkt liegt in den Bereichen Baustoffe, Erd- und Grundbau, Straßenbau und konstruktiver Ingenieurbau. Unternehmensvertreter, die Prüfungen im BZL durchführen lassen möchten, wenden sich an Stefan Thünemann unter der Rufnummer + 49 251/83-65242 oder per Mail an bzl@fh-muenster.de.



Germany

Universal Test Rig at the Central Construction Lab, Münster University of Applied Sciences



Prof. Dr. Dietmar Mähner (rechts) erläutert die Rissbildung an einem Stahlbetonbalken im neuen Universalprüfrahmen des bautechnischen Zentrallabors der FH Münster

Prof. Dr. Dietmar Mähner (on the right) explains the cracking pattern on a reinforced concrete beam in the new universal test rig of the central construction laboratory of the FH Münster

200 kilonewtons press down on a 20 cm wide, 30 cm high and 3.60 m long reinforced concrete beam. There is creaking and cracking, pieces splinter off, the first cracks can be observed. If there were not four steel bars integrated for strengthening, as reinforcement, the beam would break apart.

Tests like this have been performed regularly in the central construction laboratory Bautechnische Zentrallabor (BZL) of the FH Münster University of Applied Sciences since autumn 2014. On the occasion of the official opening ceremony in May, the laboratory invited

company representatives, members of the faculty of civil engineering and other interested parties to the Fachhochschulzentrum for a demonstration.

Stefan Thünemann from the department of civil engineering and the professors Dr. Jörg Harnisch, Dr. Frank Heimbecher, Dr. Dietmar Mähner and Dr. Hans-Hermann Weißelborg showed how the test rig is used. „There are standards, which demand the performance of such tests, for example for new developments“, explained Mähner. This tests the previously calculated loading potential. The BZL performs test for various companies who cannot carry out such technically demanding tests themselves. „Our test rig measures 3.60 by 4.80 metres on plan and 5.20 m in the height. This magnitude is rare for a university“, says the engineer. The applied research not only provides benefits for companies but also for the students. „We not only explain the theory, but can also demonstrate in practice why for example a concrete beam would not work without steel reinforcement“, says Weißelborg.

The BZL is a combination of the departments of Asphalt, Construction Materials, Geotechnics and Construction in the faculty of civil engineering. The objective is to bundle the available structures and competences in order to carry out research projects. The work is concentrated on the areas of construction materials, earthworks and foundation engineering, road building and structural engineering. Company representatives, who would like to have tests performed at the BZL can call Stefan Thünemann on + 49 251/83-65242 or by email to bzl@fh-muenster.de.



Quelle/credit: FH Münster, Pressestelle

Schweiz

Neue Betriebsleitzentrale in Graubünden sorgt für Straßen- und Tunnelsicherheit

Die im Kanton Graubünden neu geschaffene Betriebsleitzentrale (BLZ) sorgt im 24-Stunden-Betrieb für die Sicherheit auf den National- und Kantonalstraßen und unterstützt im Falle von Ereignissen die Einsatzzentrale der Kantonspolizei und die Feuerwehren bei ihren Einsätzen; sie verfügt über zwei mit modernsten Hilfsmitteln ausgestattete Arbeitsplätze. Das kantonale Leitsystem zusammen mit der umfassenden Video-Überwachung der Tunnel und Straßen ermöglicht der BLZ, einen großen Teil des Straßennetzes des Kantons Graubünden ständig in Bezug auf Technik und Unterhaltung zu überwachen. Die BLZ stellt sicher, dass die komplexen Sicherheitssysteme eines modernen Straßentunnels im Normalfall wie auch im Ereignisfall ordnungsgemäß arbeiten. Sie hilft auch im gesamten Straßenerhalt, bei der Baustellenorganisation und -sicherung sowie bei der Tunnelreinigung und den Tunnelinstandsetzungsarbeiten sowie der Abnahme vor erneuter Übergabe des Tunnels an den Verkehr.

G.B.



Switzerland

Newly built Operations Control Centre in Graubünden for Roads and Tunnels

The newly built operations control centre Betriebsleitzentrale (BLZ) in the Canton of Graubünden will operate 24 hours a day for the safety of all national and cantonal roads and will also support the control centre of the canton police and fire service operations in case of incidents; it has two workplaces provided with the most modern equipment. The cantonal control system with its extensive video surveillance enables the control centre to continuously monitor a large part of the road network in the canton of Graubünden with regard to technology and maintenance. The BLZ will ensure that the complex safety systems of a modern road tunnel can function correctly, in normal operation and in case of incidents. It will also be useful for road maintenance; for construction site organisation and protection, both for tunnel cleaning and repair works; and for the acceptance of tunnels before reopening for traffic.

G.B.



Jan Henning

Setzen Sie auf uns. **DB International**



Kennen Sie schon
unsere App?

Engineering & Consulting

Wir entwickeln weltweit intelligente Verkehrssysteme für dynamische Wirtschaftsregionen. Von der Idee bis zur Realisierung, für Projekte jeder Größenordnung – made by Deutsche Bahn.

Für Menschen. Für Märkte. Für morgen.

www.db-international.de

Österreich

Gleinalmtunnel: Zweite Röhre durchschlagen

Nach über einem Jahr Vortrieb fand Mitte 2015 der Durchschlag der zweiten Röhre des 8320 m langen Gleinalmtunnels, des drittlängsten Straßentunnels Österreichs, statt. Nach Abschluss des Ausbaus voraussichtlich im Herbst 2016 ist die Verkehrsfreigabe der Oströhre für 2017 geplant. Beim Vollausbau der Pyhrnautobahn (A9), eines der größten laufenden Projekte der Asfinag, erhalten die Tunnel der Tunnelkette Klaus, der Bosrucktunnel und Gleinalmtunnel eine zweite Tunnelröhre; in den kommenden fünf Jahren will der österreichische Autobahnbetreiber 1,5 Milliarden Euro in die Tunnel der Autobahnen und Schnellstraßen für größtmögliche Sicherheit im Tunnel investieren. G.B.



Austria

Gleinalm Tunnel: Second Bore broken through

After more than a year of tunnelling, the second bore of the 8320 m long Gleinalm Tunnel, the third longest road tunnel in Austria, was broken through in the middle of 2015. After the planned completion of lining work in autumn 2016, the east bore should be opened for traffic in 2017. As part of the improvement of the Pyhrn Autobahn (A9), one of the largest current projects for Asfinag, the Bosruck Tunnel and Gleinalm Tunnel in the Klaus tunnel chain are each being provided with a second bore; in the next five years, the Austrian autobahn operator will invest 1.5 billion euros in their autobahn and expressway tunnels to provide the best possible safety. G.B.



Literatur/References

- [1] Zweite Tunnelröhre Klaus: Vortriebsbeginn im April 2015, Tunnel 3/2015, S. 8

Schweiz

Durchschlag im Rosshäuserntunnel

Beim Bau des rund 2 km langen, zweigleisigen Rosshäuserntunnels für die Strecke Bern–Neuchâtel ist eine wichtige Phase beendet. Nach beschlossener Änderung der Bauweise wurde Anfang Juni 2015 181 m westlich der Tunnelmitte die letzte Sprengung in der oberen Tunnelhälfte (Kalotte) durchgeführt. Nach dem Durchschlag wird in den darauf folgenden drei bis vier Monaten die obere Tunnelhälfte ausgebessert, ehe im Herbst der Abbau der unteren Hälfte, der Strosse und Sohle, beginnen wird. Der Rohbau ist voraussichtlich Mitte 2017 abgeschlossen.

Der Rosshäuserntunnel ist das Kernstück des Doppelspurausbaus zwischen Rosshäusern und Mauss und macht rund die Hälfte der Neubaustrecke aus. Dieser ersetzt den 110-jährigen, 1,1 km langen und sanierungsbedürftigen Einspurntunnel. Mit den Ausbrucharbeiten im Tunnel war im Frühling 2013 begonnen worden. Wegen schwieriger geologischer Verhältnisse wurde die Vortriebsmethode im Januar 2014 umgestellt. Statt dem bis dahin angewandten Vollausbruch von Osten her kam der Kalottenvortrieb von Osten und von Westen her zum Zug. Die Umstellung der Vortriebsart im brüchigen Fels hat sich laut der Eigentümergesellschaft BLS AG bewährt; die Bauarbeiten kamen schneller voran als zuerst angenommen. Das Bauprojekt verzögert sich um 18 Monate und verteuerte sich um 65 Millionen auf insgesamt 265 Millionen Schweizer Franken. Ab Mitte 2018 sollen die ersten Züge die neue Doppelspurstrecke befahren können. / G.B.



Switzerland

Rosshäusern Tunnel Breakthrough

An important phase has been completed in the construction of the approximately 2 km long, two-track Rosshäusern Tunnel on the line from Berne to Neuchâtel. After the decision to change the method of construction, the last blast took place in the upper half of the tunnel (top heading) 181 m west of the tunnel middle at the start of June 2015. After the breakthrough, the upper half of the tunnel will be refinished in the following three to four months, before the excavation of the lower half, the bench and the invert, is started in the autumn. The tunnel should be structurally complete in the middle of 2017.

The Rosshäusern Tunnel is the key structure in the two-track widening of the line from Rosshäusern to Mauss and makes up about half of the section. It will replace the original 1.1 km long single-track tunnel, which is 110 years old and in need of refurbishment. Excavation of the new tunnel started in spring 2013. Due to the difficult geological conditions, the method of tunnelling was changed in January 2014. Instead of full-face excavation from the east, the top heading was advanced first from east and from west. The change of tunnelling method in fractured rock has proved successful according to the owner company BLS AG; the works have made better progress than originally expected. The construction project has suffered a delay of about 18 months with an increase of cost by 65 to about 265 million Swiss francs. The first trains should be able to travel on the new two-track line from the middle of 2018. / G.B.



Literatur/References

- [1] Neuer Rosshäuserntunnel für Streckenausbau. Tunnel 5/2012, S. 4
[2] Änderung der Bauweise im Neuen Rosshäuserntunnel. Tunnel 5/2014, S. 40-44

Brenner Basistunnel**Europäisches
Parlament bestätigt
Finanzierung von
1,18 Milliarden Euro**

Am 10. Juli 2015 bestätigte das Europäische Parlament den 13 Milliarden Euro umfassenden Infrastruktur-Investitionsplan CEF (Connecting Europe Facility) der Europäischen Kommission. Der Brenner Basistunnel erhält von dieser Summe 1,18 Mrd. Euro und ist damit das am höchsten geförderte Infrastrukturprojekt Europas. 50 % der Kosten des Erkundungsstollens (ca. 303 Mio. Euro) und 40 % der Kosten der beiden Haupttunnelröhren (knapp 880 Mio. Euro) werden von 2015 bis 2020 von der EU getragen.

Mehr als 700 verschiedene Projekte mit einem Volumen von ca. 36 Milliarden Euro hatten sich um Förderungsgelder bei der EU beworben. Als förderungswürdig wurden jene Projekte eingestuft, welche ganz Europa den größten Nutzen bringen. Die Zuschlagskriterien dafür waren: Relevanz, Projektfortschritt, Auswirkung und Qualität. Die EU begründet die Fördermaßnahmen damit, dass der Brenner Basistunnel gemeinsam mit dem Fehmarnbelt Tunnel (Dänemark–Deutschland) die wichtigste Nord-Süd Verbindung ist, neue Kapazitäten für den Güterverkehr und Reisezeitverkürzung für Personen garantiert. 

Brenner Base Tunnel**European Parliament
confirms 1.18 Billion
Euros Financing**

On July 10th 2015, the European Parliament confirmed the European Commission's 13 billion euros CEF (Connecting Europe Facility) infrastructure investment plan. 1.18 billion euros of these funds are earmarked for the Brenner Base Tunnel, which is thereby the most heavily funded infrastructure project in Europe. 50 % of the cost for the exploratory tunnel (about 303 million euros) and 40 % of the costs for both main tunnels (just under 880 million euros) will be borne by the EU in the period from 2015 to 2020.

More than 700 different projects, for a total volume of about 36 billion euros, competed for EU financing. The projects chosen for funding were those that are most useful for Europe as a whole. The relevant award criteria were: relevance, project maturity, impact and quality.

The European Union motivated the funding decision noting that the Brenner Base Tunnel, along with the Fehmarn Belt Tunnel (Denmark–Germany), is the most important north-south link and that these projects will guarantee new capacity for freight transport and increased speeds for passenger trains.



Quelle/credit: BBT SE

Brenner Basistunnel: Bauarbeiten im Erkundungsstollen Innsbruck–Ahrental

Brenner Base Tunnel: Works in the exploratory tunnel Innsbruck–Ahrental

EAB

**A broken
crusher
is not only a flaw**



**Our Metal Detectors
save expensive
repairs**



**No Detection
of iron oxides**

EAB

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

Corrib Tunnel: Unterquerung eines Naturschutzgebietes

Um ein Gasfeld im Atlantik zu erschließen und das gewonnene Gas in einer Anlage an der irischen Nordwest-Küste aufzubereiten, war der Bau einer Gasrohrleitung notwendig, die ein küstennahes Naturschutzgebiet durchlaufen musste. Um dieses unberührt unterqueren zu können, wurde die Führung der Rohrleitung durch den eigens für diesen Zweck zu bauenden Corrib Tunnel beschlossen, der Anfang 2015 inklusive betriebsbereiter Gasleitung fertiggestellt war.

Corrib Tunnel: Underpassing a Nature Reserve

The construction of a gas pipeline passing through a coastal nature conservation area was essential to exploit a gas field in the Atlantic. The gas is then processed in a facility on the Irish north-west coast. It was decided to thread the pipeline through the specially devised Corrib Tunnel so that the nature reserve could be underpassed without harming the environment. The tunnel was completed along with the operational gas pipeline in early 2015.

Dipl.-Ing. Holger Joneleit, Dipl.-Ing. Karl Steinegger, Dipl.-Ing. Alain Cailler,
Wayss & Freytag Ingenieurbau AG, Tunnelbau/Tunnelling Division, Frankfurt, Deutschland/Germany

Projektübersicht

Shell E&P Ireland Ltd (SEPIL) hat den Auftrag das Corrib-Gasfeld zu erschließen, das etwa 83 km von der irischen Küste entfernt im Atlantischen Ozean liegt. Das Corrib-Tunnel-Projekt liegt an der Nordwest-Küste Irlands im County Mayo. Das gesamte Projekt Corrib-Gasfeld umfasst die Errichtung der Bohrinseln, die Unterwasser-Verlegung (offshore) der Gasrohrleitung im Atlantik bis zur Küste von Mayo, die Überland-Verlegung (onshore) der Gasrohrleitung von der Küste bis zur neuen Gasaufbereitungsanlage und die Errichtung dieser Anlage.

Die Offshore-Gasrohrleitung endet bei Glengad, rund 1,5 km westlich von Rossport. Ursprünglich sollte die Gasrohrleitung über eine Länge von ca. 8 km onshore bis zur neuen Aufbereitungsanlage verlegt werden, welche westlich von Broadhaven Bay bei Bellanaboy gebaut wurde. Über eine Länge von fast 5 km liegt ein Teil des geplanten Onshore-Verlaufs der Gasrohrleitung im unmittelbaren Bereich eines Naturschutzgebietes, der Sruwaddacon Bay, welche landeinwärts von Glengad nach Aughoose verläuft (**Bild 1**).

Der Auftraggeber SEPIL entschloss sich, in diesem sensiblen Naturschutzgebiet die 20"- Gasrohrleitung mit allen Zubehörkomponenten in geschlossener Bauweise in einem vorab maschinell aufzufahrenden Tunnel zu verlegen und anschließend den restlichen Tunnelquerschnitt zu verfüllen. Die Arbeitsgemeinschaft W&F/BAM, bestehend aus der Wayss & Freytag Ingenieurbau AG und BAM Civil (Ireland), beide Tochterfirmen der niederländischen Royal BAM Group, wurde mit der Ausführung der Arbeiten von Shell E&P Ireland Ltd beauftragt.

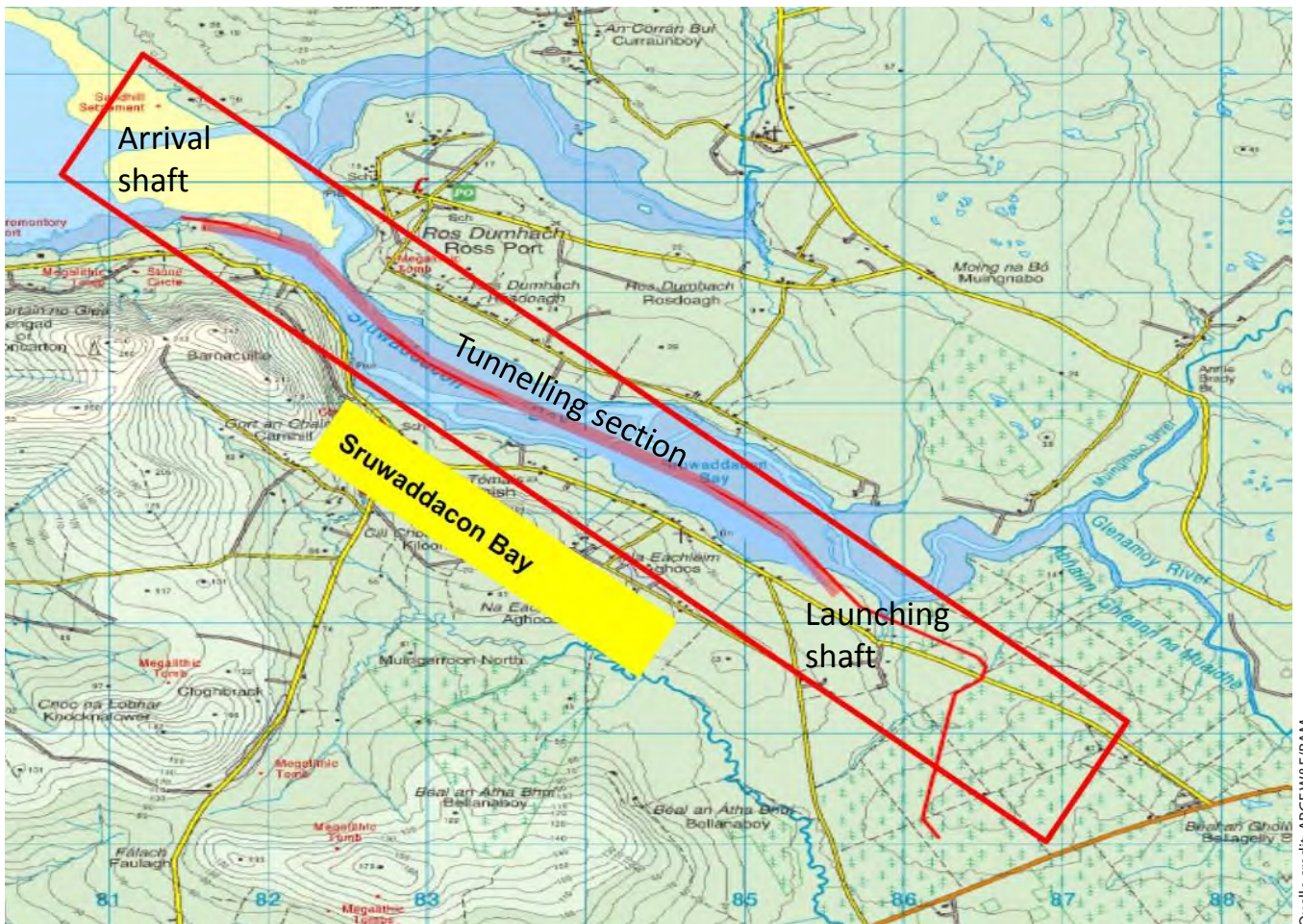
Project Overview

Shell E&P Ireland Ltd (SEPIL) was commissioned to open up the Corrib gas field, located in the Atlantic some 83 km from the coast of Ireland. The Corrib Tunnel Project is located on the north-west coast of Ireland in County Mayo. The complete Corrib gas field project embraces setting up the offshore rigs, laying the gas pipeline offshore in the Atlantic to the coast of Mayo, laying the pipeline onshore from the coast to the new gas preparation facility as well as establishing this facility.

The offshore gas pipeline ends at Glengad, some 1.5 km to the west of Rossport. Originally the gas pipeline was to be laid onshore over a distance of around 8 km to the new terminal, established at Bellanaboy to the west of Broadhaven Bay. A part of the planned onshore sector of the gas pipeline is located in a nature conservation area over a length of almost 5 km. This area around Sruwaddacon Bay runs inland from Glengad to Aughoose (**Fig. 1**).

The client SEPIL decided to install the 20" gas pipeline with all its relevant accessory components in this sensitive nature reserve in a tunnel. The tunnel was to be driven in advance by mechanized means with the residual tunnel cross-section subsequently being backfilled. The W&F/BAM JV comprising the Wayss & Freytag Ingenieurbau AG and BAM Civil (Ireland), both subsidiaries of the Dutch Royal BAM Group, was commissioned to undertake the project by Shell E&P Ireland Ltd.

The tunnel with a minimum overburden amounting to approx. 5.5 m was excavated by a Mixshield tunnel boring machine (TBM), manufactured by the Herrenknecht AG. The starting shaft for the tunnel drive was set up at Aughoose on the coastal strip of Sruwaddacon Bay and the target shaft directly on the coast at Glengad. The tun-



Quelle credit: ARGE W&F/BAM

1 Übersicht der Onshore-Gas-Rohrleitungsstrasse
Overview of the onshore gas pipeline route

Der Tunnel wurde mit einer Tunnelbohrmaschine (TBM), Typ Mixschild, des Herstellers Herrenknecht AG aufgeföhren und hatte eine minimale Überdeckung von ca. 5,5 m. Der Startschacht des Tunnelvortriebs wurde bei Aughoose im Uferbereich der Sruwaddacon Bay angeordnet und der Zielschacht unmittelbar an der Küste bei Glengad. Der Tunnel hat eine Länge von ca. 4,9 km, einen Innendurchmesser von 3,50 m und einen Bohrdurchmesser von ca. 4,30 m. Er verläuft größtenteils unter der gezeitenabhängigen Sruwaddacon Bay.

Neben der 20"-Gasrohrleitung mussten weitere Service- und Steuerleitungen in dem Tunnel installiert werden, bevor er mit Dämmmaterial verfüllt werden konnte.

Terminplanung

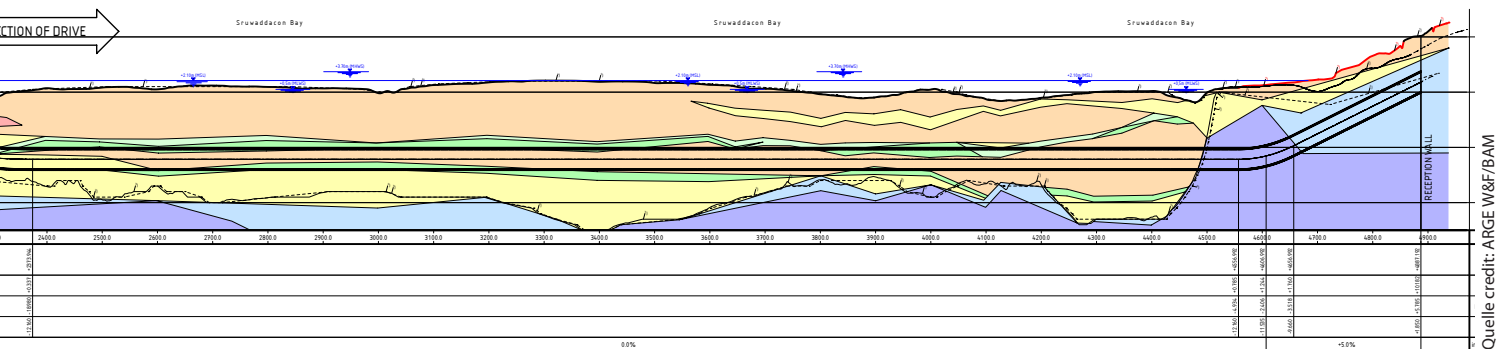
Nach dem Einholen aller erforderlichen Genehmigungen durch den Bauherrn SEPIL wurden im Februar 2012 die Bauarbeiten am Startschacht Aughoose in Angriff genommen; im Januar 2013 konnte dann der Vortrieb der Tunnelröhre beginnen. Die Vortriebsarbeiten wurden Mitte Mai 2014 mit der Ankunft der TBM im Zielschacht Glengad beendet (**Bild 2**).

In der Zeit von Mai bis Juli 2014 wurde der Einbau der Gasleitung auf der Baustelleneinrichtungsfläche vorbereitet. Der Einbau der

nel is roughly 4.9 km long with an internal diameter of 3.50 m and a bored diameter of some 4.30 m. A major part of the tunnel runs under Sruwaddacon Bay, which is affected by the tide. In addition to the 20" gas pipeline further service and control cables had to be installed in the tunnel prior to it being backfilled.



2 Durchschlagsfeier des TBM-Vortriebs im Zielschacht
Breakthrough celebrations for the TBM drive in the target shaft



Schlussstein und den Flankensteinen kam ein Nut-Feder-System zum Einsatz, das dem Schlussstein beim Einbau eine stabile Führung ermöglicht. Die Ring- und Längsfugen sind bei allen Tübbingen verschraubt. Mit der Herstellung der Tübbinge wurde das Fertigteilwerk Shay Murtagh Ltd. in Irland beauftragt. Die Lieferung der Tübbinge vom Herstellerwerk auf die Baustelle erfolgte per LKW. Auf einen Transporter wurden jeweils drei komplette Ringe geladen.

Zum Auffahren der Tunnelröhre wurde eine Mixschild-TBM gewählt. Aufgrund der Tiefenlage des Tunnels am Sohlpunkt unter der Sruwaddacon Bay und dem tideabhängigen Wasserstand in der Bay war die TBM auf Arbeitsdrücke bis 3,6 bar auszulegen. Die TBM wurde mit einem Mischbohrkopf ausgerüstet, um neben den kompakt gelagerten, abrasiven Feinkornsichten auch die locker gelagerten Sand- und Kiesschichten und die Bereiche mit Fels durchfahren zu können.

Das Nachläufersystem war insgesamt 100 m lang und bestand aus 14 einzelnen Nachläufern. Die Anlieferung der TBM mit Nachläufersystem erfolgte mit dem Schiff bis zum Hafen Dublin und danach mit Schwertransporten durch Irland bis zum Startschacht in Aughoose, wo die TBM auf der Unterwasserbetonsohle des Rampenbauwerks montiert wurde.

Baustelleneinrichtungsfläche

Der mehrere Meter dicke Torfuntergrund im Bereich der Baustelleneinrichtungsfläche (BE-Fläche) wurde vor dem Aufbau der Peripheriegeräte des Mixschildvortriebes komplett gegen tragfähigen Baugrund ausgetauscht. Auf der BE-Fläche (**Bild 4**) wurden dann die Hauptkomponenten für den Mixschildvortrieb aufgebaut (u. a. Tübbinglager mit Portalkran, Separieranlage mit Förderband- und Bentonitmischanlage, Filterpressen mit Behältern für frische und verbrauchte Bentonit-Suspension, Druckluftanlage und Krankenschleuse, Mörtelmischanlage, Generatorstation sowie Büro, Werkstätten und Magazin).

Die Auslegung, Planung und Lieferung der Geräte wurde komplett von der Abteilung Tunneltechnik von Wayss & Freytag durchgeführt. Hierbei waren besondere Anforderungen hinsichtlich des Umweltschutzes und der Sicherheitsrichtlinien aus der Öl- und Gasindustrie zu berücksichtigen, die sich maßgeblich auf die Baustelleneinrichtung ausgewirkt haben. Dies waren unter

wide, 25 cm thick and were devised as steel fibre concrete segments without matting or bar steel reinforcement. The segments possess a cam and pocket structure as coupling element in the ring joints. A tongue and groove system was applied in the longitudinal joints between the keystone and the adjoining elements. This provided stable guidance for the keystone during installation. The ring and longitudinal joints for all the segments are bolted. The Shay Murtagh Ltd. plant in Ireland was commissioned to produce the segments. Lorries were used to transport the segments from the works to the construction site. Three complete rings were carried per transporter. A Mixshield TBM was selected to drive the tunnel bore. Owing to the depth of the tunnel at the lowest point beneath Sruwaddacon Bay and the tide-dependent water level there the TBM had to be designed to cope with working pressures of up to 3.6 bar. The TBM was provided with a mixed cutterhead so that the loosely bedded sand and gravel layers and the rock sections could be tackled in addition to the compactly stratified abrasive fine grain layers. The back-up system was altogether 100 m in length comprising 14 individual carriages. The TBM together with its back-up system was shipped to the port of Dublin and then carried by heavy-duty transporters through Ireland to the starting shaft at Aughoose. There the TBM was assembled on the underwater concrete foundation of the ramp structure.

Site Installation Yard

The several metres thick peat layer at the construction site installation yard was completely removed and replaced by a stable surface prior to setting up the peripheral equipment for the Mixshield drive. The main components for the Mixshield drive (including the segment store with portal crane, separating plant with belt conveyor and slurry mixing plant, filter presses with container for fresh and used bentonite suspension, compressed air unit and medical lock, mortar mixing plant, generator station as well as office, workshops and storeroom) were then set up on the installation yard (**Fig. 4**). The design, planning and supplying of the equipment was tackled completely in advance by the Wayss & Freytag department for tunnel technology. In this connection, particular emphasis was placed on environmental protection and the oil and gas industry's safety guidelines, which played a large part in developing the construction site. These included the demanded green and grey coating and the



Quelle credit (3): ARGE W&F/BAM

4 Baustelleneinrichtung im Bereich des Startschachtes
Construction site facilities around the starting shaft

anderem der geforderte grüne bzw. graue Anstrich und die Höhen- und Lärmemissionsbeschränkung der BE-Komponenten zur Minimierung des Einflusses auf die Fauna sowie die Installation von Auffangbecken unter allen Flüssigkeitsbehältern für den Fall einer Flut in der Bay.

Besonderheiten bei der Ausführung der Vortriebsarbeiten

Aufgrund des hohen, oberflächennahen Wasserspiegels im Bereich des Startschachtes musste die Anfahrkonstruktion und die TBM-Anfahrt mit größter Sorgfalt geplant und ausgeführt werden. Die Anfahrdichtung bestand aus einer Doppellippendichtung und einem vorgeschaltetem Dichtblock.

Die Zielankunft der TBM erfolgte in einem wassergefüllten Schacht auf einer Schildwiege aus Magerbeton. Nach dem Freifahren des Schildes und dem ausreichenden Verpressen des Ringspaltes wurde der Schacht gelenzt und die Vortriebsmaschine im Schacht demontiert. Das Nachläufersystem wurde mittels Seilwinde in den Zielschacht gezogen und jeder Nachläufer einzeln nacheinander demontiert und aus dem Zielschacht gehoben.

Um einen einwandfreien, kontinuierlichen und weitgehend störungsfreien Vortrieb zu gewährleisten, wurden in kurzen, regelmäßigen Abständen Drucklufteinströme in die TBM- Abbaukammer angeordnet. Der Zustand der Abbauwerkzeuge wurde kontrolliert

height and noise restrictions applying to the yard components in order to minimize the effect on the fauna as well as the installation of collecting basins beneath all containers holding fluids should flooding occur in the Bay.

Special Aspects of the Excavation

On account of the high water level so close to the surface around the starting shaft the start-up structure and the TBM start-up had to be planned and executed with absolute precision. The starter gasket consisted of a double-lip seal and an advance sealing block. The TBM finished up in a shaft filled with water on a shield cradle made of lean concrete. After the shield was able to travel freely and the annular gap was sufficiently grouted the shaft was emptied and the TBM dismantled within it. The back-up system was pulled into the target shaft using a rope winch and each carriage disassembled one by one and hoisted out of the shaft.

Compressed air entries were created at short, regular intervals in the TBM extraction chamber to ensure a perfect, continuous and largely disturbance-free excavation. The state of the cutting tools was checked and if need be, they were replaced and repair jobs executed (**Figs. 5 + 6**).

More than 230 compressed air entries were established along the 4.9 km long driven section with a total of 725 interventions taking place, largely carried out by on-site personnel. In addition, North

und, falls erforderlich, Abbauwerkzeuge ausgetauscht und Reparaturarbeiten ausgeführt (**Bilder 5 + 6**).

Auf der 4,9 km langen Vortriebsstrecke wurden mehr als 230 Drucklufteinstiege ausgeführt, und es fanden 725 Mannschleusungen statt, die zu einem großen Teil mit eigenem Personal durchgeführt wurden. Zur Abdeckung von Spitzen kamen zusätzlich Nordseetaucher zum Einsatz. Die Druckluftarbeiten ließen sich reibungslos, sicher und ohne Unfall durchführen.

Wie zuvor erläutert, schrieb der Bauherr für die Ausführung der Arbeiten die speziellen Arbeitssicherheitsrichtlinien der Öl- und Gasindustrie vor. Dies hatte zur Folge, dass die TBM im Nachläuferbereich mit einem Fluchtcontainer ausgestattet werden musste, der alle im Tunnel befindlichen Personen aufnehmen konnte. Es wurde ein spezielles Rettungs- und Evakuierungskonzept für den Tunnel entwickelt und die örtlichen County-Feuerwehr und eigenes Personal speziell eingewiesen und geschult. Für den möglichen Brandfall im Tunnel wurde eine fahrbare, speziell entwickelte Löschkanone vorgehalten, die jederzeit einsetzbar war.

Einweisungen, Übungen, Notfallübungen, Personenbergungen, Tunnelevakuierungen und Feuerlöschübungen wurden nach einem vorgegebenen Plan regelmäßig durchgeführt, dokumentiert, ausgewertet und besprochen, um das vom Auftraggeber geforderte Ziel „Null Unfälle“ (Goal Zero) an Hand von 12 definierten Sicherheitsregeln („12-Life-Saving Rules“) zu gewährleisten.



5 Räumer am Schneirad
Scraper at the cutting wheel



6 Ortsbrust und Schneirad mit Disken
Face and cutting wheel with discs

Sea divers were recruited to cope with peak requirements. The compressed air operations were undertaken safely without any trouble or accidents.

As previously explained, the client prescribed that the special industrial safety guidelines of the oil and gas industry had to be applied. As a result, the back-up sector of the TBM had to be fitted with an escape container, capable of housing all persons present in the tunnel. A special rescue and evacuation concept was devised for the tunnel and the local County Fire Service and in-house personnel were specially instructed and trained. A mobile, specially developed water cannon was maintained, which was available if required in case of fire.

Instructions, drills, emergency drills, personal recovery operations, tunnel evacuations and fire fighting assignments were carried out regularly in keeping with a prescribed plan, documented, assessed and discussed to ensure that the “zero accident goal” required by the client was achieved on the basis of “12 life saving rules”.

Installing the Pipeline

Apart from the drive and the subsequent backfilling process, the installation of the more than 4.9 km long gas pipeline (tunnel plus starting and target shafts) represented a further major construction phase of the overall project. As operations in the tunnel represented “work in a constricted space”, it was deemed essential that the amount of work actually undertaken in the tunnel itself was restricted as far as possible. Furthermore, there was an increased danger of fire owing to welding operations.



7 Zusammenstellung der Rohrschüsse
Assembling the pipe column



8 Einbau der Rohrschüsse im Tunnel
Installing the pipe column in the tunnel

Quelle credit (3): ARGE W&F/BAM

Installation der Rohrleitung

Die Installation der mehr als 4,9 km langen Gas-Rohrleitung (Tunnel plus Anfahr- und Zielschacht) in dem aufgefahrenen Tunnel stellte neben dem Vortrieb und dem abschließenden Verfüllen eine weitere Hauptbauphase im Gesamtprojekt dar.

Da es sich bei den Tätigkeiten im Tunnel über „Arbeiten im begrenzten Raum“ handelte, galt die sicherheitstechnische Vorgabe, den Umfang der im Tunnel ausgeführten Arbeiten so gering wie möglich zu halten. Außerdem bestand, bedingt durch die Schweißarbeiten, ein erhöhtes Risiko an Brandgefahr.

Aus Gründen der vorhandenen Infrastruktur insbesondere im Bereich des Zielschachtes sowie behördlicher und umwelttechnischer Genehmigungen war das Einbringen der Rohrleitung nur von der Startschachtseite aus möglich. Die Gas-Rohrleitung mit einem Nenndurchmesser von DN 510 wurde in einzelnen Rohrstücken von 12 m Länge auf einen direkt hinter dem Startschacht eingerichteten Montagevorplatz angeliefert (**Bild 7**). Dort wurden je sechs Rohrstücke zu jeweils 72 m langen Rohrschüssen vorgefertigt. Die Schweißarbeiten mussten nicht nur äußerst exakt, der Norm entsprechend nach qualitativen und technologischen Vorgaben, ausgeführt werden sondern unterlagen auch einer genau spezifizierten Prüfungs- und Dokumentationsabfolge. Hierfür bediente man sich externer Stellen, die gemäß der anzuwendenden Regelwerke zertifiziert und prüferfahren waren. Um einen kontinuierlichen und konstant hochqualitativen Herstellungsablauf der fast 450 Schweißverbindungen zu gewährleisten, wurde ein spezielles Ablaufkonzept entwickelt. Zum Einsatz kamen mobile Schweißstationen, die über alle notwendigen Arbeits- und Prüfeinrichtungen zur Herstellung und Prüfung der Schweißarbeit verfügten und mittels einer Hebeeinrichtung über die durchzuführenden Schweißstellen platziert wurden. Die somit bereits im Vorlauf zum Einbaubeginn gefertigten Rohrschüsse gewährleisteten einen kontinuierlichen Montageablauf.

Das Herzstück dieser Montagearbeiten war die in Sonderkonstruktion gefertigte Transport- und Montagebühne. Diese bestand aus einer Plattform, die flexibel und gelenkig auf den aus dem Vortrieb vorhandenen Radsätzen der Plattformwagen montiert wurde. Durch diese Bauweise ließen sich die Höhenunterschiede

Due to the existing infrastructure particularly around the target shaft as well as the limitations of official and environmental approval it was only possible to install the pipeline from the starting shaft side. The gas pipeline with a nominal diameter of DN 510 was supplied to an assembly yard directly behind the starting shaft in 12 m long individual pipe sections (**Fig. 7**). There they were assembled to form 72 m long pipe columns. Welding operations had to be executed with the utmost precision in keeping with qualitative and technological requirements according to the norm. Furthermore they were subjected to an exactly specified series of tests and documentation. External offices were engaged for this purpose, which were certificated in accordance with the applicable sets of regulations and familiar with the test procedure. In order to ensure that the around 450 welded connections were produced continuously and constantly in high quality a special procedural concept was devised. Mobile welding stations were employed, which possessed all the necessary working and testing facilities to produce and test the welding work. They were positioned above the spots where welding was required by a hoisting device. The pipe columns previously produced in advance then assured a continuous assembly process. The core of these assembly operations was the specially constructed transport and assembly platform. This consisted of a flexible and adjustable platform, carrying the set of wheels of the platform cars used during excavation. Thanks to this form of construction it was possible to overcome the tunnel route's differences in height and radii in an optimal manner. Furthermore, cantilevers were installed on the platform at defined intervals, which enabled the pipe columns in the tunnel to be placed on the pipe brackets that were provided butt to butt (**Fig. 8**) and subsequently welded.

After each weld, the seams were tested by the AUT (automated ultrasonic testing) method, the results documented and the welded spots covered with a special membrane and conserved. In addition, an anodic corrosion protection system was installed over the entire length of pipe in the tunnel. Thanks to the efficient preparatory measures for this construction section the assembly operations were completed roughly a month earlier than scheduled. After the pressure of the entire pipeline was successfully tested at 504 bar, the final construction phase could be tackled.

und Radien des Tunnelverlaufes optimal bewältigen. Zusätzlich waren auf der Plattform in definierten Abständen Kragarme installiert, durch welche die Rohrschüsse im Tunnel auf die vorgesehenen Rohrkonsolen Stoß an Stoß gesetzt (**Bild 8**) und anschließend verschweißt wurden.

Nach der jeweiligen Schweißung wurden die Schweißnähte mittels AUT-Verfahren (automated ultrasonic testing) geprüft, die Ergebnisse dokumentiert und die Schweißstellen mit einer Spezialfolie abgedeckt und konserviert. Über die gesamte im Tunnel eingebrachte Rohrlänge wurde zudem ein anodisches Korrosionsschutzsystem installiert.

Aufgrund der effizienten Vorbereitungsmaßnahmen für diesen Bauabschnitt wurden die Montgearbeiten rund einen Monat früher als geplant fertiggestellt. Im Anschluss an die erfolgreiche Druckprüfung der gesamten Rohrleitung mit 504 bar konnte somit die letzte Bauphase in Angriff genommen werden.

Tunnelverfüllung

Die Tunnelverfüllung war, wie die anderen Bauphasen zuvor, kritisch für den Gesamterfolg der Maßnahme: Der 4900 m lange Tunnelabschnitt mit einem relativ kleinen Querschnitt von 3,5 m Durchmesser sollte über die volle Querschnittshöhe mit einem Dämmmaterial verfüllt werden, um die geprüften Gas-, Wasser- und Steuerleitungen dauerhaft geschützt einzubetten, ohne diese jedoch im Zuge der Verfüllung zu beschädigen. Des Weiteren konnte die Verfüllung nur vom Tunnelanfang bei Aughoose geplant werden, da zum einen die Logistik für Straßentransporte Richtung Tunnelende bei Glengad auf nur wenige Transporte pro Tag beschränkt war und eine gesonderte BE am Tunnelende auf Grund der Umweltauflagen und der Anwohner nicht zugelassen war.

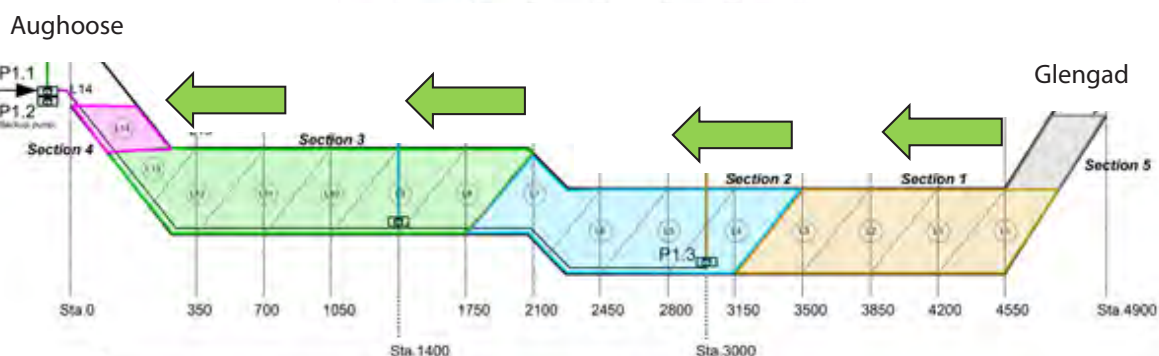
Im Rahmen der Arbeitsvorbereitung wurden sowohl Trocken-Einbauverfahren (u. a. mit maschinelltem Einfahren und Verdichten oder durch Einblasen des Verfüllmaterials) als auch Nass-Einbauverfahren (Einpumpen des Materials) untersucht. Die logistischen, sicherheitstechnischen und kommerziellen Vor- und Nachteile der verschiedenen Möglichkeiten wurden einander gegenübergestellt.

Backfilling the Tunnel

Just like the other construction phases, backfilling the tunnel was critical for the overall success of the scheme. The 4900 m long tunnel section with a relatively small cross-section of 3.5 m diameter had to be filled along its entire cross-sectional height. This was to ensure that the tested gas, water and control lines were embedded in such a way that they were protected on a long term basis without sustaining damage during the backfilling process. Furthermore, this process could only be planned from the point where the tunnel started at Aughoose. This was due to the fact that firstly the logistics for road transportation towards the tunnel end at Glengad was restricted to a few transports per day and no special installation yard at the tunnel end was permitted on account of ecological considerations and local residents.

During the preparatory stage both dry placing methods (including mechanized application and compaction or by blowing in filling material) as well as wet placing methods (pumping in the mix) were examined. The logistical, safety technical and commercial pros and cons of the various possibilities were compared with each other. After reviewing a number of possible alternatives (including fully automatic backfilling from the outside using the wet method with external pumps and remote-controlled instruments), a more straightforward concept involving the wet method was devised ready for use by the site work preparation group with the assistance of the planners. This concept enabled direct control and intervention from the installation yard during the filling process while at the same time, it permitted the tunnel to be accessed by train for possible repairs or inspections. The concept was devised in such a way that the health and safety of staff was protected in an optimal manner and that the number of persons in the tunnel during the backfilling process was reduced to a minimum.

The main installation yard for the backfilling process (material silos, water tanks, mixer and control container) was located at the Aughoose starting shaft. The chosen concept allowed the process to be tackled practically without any personnel in the tunnel thanks to the control system via the main components (mixer, pumps) from the installation yard and the semi-automatic switching of the filling pipes between the backfilling sections. In this respect



9 Schema der rückschreitenden Verfüllung des Corrib Tunnels

Plan for retrograde backfilling of the Corrib Tunnel

Nach Vergleich mehreren möglicher Varianten (wie unter anderem eine voll automatisierte Verfüllung von außen im Nassverfahren mit Außenpumpen und ferngesteuerten Armaturen) wurde ein einfacheres Konzept im Nassverfahren mit Staffelpumpen im Tunnel durch die Baustellen-Arbeitsvorbereitung unter Mithilfe der Planer ausführungsfähig entwickelt. Dieses Konzept erlaubte ein direktes Steuern und Eingreifen während des Verfüllvorgangs von der BE aus und ermöglichte trotzdem einen Tunnelzutritt mit dem Zug für eventuelle Reparaturen oder Inspektionen. Das Konzept wurde so entwickelt, dass die Sicherheit und Gesundheit der Mitarbeiter optimal gewährleistet werden konnte und die Anzahl der Personen im Tunnel während der Verfüllung auf ein Minimum reduziert wurde.

Die Haupt-BE für die Verfüllung (Material-Silos, Wassertanks, Mischer und Steuercontainer) befand sich am Startschacht Aughoose. Aufgrund der Steuerung über die Hauptkomponenten (Mischer, Pumpen) von der BE aus und das halbautomatische Umschalten der Verfüllrohre zwischen den Verfüllabschnitten ermöglichte das gewählte Konzept eine nahezu personalfreie Ausführung im Tunnel. Aus sicherheitstechnischer Sicht konnte so das Risikopotential erfolgreich minimiert werden.

Das aufbereitete Verfüllmaterial bestand aus Zement, Bentonit, Wasser und Zusatzstoffen und wurde vom Mischer in Tanks zwischengelagert. Die zirka 41 000 m³ umfassende Verfüllung wurde in fünf Verfüllungsphasen im Durchlaufbetrieb vorgenommen, beginnend am Zielschacht mit rückschreitender Einbaurichtung bis zum Startschacht. Den Abschluss bildete ein kurzer Schrägschnitt am Zielschacht, für den eine Fertigmischung zum Einsatz kam (**Bild 9**).

Die Einbauleistung der vier Regelabschnitte wurde so getaktet, dass die aus den Tunnelvortriebsarbeiten vorhandenen Installationen auf der BE und die Materialtransporte optimal aufeinander abgestimmt werden konnten. Die Verfüllrohre, ausgeführt in unterschiedlichen Längen, mit schwanenhalsförmigen Auslässen etwa alle 350 m, wurden im Tunnel an Rohrkonsolen befestigt. Das Verpumpen des Verfüllmaterials erfolgte zum einen über eine Hauptpumpe auf der BE und darüber hinaus über eine auf einem Tunnelzug installierte Zusatzpumpe für die langen Pumpstrecken. Zur Überprüfung der im Zuge der Arbeitsvorbereitung getroffenen Annahmen, wie z. B. zum natürlichen sich einstellenden



10 Tunnel vor der Verfüllung
Tunnel prior to backfilling

Quelle credit (2): ARGE W&F/BAM

the potential risk could be successfully minimized seen from the safety technical viewpoint. The prepared filling mix comprised cement, bentonite, water and additives and was temporarily stored in tanks after being mixed. The around 41 000 m³ of filling material was applied in five phases in a continuous operation, beginning at the target shaft retreating back to the starting shaft. It was rounded off by a short sloping section at the target shaft, where a ready-mix was applied (**Fig. 9**).

The filling rate for the four standard sections was arranged in such a way that the installations available from the tunnel driving activities on the installation yard and the transportation of material could be harmonized with one another. The filling pipes in varying lengths with gooseneck-shaped apertures at 350 m gaps were attached to pipe brackets in the tunnel. The filling material was then pumped by a main pump on the installation yard and then via an additional pump mounted on a tunnel train for the long pumping sections. Among other things, a CFD (computer fluid dynamics) simulation of the flow was executed to test the assumptions collated during work preparation such as e.g. the fluid's naturally occurring angle of repose during backfilling depending on the viscosity. In order to avoid possible disturbances of the backfilling process resulting from equipment failing, all units were designed redundantly. Furthermore, the line was provided with a flushing device, which prevented clogging should things come to a standstill. Cameras were installed in the tunnel at regular intervals to monitor and control the process and height, flow and pressure measurements were taken during backfilling. The constant quality of the filling material (e.g. viscosity, density etc.) was assured by an extensive accompanying lab

Böschungswinkel des Verfüllmaterials beim Verfüllen in Abhängigkeit der Viskosität, wurden unter anderem eine CFD-Simulation (Computer Fluid Dynamics oder Strömungsanalyse) der Strömung durchgeführt.

Um eventuellen Störungen des Verfüllprozesses durch Geräteausfall vorzubeugen, wurden die Geräte jeweils redundant ausgebildet. Darüber hinaus erhielt die Leitung eine Spülvorrichtung, die bei auftretenden Stillständen ein Verstopfen verhinderte. Zur Überwachung und Steuerung des Verfüllvorgangs, wurden im Tunnel in regelmäßigen Abständen Kameras installiert sowie kontinuierlich Höhen-, Durchfluss- und Druckmessungen während der Verfüllung durchgeführt. Die gleichbleibende Qualität des Verfüllmaterials (z. B. Viskosität, Dichte etc.) wurde durch ein umfangreiches, begleitendes Laborprogramm gewährleistet, das im Rahmen eines Qualitätsprüfplans durchgeführt wurde. Durch die durchgängige und kontinuierliche Verfüllung von Teilabschnitt zu Teilabschnitt und die speziellen, im Labor entwickelten Materialeigenschaften der Rezeptur wurde das Material auch bei Unterbrechungen von einem zum nächsten Pumpabschnitt immer in plastischer Form gehalten. **Bild 10** zeigt den leeren Tunnel mit Messlatte für die Höhenkontrolle der Verfüllung aus Perspektive einer Überwachungskamera und **Bild 11** den Tunnel bei ca. 90 % Verfüllung.

Zusammenfassung

Die größten Herausforderungen des Tunnelvortriebes waren die insgesamt sehr schwierigen geologischen Verhältnisse verbunden mit einer hohen Abrasivität, der hohe Salzgehalt im umgebenden Grundwasser und die speziellen Sicherheitsvorgaben der Öl- und Gasindustrie.

Die TBM durchfuhr erfolgreich Böden mit unterschiedlichster Bohrbarkeit, Standfestigkeit, Durchlässigkeit, Lagerungsdichte und Verklebungspotential. Alle Bodenbereiche hatten eine Abrasivität mit Cerchar-Werten von 2,0–5,0.

Nach der zuvor bereits am Emstunnel zwischen Deutschland und Holland nahe Emden durch Wayss & Freytag und BAM realisierten Tunnelverfüllung mit einer Länge von 4000 m, stellt die Verfüllung des zirka 4900 m langen Corrib Tunnels einen neuen Meilenstein für die Ausführung derartiger Projektaufgaben dar. 



11 Tunnel zu 90 % verfüllt
Tunnel 90 % backfilled

programme, executed within the scope of a quality assurance plan. Thanks to integrated and continuous backfilling from part-section to part-section and the special material properties developed in the lab for the recipe, the material was always kept in plastic form even given interruptions from one pumping section to the following one. **Fig. 10** displays the empty tunnel with measuring rod for height control of the backfilling material seen from the perspective of a monitoring camera and **Fig. 11** displays the tunnel 90 % full.

Summary

The greatest challenge for the tunnel excavation was represented by the altogether extremely tricky geological conditions in conjunction with high abrasiveness, the high salt content affecting the surrounding groundwater and the special safety requirements called for by the oil and gas industry. The TBM successfully penetrated soils of varying borability, stability, permeability, compactness and clogging potential. All soil zones possessed abrasiveness with Cerchar values varying from 2.0–5.0.

After previously completing backfilling the Ems Tunnel between Germany and the Netherlands in the vicinity of Emden over a length of 4000 m, backfilling the roughly 4900 m long Corrib Tunnel represents a new milestone for accomplishing such project ventures. 

Energietübbing: Der Tunnel als Wärmelieferant

Im Zuge erhöhter Mobilität und gleichzeitiger Forderung nach einer Reduzierung des CO₂-Ausstoßes rücken erneuerbare Energien in den Fokus. Neben Sonnen- und Windenergie kommt hierfür auch die Geothermie in Frage. Erdwärme lässt sich über die energetische Aktivierung erdberührter Bauwerke, z.B. Tunnel, nutzbar machen. Im Zuge des Ausbaus der Eisenbahnachse München–Verona wurde der im Bereich der Tiroler Gemeinde Jenbach liegende Tunnel in Teilen thermisch aktiviert, um den nahe gelegenen Bauhof mit Wärmeenergie zu versorgen.

Geothermal Segments: The Tunnel as Heat Supplier

At a time of increased mobility and also with the demand for reduction of CO₂ output, regenerative energy sources are gaining significance. In addition to sun and wind, geothermal energy is also an option. Heat in the ground can be exploited by energetically activating structures in contact with the ground, e.g. tunnels. In the course of the upgrading of the railway route from Munich to Verona, a part of a tunnel in the area of Jenbach in the Tyrol has been thermally activated in order to supply geothermal energy to the nearby utility centre.

Dipl.-Ing. (FH) Dominik Baier, REHAU AG + Co, Projekte WT, Tunnelbau, Erlangen, Deutschland/Germany
Dipl.-Ing. Wolf Friedemann, Ed. Züblin AG, Zentrale Technik, Tunnelbau, Stuttgart, Deutschland/Germany

Durch die seit 2012 erfolgte Datenerfassung des laufenden Betriebs des Tunnelthermiekraftwerks Jenbach sowie über zusätzlich erfolgte Versuche ist es möglich, detailliertere Aussagen zu Energiepotentialen und Möglichkeiten der energetischen Aktivierung zu geben. Diese im vorliegenden Fall aus geringen Tiefen entzogene Wärme wird zu Heiz- und Kühlzwecken von Gebäuden und Verkehrsstrukturen verwendet. Dabei ergaben sich Entzugsleistungspotentiale zwischen 25–40 W/m². Es konnte gezeigt werden, dass die Amortisationszeiten im Rahmen gängiger geothermischer Anlagen liegen.

1 Pilotprojekt Tunnel Jenbach

Erdberührte Ingenieurbauwerke im Tiefbau besitzen große Flächen, die sich für den Entzug von Wärme eignen. [1] [2] Dieser Ansatz wird bei konventionellen Tunnelbaumaßnahmen durch die Verwendung eines Energievlieses [3] und bei maschinell aufgefahrenen Tunneln durch den Einbau von Energietübbings (Bild 1) umgesetzt.

Der in Kooperation der Firmen Rehau AG+Co und Ed. Züblin AG (Zentrale Technik) entwickelte Energietübbing (Bild 2) ist erstmalig in einem 54 m langen Abschnitt des rund 3,5 km langen Tunnels Jenbach in Tirol zum Einsatz gekommen. Als erstes Energietübbing-Wärmeleistungswerk weltweit versorgt der Tunnel seit 2012 ein städtisches Betriebsgebäude der Gemeinde Jenbach mit Wärmeenergie [4]. Seit Inbetriebnahme dieses Pilotprojekts erfolgte die messtechnische Datenerfassung der Tübbing-, Tunnel-, Vor- und

Thanks to the logging of data from the operation of the Jenbach thermal power plant since 2012, and also from additional tests, it is now possible to make more detailed statements about the energy potential and opportunities of energetic activation. The heat, which in this case is extracted from quite a shallow depth, is used for heating and cooling purposes in buildings and transport structures with a potential extraction rate of 25–40 W/m². It has been demonstrated that the payback period is of the same order as normal geothermal plants.

1 The Jenbach Tunnel Pilot Project

Civil engineering structures in contact with the ground possess large areas that are suitable for the extraction of heat [1] [2]. This can be implemented in conventional tunnelling using an energy fleece [3] or in mechanically bored tunnels by installing geothermal segments/energy tunnel linings (Fig. 1).

Geothermal segments (Fig. 2), a cooperative development by the companies Rehau AG+Co and Ed. Züblin AG (Zentrale Technik), were used for the first time in a 54 m long section of the 3.5 km long Jenbach Tunnel in the Tyrol. The first energy tunnel lining power plant in the world, the tunnel has been supplying geothermal energy to an operations building belonging to the local council since 2012 [4]. Since the commissioning of this pilot project, the temperatures of the segments, the tunnel, and the flow and return heating pipes have been logged, as well as the running times of the heat pump. This makes it possible to draw a direct comparison between the estimated heat output, which was determined for the dimensioning



Quelle/Credit (2): Rehau/Züblin

1 Einbau der Energietübbings im Tunnellos H8 Jenbach

Installation of the geothermal segments in the Jenbach Tunnel, Lot H8

Rücklauftemperaturen sowie der Laufzeiten der Wärmepumpe. Damit besteht die Möglichkeit, einen direkten Vergleich zu ziehen zwischen der abgeschätzten Wärmeleistung, die zur Dimensionierung des Tunnelkraftwerks ermittelt wurde, und der bereitgestellten und abgefragten Wärmeenergie im laufenden Betrieb. Interessant sind hierbei insbesondere die Fragestellungen zu folgenden Aspekten:

- prognostizierte versus erreichte Leistung
- Energieeinsparpotenzial
- Wirtschaftlichkeit
- Zuverlässigkeit

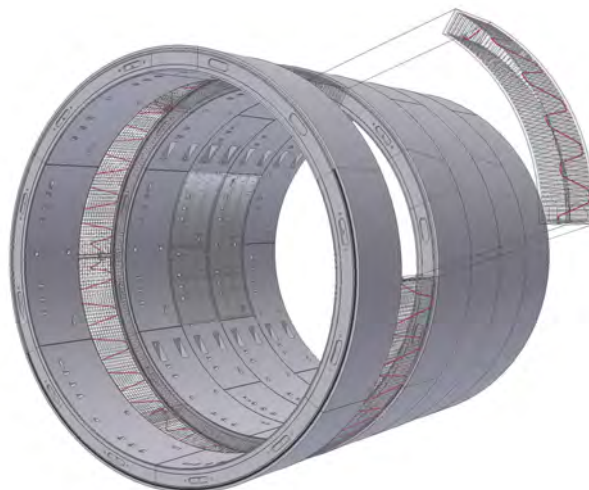
Für eine Beantwortung dieser Fragestellungen sind zunächst weitere Hintergrundinformationen über das System „Energetische Aktivierung von Tunneln/Tübbings“ und insbesondere auch über den aktivierten Tunnel in Jenbach notwendig.

2 Aktivierung von Tübbings

Um den aus Tübbings bestehenden Tunnelausbau geo-

of the tunnel power plant, and the provided and requested heat energy in running operation. Questions about the following aspects are particularly interesting:

- Forecast versus delivered output
- Energy saving potential
- Cost-effectiveness
- Reliability



2 Darstellung eines Tunnels mit energetisch aktivierbaren Tübbings
Tunnel lining with segments for energetic activation

In order to answer these questions, further background information is necessary about the system “Energetic activation of tunnels/segments” and particularly the already activated tunnel in Jenbach.

2 Activation of lining segments

In order to be able to geothermally exploit the tunnel lining consisting of segments, an absorber pipework system was integrated into the outer reinforcement layer of the segments (**Fig. 3**). Similarly to related solutions, such as energy

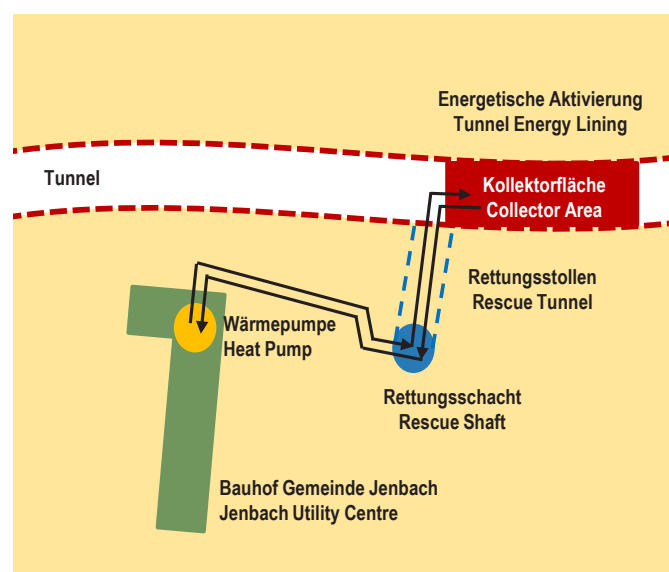


Quelle/credit (3): Rehau/Züblin

3 Herstellung des Energietübbings: Die Absorberleitungen (grau) werden an der Bewehrung befestigt
 Production of a geothermal segment: The absorber pipes (grey) are attached to the reinforcement

thermisch nutzen zu können, wurde ein Absorberleitungssystem in die Tübbings an der äußeren Bewehrungslage integriert (**Bild 3**). In Anlehnung an verwandte Lösungen, wie Energiepfähle, wurde diese Variante Energietübbing genannt. In Jenbach erfolgte über Aussparungen in den Längsfugen die Kopplung der Leitungen der einzelnen Tübbings untereinander, so dass über 54 m Tunnellänge eine erdberührte Kollektorfläche von ca. 2000 m² (außenseitiger Tunnelumfang ca. 40 m) entstand.

Da Tunnel für eine Lebensdauer von mehr als 100 Jahren ausgelegt werden [6] [7], ist es wichtig, ein Rohrmaterial mit



4 Thermische Aktivierung eines 54 m langen Abschnitts des Tunnels Jenbach: Absorberkreislauf zwischen Tunnelkollektor und Bauhof

Thermal activation of the 54 m long section of the Jenbach Tunnel: absorber circuit between tunnel collector and building yard

piles, this variant is called energy tunnel lining. In Jenbach, the pipes in the individual segments are coupled at box-outs in the longitudinal joints to create a ground source collector surface of about 2000 m² (outer tunnel circumference about 40 m) along 54 m of tunnel.

Since tunnels are designed for lifetimes of more than 100 years [6] [7], it is important to use a correspondingly durable material for the pipework. Pipes of polymerised polyethylene (PE-Xa) can be bent to tight radii and possess suitable performance characteristics (for example Full Notch Creep Test), which are superior to conventional PE-HD pipes [8]. In this case an appropriate product

einer entsprechenden Lebenserwartung zu verwenden. Rohrleitungen aus vernetztem Polyethylen (PE-Xa) ermöglichen enge Biegeradien und weisen geeignete Leistungswerte (zum Beispiel Full Notch Creep Test) auf, die herkömmliche Rohre aus PE-HD übertreffen [8]. Hier kam ein entsprechendes Rehau-Produkt zum Einsatz, das sich für geothermische Anwendungen vielfach bewährt hat.

Die durch ein Wärmeträgermedium im Tunnel aufgenommene Wärme wird in Leitungen über den Rettungsstollen zum Rettungsschacht in eine Verteilleitung zur Wärmeübergabestation des Bauhofs Jenbach geführt (Bild 4). Dieser dient als Abnehmer für die gewonnene Wärme. Zur Quantifizierung der entzogenen Wärme des Tunnels wurde eine messtechnische Ausstattung des energetisch aktivierten Abschnittes vorgenommen.

3 Messtechnische Ausstattung Tunnelkraftwerk Jenbach

Die über den Heizkreis entzogene Wärme wird über Temperatursensoren an Zu- und Ablauf in Kombination mit dem jeweiligen Durchfluss und den Materialparametern des durch die Rohrleitung zirkulierenden Fluids bestimmt.

Um die Auswirkungen des Wärmeentzuges auf die Umgebung zu detektieren, wird über zusätzliche PT100 Temperatursensoren sowohl die Tunnelluft als auch die Temperatur im Tübbingausbau gemessen.

Mehrere Energietübbings werden zu einem Tunnelring zusammengeschlossen (Bild 5); je nach Tunnelgröße ergibt eine bestimmte Anzahl an verbundenen Tunnelringen einen Heizkreis. In Jenbach wurden 13 Heizkreise zur Gesamtkollektorfläche verbunden. Die Messung der Vor- und Rücklauftemperaturen des

made by Rehau, which has often been successful in geothermal applications, was used.

The heat absorbed by the heat transport medium in the tunnel is fed through pipework through the rescue tunnel to the rescue shaft and is distributed to the heat transfer station in the utility centre in Jenbach, which serves as the consumer for the extracted heat (Fig. 4). In order to quantify the heat extracted from the tunnel, the energetically activated section is equipped with measuring instrumentation.

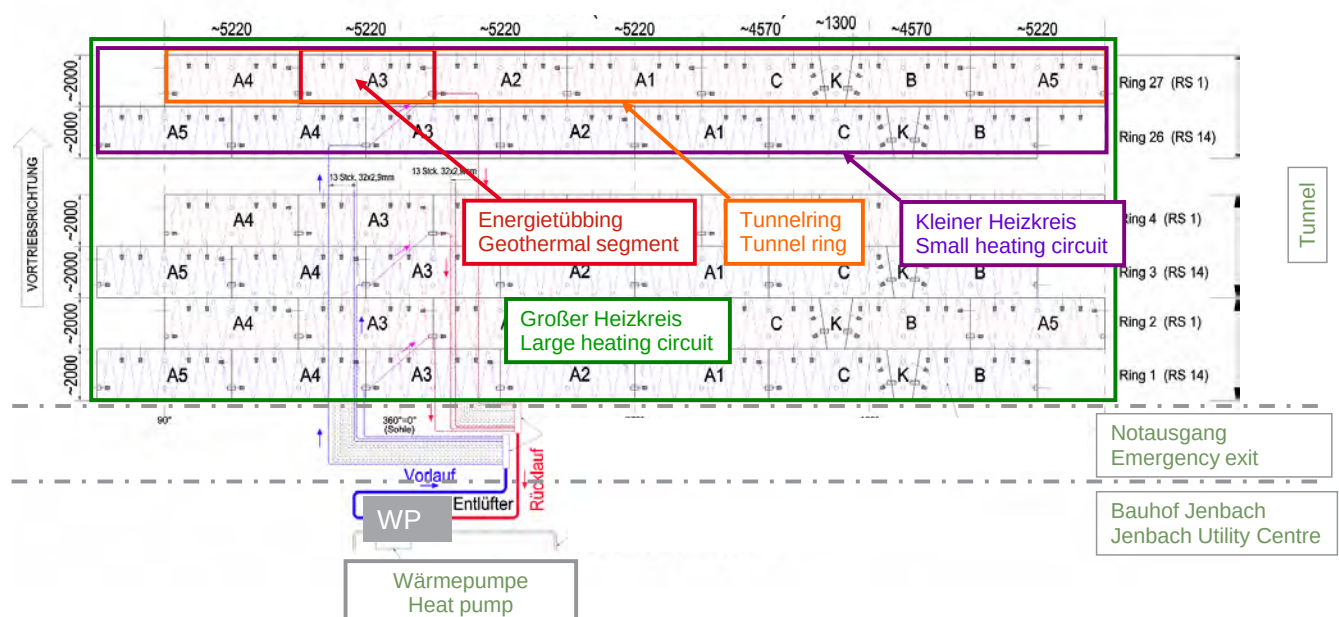
3 Measuring instrumentation of the Jenbach Tunnel power plant

The heat extracted through the heating circuit is determined by temperature sensors, which measure the flow and return temperatures in combination with the flow and material parameters of the fluid circulating through the pipework.

In order to be able to detect the effect of the heat extraction on the surroundings, additional PT100 temperature sensors measure the temperature of both the air in the tunnel and in the segment lining. Several geothermal segments are assembled to form a tunnel ring (Fig. 5); a certain number of connected rings form a heating circuit according to the size of the tunnel. In Jenbach, 13 heating circuits were connected to the overall collector area. The flow and return temperatures of the heat transport medium are measured by PT100 temperature sensors in the flow and return pipes of the small heating circuit to the distributor.

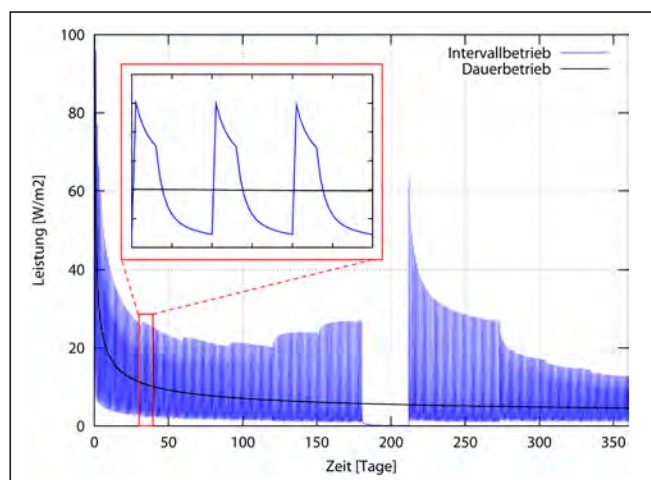
4 Dimensioning of the tunnel power plant

Tunnels are generally suitable for the effective application of heat pumps when both the tunnel and the soil temperature show an



5 Schematische Darstellung des Wärmekreislaufs

Scheme of the heating circulation



Quelle/credit (2): Rehau/Züblin

6 Simulation der Entzugsleistung in Dauer- und Intervallbetrieb
Simulation of the extraction rate in permanent and interval operation

Wärmeträgermediums erfolgte über PT100 Temperatursensoren in Zu- und Ablaufleitung des kleinen Heizkreises zum Verteiler.

4 Dimensionierung des Tunnelkraftwerks

Für die effektive Verwendung von Wärmepumpen können Tunnel grundsätzlich immer dann energetisch aktiviert werden, wenn sowohl Tunnel- als auch die Bodentemperaturen im Verhältnis zu den über Tage herrschenden Temperaturen einen ausreichend großen Unterschied aufweisen. Dann ist es möglich, den Tunnel im Sommer zum Kühlen und im Winter zum Heizen zu nutzen. Für die Planung der geothermisch genutzten Tunnelstrecke in Jenbach musste die Anlage im Hinblick auf den Bedarf des Verbrauchers dimensioniert werden. Hierzu wurde eine Vorbemessung mit der Finite Differenzen Methode (FDM) durchgeführt. Komplexe Geometrien, Bodeninhomogenitäten, Interaktionen benachbarter Tunnelröhren und gerichtete Grundwasserströmungen können mit diesem Verfahren allerdings nicht berücksichtigt werden. Insbesondere stärkere Grundwasserströmungen können einen wesentlichen Einfluss auf den notwendigen Energieeintrag haben. Daher galt es, die Berechnungsansätze auf der sicheren Seite zu wählen.

Für die Dimensionierung wurden geologische und hydrologische Gutachten herangezogen, um die für eine Abschätzung der Entzugsleistung nötigen bodenspezifischen Parameter wie z. B. Wärmeleitfähigkeit, Wärmekapazität, Dichte aber auch Informationen über mögliche Grundwasserleiter zu erhalten.

Der in Jenbach aktivierte Tunnelabschnitt liegt im Nahbereich des Flusses Inn, dessen Boden besonders von durchlässigem Schotter und Sedimenten geprägt ist. Der Grundwasserleiter steht in etwa 10 m Entfernung zum aktivierten Tunnelabschnitt an. Die Tunneltemperatur liegt bei etwa 12 °C, wohingegen der anstehende Boden eine Temperatur von ca. 10 °C aufweist. Simuliert wurde nur das den Tunnel umgebende Gebirge (Parameter siehe **Tabelle 1**). Die Tübbingschale wurde in dieser Betrachtung aufgrund ihrer geringen Dicke im Verhältnis zum umgebenden Erdreich vernachlässigt.

Wärmeleitzahl Boden Thermal conductivity of soil	3,3 W/m/K 3.3 W/m/K
Spezifische Wärmekapazität Boden Specific thermal capacity of soil	1000 J/kg/K
Dichte Boden Density of soil	2400 kg/m ³
Temperatur Absorberfluid Temperature of absorber fluid	1 °C
Ausgangstemperatur Boden Initial temperature of soil	10 °C

Tabelle 1: Materialparameter der FDM Simulation

Table 1: Material parameters of the FDM simulation

adequate difference from the ambient temperatures above ground. This makes it possible to use the tunnel for cooling in summer and for heating in winter.

For the design of the geothermally exploited section of tunnel in Jenbach, the plant had to be dimensioned considering the demand from the consumer. First, a preliminary design was carried out using the Finite Difference Method (FDM). This process was however not able to take into account complex geometries, variation in soil parameters, interactions between the adjacent tunnel bores and directed groundwater flows. Stronger groundwater flows in particular can have a significant influence on the necessary energy input. Therefore the calculation inputs had to be chosen on the safe side. Geological and hydrological reports were used for dimensioning in order to gain information about the soil parameters needed to estimate the extraction capacity such as thermal conductivity, density as well as any groundwater aquifers.

The section of tunnel activated in Jenbach is near the River Inn, whose riverbed is characterised by particularly permeable gravels and sediments. The aquifer is about 10 m away from the activated tunnel section. The tunnel temperature is about 12 °C, whereas the undisturbed soil has a temperature of about 10 °C. Only the ground around the tunnel was simulated (parameters, see **Table 1**). The segment lining was not considered due to its thinness compared to the surrounding subsoil.

Two scenarios were considered (**Fig. 6**). In the first case, the average temperature of the absorber fluid was kept constant over the entire period under consideration, which corresponds to permanent operation of the geothermal plant over the entire year. This investigated scenario of permanent operation is practically unrealistic since the heating plant is only operated on a seasonal cycle. The calculation with permanent operation showed that the soil can be cooled throughout if the plant is operated for too long. Due to the long regeneration time of the ground, this can lead to increasingly reduced extraction rates.

In the second investigated case, the plant was dimensioned for cyclical operation. Only the number of hours at full load was

Hierbei wurden zwei Szenarien betrachtet (**Bild 6**). Im ersten Fall wurde die mittlere Temperatur des Absorberfluids über den gesamten Betrachtungszeitraum konstant gehalten, was einem Dauerbetrieb der Geothermianlage über ein Jahr entspricht. Das untersuchte Szenario eines Dauerbetriebes ist insofern praxisfern, da eine Heizungsanlage saisonal nur taktweise betrieben wird. Die Berechnung eines Dauerbetriebes zeigte auf, dass eine zu lange Betriebslaufzeit einer Geothermianlage zu einer Auskühlung des Bodens führen kann. Bedingt durch lange Regenerationszeiten des Gebirges führt dies zu einer zunehmend verminderten Entzugsleistung.

Für den zweiten untersuchten Fall wurde für die Anlagendimensionierung der Taktbetrieb zu Grunde gelegt. Nur die Anzahl der Volllaststunden wurden für diesen Fall für die Berechnung angesetzt, d. h. der Wärmeentzug nur wenige Stunden pro Tag und dies saisonal abhängig simuliert.

Vergleicht man das Ergebnis des Intervallbetriebes mit dem des Dauerbetriebes, so ergeben sich während der Betriebszeit der Anlage höhere Entzugsleistungen. Allerdings zeigt sich auch in dieser Simulation über die Dauer eines Jahres ein gewisser Auskühleffekt des Bodens, so dass auch hier die Entzugsleistung mit der Zeit geringfügig abnimmt.

Auf Basis dieser Berechnungen wurde für die Anlagendimensionierung eine mögliche Entzugsleistung von 10 W/m^2 ermittelt, auf deren Basis man die erforderliche Größe der Kollektorfläche bestimmte. Nach Fertigstellung des Tunnels und energetischer Aktivierung des Tunnelabschnitts in Jenbach, erfolgte die Ermittlung der Entzugsleistung im Praxisbetrieb.

5 Ergiebigkeit im Praxisbetrieb 2012–2014

Die relativ milden Winter 2012/2013 und 2013/2014 erforderten nur einen geringen Wärmebedarf für das Betriebsgebäude, der problemlos durch das Tunnelthermiekraftwerk geliefert

considered, i.e. heat extraction was only simulated for a few hours a day depending on season.

If the results for interval operation are compared with those for permanent operation, then the plant has higher extraction rates during the operating time. However, this simulation also shows a certain cooling effect on the subsoil over the course of a year, so that the extraction output also declines slightly in this case.

Based on these calculations, an extraction rate of 10 W/m^2 was determined for the dimensioning of the plant, and then used to determine the required collector area. After the completion of the tunnel and the energetic activation of the section in Jenbach, the extraction rate in operation was determined.

5 Yield in operation 2012–2014

The relatively mild winters of 2012/2013 and 2013/2014 led to less heating demand in the operations building, which could be delivered without problems by the tunnel geothermal power plant. In order to optimise heating operation, the flow conditions in the absorber circuit were varied in a first series of tests. The circulation pump was adjusted to give laminar flow. The Reynolds number, abbreviated Re, is a dimensionless quantity, which characterises flow conditions. Values of more than 2300 are described as turbulent flow conditions, and values less than 2300 denote laminar conditions, although in practice a transition range has to be expected. Reynolds numbers less than 2300, due to the laminar conditions and the lack of turbulence, result in less heat transfer into the pipework and thus a lower extraction rate.

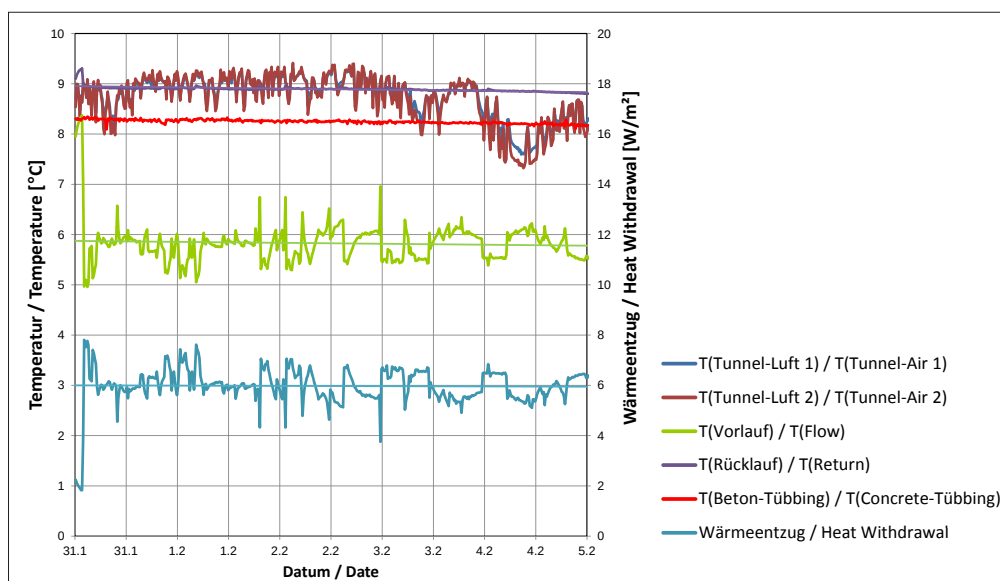
The series of measurements in this time period with Re from about 1650 (**Fig. 7**) showed in practice a low settled temperature difference (about 3 K) between the flow and return of the heating circuits in the tunnel lining, which gave an extraction rate in the range $4\text{--}8 \text{ W/m}^2$. This corresponds to the range predicted in the previous simulations. No cooling of the subsoil as a result of the required energy

demand could be observed in the measurement series shown in Fig. 7; so there is enough heat for this application.

6 Maximum yield

Of particular interest was the question, what quantity of heat would be available under the given hydrogeological and constructional conditions. This was investigated in the next series of tests by increasing the extraction rate, which was achieved by varying the flows and thus the flow conditions.

In order to ensure constant conditions for the individual test series, a cooling machine with circulation pump was connected



7 Messreihe mit $Re \approx 1650$, Praxisbetrieb

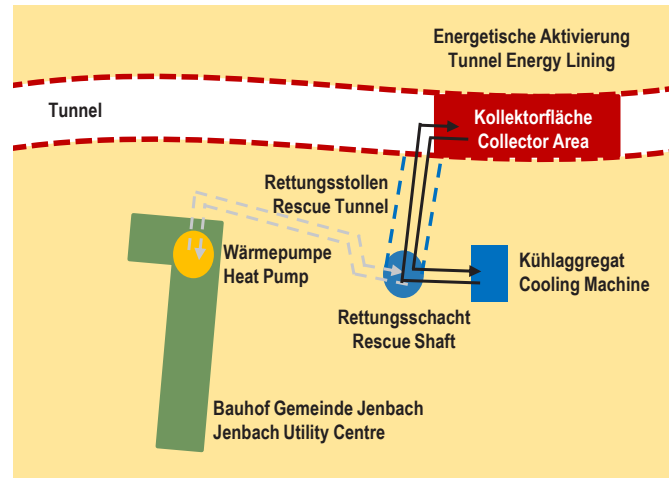
Measurement series with $Re \approx 1650$, practical operation

werden konnte. Zur Optimierung des Heizbetriebs wurden in einer ersten Versuchsreihe die Durchflussbedingungen im Absorberkreislauf variiert. Die Umwälzpumpe war dazu so eingestellt, dass sich laminare Strömungszustände ergaben. Eine dimensionslose Größe, welche die Strömungsbedingungen charakterisiert ist hier die Reynoldszahl, kurz Re. Bei Werten über 2300 spricht man von turbulenten Strömungsbedingungen, Werte unter 2300 charakterisieren eine laminare Strömung, wobei in der Praxis von einem Übergangsbereich auszugehen ist. Reynoldszahlen unter 2300 bedeuten aufgrund der laminaren Verhältnisse und der damit fehlenden Turbulenz einen reduzierten Wärmeübergang in der Rohrleitung, und damit auch eine geringere Entzugsleistung.

Die in diesen Zeiträumen aufgezeichnete Messreihe mit Re von ca. 1650 (**Bild 7**) wies im Praxisbetrieb einen sich gering einstellenden Temperaturunterschied (ca. 3 K) zwischen Zu- und Ablauf der Heizkreise in der Tunnelschale auf. Damit ergab sich eine Entzugsleistung im Bereich von 4–8 W/m². Dies entsprach der Größenordnung der zuvor durchgeführten Simulation. Ein Abkühlen des Bodens infolge der benötigten Leistungsabfrage konnte bei der Messreihe in Bild 7 nicht beobachtet werden; für diese Anwendung liegt also genug Wärme vor.

6 Maximale Ergiebigkeit

Von besonderem Interesse war die Frage, wie groß die nutzbaren Wärmemengen unter den hydrogeologischen und baulichen Randbedingungen sein würden. Daher wurden zusätzliche Versuche durchgeführt, bei denen die Entzugsleistung erhöht



8 Versuchsanordnung Jenbach mit Kühlaggregat

Test set-up in Jenbach with cooling unit

direkt zu den Fließ- und Rücklaufleitungen in der Nähe des Kollektors (**Fig. 8**). Diese Kühlungsanlage könnte eine erhöhte Wärmebelastung in kontinuierlicher Operation erzeugen und es auch möglich machen, die Fließtemperatur des Absorberkreises in permanenter Operation konstant zu halten. Versuche mit verschiedenen Temperaturniveaus wurden ebenfalls durchgeführt. Die Versorgung des Jenbach Utility Centre wurde während aller Tests unterbrochen.

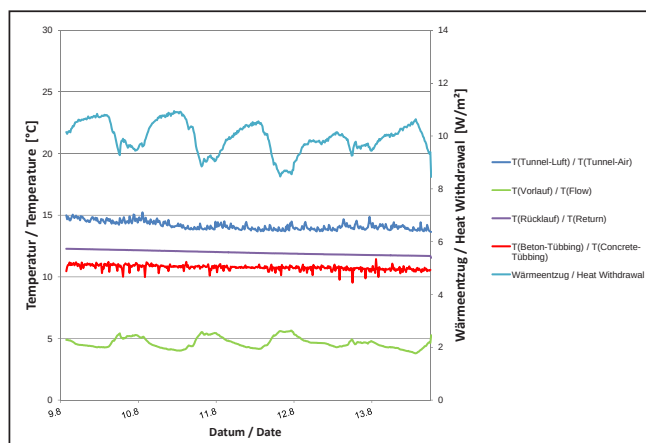
Die Umwälzpumpe ermöglicht die Variation des Flusses, und verschiedene Flussbedingungen sind abhängig vom Fluss. In der vorliegenden Situation, die Flussbedin-

gungen sind wie folgt kategorisiert:

- Laminar: Re number ≈ 1200
- Transitional: Re number ≈ 2300
- Turbulent: Re number ≈ 4200

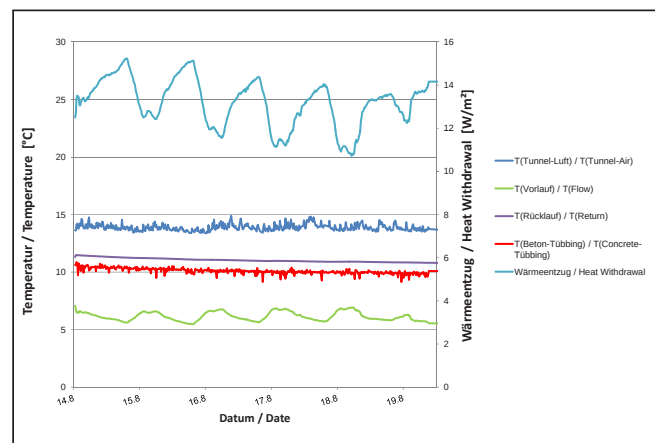
Jede Messreihe wurde über mehrere Tage durchgeführt, so dass die Auswirkungen der verschiedenen Flussbedingungen auf den langsam reagierenden Grund um den Tunnel herum gemessen werden konnten. Unter laminaren Flussbedingungen (Re-Zahlen um 1200) betrug die Wärmeentzugsleistung etwa 10 W/m² (**Fig. 9**). Mit zunehmender Fließgeschwindigkeit stieg dies auf etwa 13 W/m² im Übergangsbereich (Re um 2300 (**Fig. 10**)) und 16 W/m² unter turbulenten Bedingungen (Re = 4200 (**Fig. 11**)). Die Beziehung zwischen Fluss und Wärmeentzugsleistung ist deutlich aus den Ergebnissen der Teilverfahren mit verschiedenen Reynoldszahlen und Flüssen zu sehen.

Die höhere Entzugsleistung war auch in den Temperaturmessungen der geothermischen Segmente zu beobachten. Im laminaren Bereich war die Temperatur mehr als 10 °C (**Fig. 9**), während bei einer höheren Entzugsleistung und unter turbulenten Flussbedingungen in der Rohrleitung,



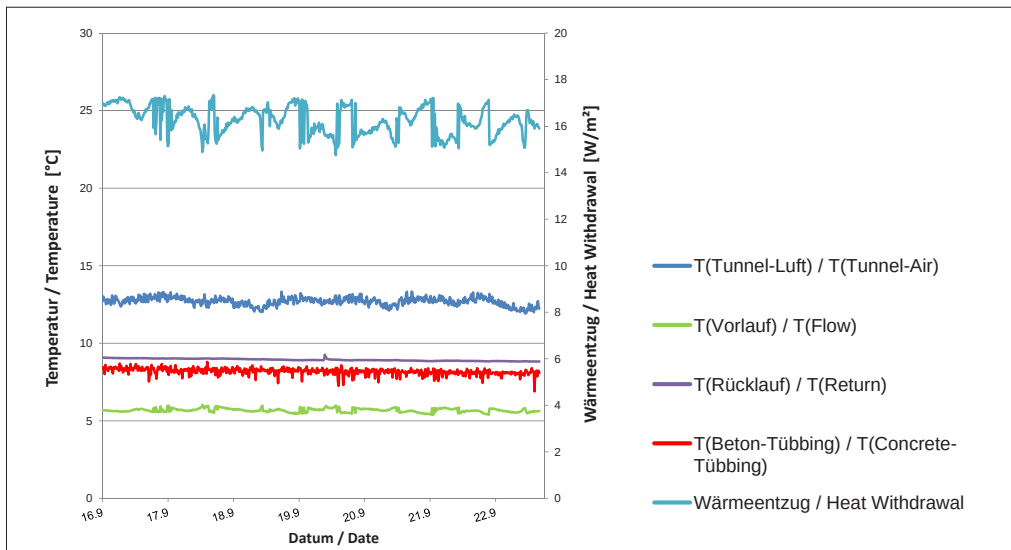
9 Messreihe mit Kühlaggregat bei Re ≈ 1200, Versuchsbetrieb

Measurement series with cooling unit at Re ≈ 1200, test operation



10 Messreihe mit Kühlaggregat bei Re ≈ 2300, Versuchsbetrieb

Measurement series with cooling unit at Re ≈ 2300, test operation



11 Messreihe mit Kühlaggregat bei $Re \approx 4200$, Versuchsbetrieb
Measurement series with cooling unit at $Re \approx 4200$, test operation

wurde. Erreicht wurde diese durch Variation der Durchflüsse und einer damit verbundenen Variation der Strömungsbedingungen. Um bei den einzelnen Versuchsreihen für konstante Randbedingungen zu sorgen, wurde nah zur Kollektorfläche ein Kühlaggregat mit Umwälzpumpe direkt an Vor- und Rücklauf zugeschaltet (**Bild 8**). Mit dem Kühlaggregat wurde eine größere Wärmeabfrage im Dauerbetrieb ermöglicht. Damit war es auch möglich, die Vorlauftemperatur des Absorberkreislau für die Dauer des Versuchs im Zulauf konstant zu halten. Zudem konnten Versuche mit unterschiedlichen Temperaturniveaus durchgeführt werden. Für die Versuchsdauer wurde die Versorgung des Bauhofs Jenbach unterbrochen.

Die Umwälzpumpe ermöglichte eine Variation des Durchflusses. Je nach Durchfluss ergeben sich verschiedene Strömungsbedingungen. Im vorliegenden Fall sind die Strömungsbedingungen wie folgt zugeordnet:

- Laminar: $Re\text{-Zahl} \approx 1200$
- Übergangsbereich: $Re\text{-Zahl} \approx 2300$
- Turbulent: $Re\text{-Zahl} \approx 4200$

Jede Messreihe wurde über mehrere Tage betrieben, sodass die Auswirkungen der jeweiligen Strömungsbedingung auf das träge reagierende Erdreich und den Tunnel messbar wurden. Bei laminaren Strömungsverhältnissen (Re -Zahlen um 1200) ergab sich ein Wärmeentzug von etwa 10 W/m^2 (**Bild 9**). Mit zunehmenden Strömungsgeschwindigkeit erhöhte sich dieser auf etwa 13 W/m^2 im Übergangsbereich (Re um 2300 (**Bild 10**)) und 16 W/m^2 bei turbulenten Verhältnissen ($Re = 4200$ (**Bild 11**)). Aus den Ergebnissen der jeweiligen Teilversuche mit unterschiedlichen Reynoldszahlen und Durchflüssen ist der Zusammenhang zwischen Durchfluss und Wärmeentzug gut ersichtlich.

Der höhere Wärmeentzug war ebenfalls in den Temperatursensoren der Energietübbings erkennbar. Im laminaren Bereich lag die Temperatur bei über 10°C (**Bild 9**), bei höherem Wärmeentzug

the temperature in the concrete segments was less than 8°C .

Another good indicator of higher flows was the reduced spread (temperature difference between flow and return) in the heating circuit. This reduced from about 6 K under laminar conditions (**Fig. 9**) to only about 3 K in the turbulent flow range (**Fig. 11**).

The following observations were made:

- The heat flow increased considerably with increasing flow (laminar - turbulent: +60 %).
- Even with relatively high flow

temperatures of 6°C and cold tunnels, extraction rates of $> 15 \text{ W/m}^2$ could be achieved. At lower flow temperatures with the associated higher temperature difference to the ground and the tunnel air, a higher extraction rate is thus still to be expected.

- The activated section with a length of just 54 m is only a fraction of the total tunnel length of about 3.5 km. It is therefore possible that the slight lowering of the tunnel air temperatures in August and September was not caused by the activated segments but is associated with the lower air temperature outside the activated section (**Fig. 9–11**).

7 Cold and hot tunnels

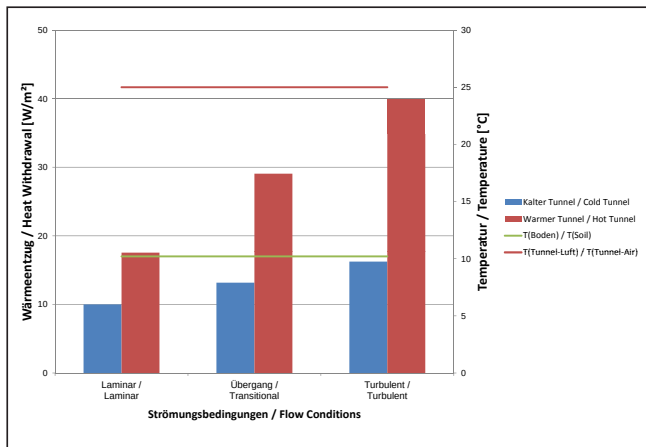
The different local conditions and features of tunnels permit a simple classification into "cold" and "hot" tunnels regarding their thermal capacities:

Cold tunnels

The tunnel in Jenbach would be described as the cold type. Characteristic for this type of tunnel are their relatively low air temperature of about 15°C all year round, a moderate cycle frequency of trains passing through and low energy input, for example from braking trains, that cannot significantly increase the temperature in the tunnel [5]. This type of tunnel normally has a large internal diameter in the range 10–12 m. The prevailing temperatures in the tunnel only have a limited effect on the temperature in the surrounding ground. Road tunnels can also belong to this category.

Hot tunnels

Hot tunnels, on the other hand, usually show high summer temperatures of about 30°C [11]. These are mostly urban tunnels (underground railway) with typical internal diameters of about 7 m. Numerous stations and a rapid cycle frequency of trains lead to additional heat input from braking and starting [5]. This increases the air temperatures in the tunnel, which warms the ground [12].



Quelle/Credit: Rehau/Züblin

12 Abgeschätzte Entzugsleistung von „warmen“ und „kalten“ Tunneln bei einer Vorlauftemperatur von 5 °C

Estimated extraction rate from „hot“ and „cold“ tunnels at a flow temperature of 5 °C

und turbulenten Strömungsbedingungen in der Rohrleitung ergab sich eine Temperatur in den Betontübbings von unter 8 °C. Ein guter Indikator höherer Durchflüsse stellte auch die reduzierte Spreizung (der Temperaturunterschied zwischen Zu- und Ablauf) im Heizkreis dar. Diese reduzierte sich von etwa 6 K bei laminaren Verhältnissen (**Bild 9**) auf nur noch etwa 3K im turbulenten Strömungsbereich (**Bild 11**).

Es ergaben sich folgende Beobachtungen:

- Der Wärmestrom stieg mit zunehmendem Durchfluss deutlich an (laminar vs. turbulent: +60 %).
- Selbst bei im Verhältnis hohen Vorlauftemperaturen um 6 °C und kalten Tunneln ließen sich Entzugsleistungen von > 15W/m² erzielen. Bei geringeren Vorlauftemperaturen und dem damit verbundenen höheren Temperaturunterschied zu Erdreich und Tunnel Luft ist mit einem höheren Wärmeentzug zu rechnen.
- Der aktivierte Abschnitt nimmt mit 54 m nur einen Bruchteil der gesamten Tunnelänge von rund 3,5 km ein. Es ist daher möglich, dass die über die Monate August und September zu beobachtende leichte Absenkung der Tunnel-Lufttemperatur nicht durch die aktivierten Tübbings verursacht wurde, sondern mit dem Absenken der Lufttemperatur außerhalb des aktivierten Tunnelabschnitts einhergeht (**Bilder 9–11**).

7 Kalte und warme Tunnel

Die unterschiedlichen Randbedingungen und Merkmale der Tunnelbauwerke erlauben bezüglich der thermischen Leistungsfähigkeit eine einfache Klassifizierung in „kalte“ und „warme“ Tunnel:

Kalte Tunnel

Den Tunnel in Jenbach würde man dem kalten Typ zurechnen. Charakteristisch bei diesem Eisenbahntunnel ist die ganzjährig relativ niedrige Lufttemperatur von rund 15 °C, eine mäßige Taktfrequenz durchfahrender Züge sowie ein geringer Energieeintrag z. B. durch Bremsvorgänge der Züge, welche das Temperaturniveau

8 Extraction rates in hot tunnels

Due to the high temperatures available in hot tunnels, the determination of extraction rates for this type of tunnel seems promising. Particularly considering the increasing traffic volumes and the associated further extension of underground rail networks in large cities, there is a large energy potential for exploitation.

Using the same soil parameters as the calculations for the Jenbach Tunnel and with the specified values of tunnel air temperature of 25 °C, a soil temperature of 10 °C and a constant flow temperature of 5 °C, the heat extraction rate ranges between 18 and 40 W/m² (**Fig. 12**). The heat extraction rate is determined depending on laminar ($Re \approx 1200$), transitional ($Re \approx 2300$) or turbulent ($Re \approx 4200$) flow conditions. The temperature of the air in hot tunnels (metro tunnels) in the stationary case is calculated from the summer temperature of about 30 °C and the winter temperature of 20 °C. Experience shows that the tunnel air is on average 10 K warmer than the surrounding ground [12].

The calculated values are shown in Fig. 12 in comparison with the values measured in the cold rail tunnel in Jenbach. This comparison makes clear that extraction rates from hot tunnels with turbulent flow conditions and higher flow rates are more than twice those from cold tunnels. Due to the higher temperature levels in hot tunnels, for example, laminar flow conditions from Re numbers of about 1200 are already sufficient to achieve similar extraction rates to those from cold tunnels with turbulent flow conditions (Re numbers of about 4200). Due to the lower pressure losses, this has a positive effect on the pump power required and the operating costs.

9 Cost effectiveness of geothermal segments

Then the cost-effectiveness of energetically activated hot and cold tunnels was also considered. A flow temperature of 2 °C was assumed in order to create a greater temperature difference between the fluid, the surrounding material of the ground and the tunnel air. This is advantageous for adequate heat extraction, particularly for cold tunnels, and permits similar extraction rates with lower flows/ Re numbers compared to the measurement series (see **Fig. 12**). The parameters used for the cost-effectiveness study are shown in **Table 2**; the quantity of energy extracted can be better understood by comparing a few typical consumers (**Table 3**).

With an annual operating time of 2196 hours, for example, the activation of a 500 m long „hot“ metro tunnel can provide extraction rates of 25–38 W/m² and cover the energy requirements of 100 to 150 „KfW-70“ low-energy houses (**Fig. 13**). In „cold“ rail tunnels, the activation of a 500 m long section can provide extraction rates of 25 W/m² and due to the larger cross-section of the tunnel cover the energy demand of almost 185 „KfW-70“ low-energy houses.

If the quantity of heat extracted from the activated section of tunnel is evaluated with about 0.06 €/kWh (the experience of urban utilities in South Germany, 2014) and these earnings are offset against the investment costs, then a payback calculation can be carried out as shown in the diagram in **Fig. 14**. Under the given conditions, the estimated payback time is between 9 and 15 years depending on the type of tunnel and extraction rate.

nicht signifikant erhöhen [5]. Diese Art von Tunneln weisen in der Regel größere Innendurchmesser im Bereich von 10–12 m auf. Die im Tunnel vorherrschenden Temperaturen beeinflussen nur begrenzt die umgebende Bodentemperatur. Auch Straßentunnel lassen sich diesem Typ zuordnen.

Warme Tunnel

Der warme Tunnel hingegen, weist im Sommer gewöhnlich ein deutlich höheres Temperaturniveau um 30 °C auf [11]. Dabei handelt es sich meist um innerstädtische Tunnel (U-Bahn) mit typischen Innendurchmessern von ca. 7 m. Eine Vielzahl an Haltestellen sowie eine hohe Taktfrequenz der Züge erzeugt infolge von Brems- und Anfahrvorgängen einen zusätzlichen Wärmeeintrag [5]. Dadurch erhöhen sich die Tunneltemperaturen, und das umgebende Erdreich wird erwärmt [12].

8 Entzugsleistungen bei warmen Tunneln

Aufgrund des hohen zur Verfügung stehenden Temperaturniveaus in warmen Tunneln und einer gleichzeitig möglichen Kühlung durch eine energetische Aktivierung solcher Tunnelbauwerke scheint eine Ermittlung der Entzugsleistung für diese Tunneltypen vielversprechend. Besonders im Hinblick auf das gestiegene Verkehrsaufkommen und den damit verbundenen weiteren Ausbaus der U-Bahn-Netze in Großstädten besteht hier ein großes nutzbares energetisches Potential.

Mit Hilfe der für die Berechnung des Tunnel Jenbach verwendeten Bodenkennwerte ergab sich zusammen mit den festgelegten Werten für eine Temperatur der Tunnelluft von 25 °C und einer Erdreichtemperatur von 10 °C bei einer konstanten Vorlauftemperatur von 5 °C ein Wärmeentzug zwischen 18 und 40 W/m² (**Bild 12**). Der Wärmeentzug wird in Abhängigkeit der Strömungsbedingungen laminar ($Re \approx 1200$), Übergangsbereich ($Re \approx 2300$) und turbulent ($Re \approx 4200$) ermittelt. Die Temperatur der Tunnelluft für warme Tunnel (Metrotunnel) mit 25 °C im stationären Fall wird als Mittelwert aus den in Metrotunneln im Sommer auftretenden Temperaturen um die 30 °C und den im Winter vorherrschenden 20 °C gebildet. Im Vergleich zum umgebenden Erdreich ist erfahrungsgemäß die Tunnelluft im Mittel um 10 K erhöht [12].

Die errechneten Werte sind in Bild 12 im Vergleich zu den gemessenen Werten des kalten Eisenbahntunnels in Jenbach dargestellt. Bei diesem Vergleich wird deutlich, dass die Entzugsleistungen von warmen Tunneln bei turbulenten Strömungsbedingungen bzw. höheren Durchflüssen mehr als doppelt so hoch sind wie bei kalten Tunneln. Aufgrund des höheren Temperaturniveaus in warmen Tunneln reichen hier beispielsweise schon laminare Strömungsbedingungen von Re-Zahlen um 1200 aus, um auf den Quadratmeter bezogen ähnliche Entzugsleistungen wie bei kalten Tunneln mit turbulenten Strömungsbedingungen (Re-Zahlen um 4200) zu erzielen. Dies wirkt sich auf Grund geringerer Druckverluste positiv auf die erforderliche Pumpleistung sowie auf die Betriebskosten aus.

	„Warmer Tunnel“ „Hot tunnel“ (Metrotunnel)	„Kalter Tunnel“ „Cold tunnel“ (Eisenbahntunnel/ rail tunnel)
Tunnelgeometrie <i>Tunnel geometry</i>	7 m Durchmesser/ <i>diameter</i> 0,3 m Dicke _{Tübbing} / <i>thick_{segment}</i> 1,5 m Ringbreite/ <i>ring width</i>	12 m Durchmesser/ <i>diameter</i> 0,5 m Dicke _{Tübbing} / <i>thick_{segment}</i> 2 m Ringbreite/ <i>ring width</i>
Aktivierter Tunnellänge <i>Activated tunnel section</i>	250–1000m	
Entzugsleistung <i>Extraction rate</i>	25–38 W/m ² *	25 W/m ² **
Investitionskosten <i>Investment costs</i>	Material Energiетübbing Konfektion/Einbau, Umwälzpumpe/Wärme- tauscher, Wärmepumpe <i>Material for energy segments Assembly/installation, circulation pump/heat exchanger, heat pump</i>	
Betriebskosten <i>Operating costs</i>	Pumpenstrom <i>Pump electricity</i>	
Betriebszeit <i>Operating time</i>	2196 h/a ***	
Wärmeverkauf <i>Heat sale</i>	Erzeugte Wärmemenge nach der Wärmepumpe <i>Heat energy produced after the heat pump</i>	
Einfache Amortisation <i>Simple payback</i>	$\frac{\text{Investitionskosten/}}{\text{Wärmeverkauf - Betriebskosten}}$ $\frac{\text{Investment costs/}}{\text{Heat sale - Operating costs}}$	

* Laminare (25 W/m²) und leicht turbulente (38 W/m²) Strömungsbedingungen bei Vorlauf = 2 °C; Erdreich = 12 °C und Tunnelluft = 25 °C
laminar (25 W/m²) and slightly turbulent (38 W/m²) flow conditions at flow = 2 °C; soil = 12 °C and tunnel air = 25 °C

** Turbulente Strömungsbedingungen bei Vorlauf = 2 °C; Erdreich = 12 °C und Tunnelluft = 15 °C
turbulent flow conditions at flow = 2 °C; soil = 12 °C and tunnel air = 15 °C

*** Gängige mittlere jährliche Betriebszeiten geothermischer Systeme [13]
usual average annual operating times of geothermal systems [13]

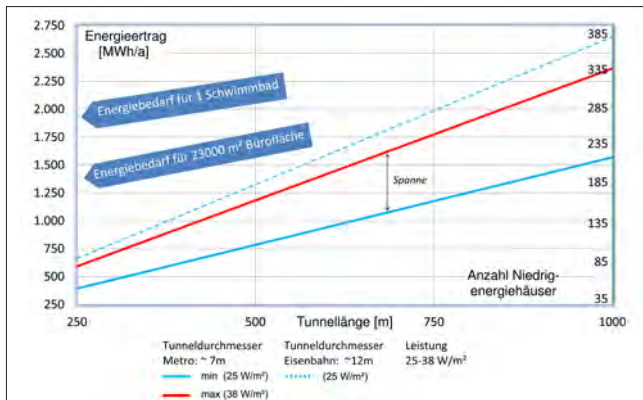
Tabelle 2: Parameter für Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Table 2: Parameters for consideration of cost-effectiveness

Verbraucher <i>Consumer</i>	Heizwärmebedarf <i>Heating demand</i>
KfW 70 Effizienzhaus <i>Low-energy house (160m²)</i>	45 kWh/m ² a
KfW 70 Wohnung/flat (80m ²)	45 kWh/m ² a
Bürofläche (12m ² /Mitarbeiter) [10] <i>Office space (12 m²/employee) [10]</i>	65 kWh/m ² a
Schwimmbad (625m ²) [11] <i>Swimming pool (625m²) [11]</i>	3300 kWh/m ² a

Tabelle 3: Heizwärmebedarf unterschiedlicher Verbraucher

Table 3: Heating demand of various consumers



13 Entzugsleistung in Abhängigkeit von Tunneltyp und Tunnellänge
Extraction rate depending on tunnel type and tunnel length

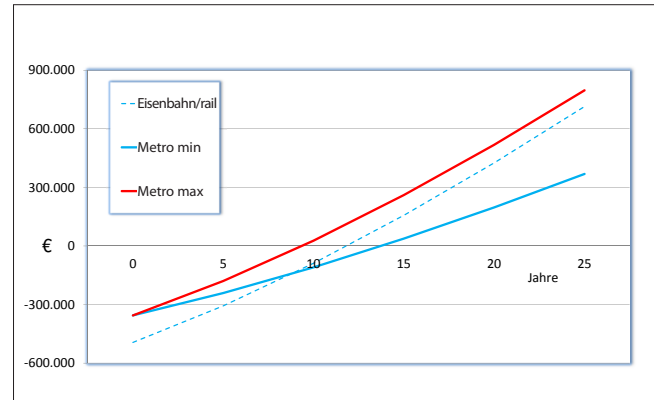
9 Wirtschaftlichkeit des Energietübbings

Abschließend erfolgt eine wirtschaftliche Betrachtung der energetisch aktivierten warmen und kalten Tunnel. Dabei werden die Vorlauftemperaturen mit 2 °C berücksichtigt, um einen höheren Temperaturunterschied zwischen dem Fluid, der umgebenden Materie des Erdreichs sowie der Tunnel Luft zu erzeugen. Dies ist für einen adäquaten Wärmeentzug besonders bei kalten Tunneln von Vorteil. Dabei lassen sich im Vergleich zu den Messreihen (vgl. **Bild 12**) ähnliche Entzugsleistungen bei geringeren Durchflüssen/Re-Zahlen erzielen. Die für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zu Grunde gelegten Parameter sind in **Tabelle 2** dargestellt; die gewonnene Wärmemenge lässt sich anhand einer Gegenüberstellung mit einigen typischen Verbrauchern anschaulich einordnen (**Tabelle 3**).

Bei einer jährlichen Betriebszeit von 2196 Stunden pro Jahr kann z. B. bei Aktivierung eines 500 m langen „warmen“ Metrotunnels mit Entzugsleistungen zwischen 25 und 38 W/m² der Wärmebedarf von 100 bis 150 KfW-70-Effizienzhäuser gedeckt werden (**Bild 13**). In „kalten“ Eisenbahntunneln kann bei einem aktivierten Tunnelabschnitt von 500 m Länge mit einer Entzugsleistung von 25 W/m² infolge des größeren Tunnelquerschnitts sogar der Wärmebedarf für annähernd 185 KfW-70-Effizienzhäuser gedeckt werden.

Vergütet man die über den aktivierten Tunnelabschnitt gewonnene Wärmemenge mit etwa 0,06 €/kWh (Erfahrungswert Stadtwerke, Süddeutschland, Stand 2014) und rechnet diese Einnahmen den Investitionskosten entgegen, so ist die in **Bild 14** graphisch dargestellte Amortisationsbetrachtung möglich. Für die vorliegenden Randbedingungen ergeben sich abhängig von Tunneltyp und Entzugsleistung geschätzte Amortisationszeiten zwischen 9 und 15 Jahren.

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen ergaben zudem, dass sich die Investition erst ab aktivierten Tunnellängen von 250 m sinnvoll rechnet, wenn die Wärmeenergie veräußert wird. Wird die Wärmeenergie nicht veräußert, sondern der Eigenbedarf gedeckt, beispielsweise für das Heizen und Kühlen von Betriebsräumen, Bahnsteigen usw., sind auch kürzere mit Energietübbings ausgestattete Tunnelabschnitte wirtschaftlich.



14 Einfache Amortisation der Tunneltypen
Simple payback of tunnel types

The consideration of cost-effectiveness also showed that the investment is only sensible from an activated tunnel length of 250 m if the heat energy is to be sold. If the heat energy is not sold but used to cover in-house demand, for example for the heating and cooling of operations rooms, platforms etc., then shorter sections of tunnel equipped with geothermal linings can also be economic.

10 Conclusion and outlook

Evaluation of measured and operational data over a period of more than 10 months for the geothermally exploited Jenbach Tunnel showed a positive balance for the operating costs of the utility centre in Jenbach: heat extracted from the geothermal tunnel lining pays back the necessary investment costs in a similar manner to conventional shallow ground-source geothermal systems. The advantage of geothermal linings: geothermal heat can be extracted in areas where classic geothermal systems cannot be installed, such as densely populated inner-city areas.

As is shown by the practical experience from Jenbach, energetic activation of a tunnel section is thus a very good opportunity to exploit this freely available geothermal energy in order to save considerable heating and cooling costs. If waste heat from building cooling down in the summer is conveyed to the cold tunnel and into the surrounding ground, the energy can be used for winter heating operation. This additionally improves the cost-effectiveness. For cold and hot tunnels, the payback times are of a magnitude comparable with conventional geothermal applications.

Particularly tunnels in urban areas offer great potential for geothermal exploitation due to the presence of consumers in the immediate vicinity. If the energetic activation of tunnels is considered at an early stage of the planning of urban areas and the design of tunnels, such a system is easy to integrate into the design process. 

10 Schlussfolgerung und Ausblick

Die Auswertung der Mess- und Betriebsdaten über einen Betrachtungszeitraum von über 10 Monaten für den geothermisch genutzten Tunnel Jenbach ergab eine positive Bilanz der Betriebskosten des Bauhofs Jenbach: Aus Energietübbings gewonnene Wärme amortisiert die dafür erforderlichen Investitionen in ähnlicher Weise wie konventionelle oberflächennahe Geothermieranlagen. Der Vorteil des Energietübbings: geothermische Wärme lässt sich auch in Gebieten gewinnen, in denen sich klassische Geothermieranlagen nicht installieren lassen, wie z. B. in dichtbesiedelten städtischen Gebieten.

Wie das Praxisbeispiel Jenbach zeigt, stellt eine energetische Aktivierung von Tunnelneubauten somit eine sehr gute Möglichkeit dar, diese kostenfrei zur Verfügung stehende Erdwärme zu nutzen, um damit die Betriebskosten für Heizen und Kühlen deutlich zu senken. Wird zudem in den Sommermonaten aus Gebäudekühlung gewonnene Abwärme in den kalten Tunnel und in das umgebende Erdreich abgeführt, dann ergibt sich infolge der winterlichen Nutzung der gespeicherten Wärmeenergie eine noch höhere Wirtschaftlichkeit. Für kalte wie warme Tunnel liegen die Amortisationszeiten in einer Größenordnung, die vergleichbar zu herkömmlichen Geothermieranlagen zu sehen sind.

Besonders Tunnel im städtischen Bereich bieten aufgrund vorhandener Abnehmer in direkter Nähe zum Tunnel ein großes Potential für die geothermische Nutzung. Wird bereits frühzeitig in der Projektierung von Stadtbezirken und Tunnelbauwerken über eine energetische Aktivierung von Tunneln nachgedacht, kann ein solches System leicht in den Planungsprozess integriert werden. 

Literatur/References

- [1] H. Brandl, Energy foundations and other thermo-active ground structures, Geotechnique 56, No. 2, 2006
- [2] W. Wittke, D. Schmitt; Nutzung der Geothermie im Tunnelbau, geotechnik, 256–262, 2005
- [3] D. Adam, R. Markiewicz, A. Oberhauser, Nachhaltige Nutzung von Erdwärme mittels innovativer Systeme im Ingenieurtiefbau und Tunnelbau, Technische Universität Wien, Wien, 2005
- [4] N. Franzius, N. Pralle, Turning segmental tunnels into sources of renewable energy, ice, 2011, 164
- [5] T. Schlosser, M. Schmidt, M. Schneider, P. Vermeer, Potential der Tunnelbaustrecke des Bahnprojektes Stuttgart 21 zur Wärme- und Kältenutzung, Schlussbericht, Institut für GebäudeEnergetik, Universität Stuttgart, 2007
- [6] Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung, Europäische Norm EN 1990:2002 Tabelle 2.1; Klasse der Nutzungsdauer 4, 2010
- [7] Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung Europäische Norm EN 1990:2002 Tabelle 2.1, Klasse der Nutzungsdauer 5, 2010
- [8] R. Winterling, Energietübbing - Infrastruktur wird zur Energiequelle, Oberflächennahe Geothermische Energie, Heft 73, 2012
- [9] VDI 3807 Verbrauchskennwerte für Gebäude, Richtlinie, Beuth-Verlag, 2013
- [10] <http://www.dbu.de/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-25654.pdf> PIK, Potsdam Institut für Klimafolgenkontrolle, mittlerer Jahresgang aus Messdaten, <https://www.pik-potsdam.de/services/klima-wetter-potsdam/klimazeitreihen/bodentemperatur%20>, 2014
- [11] BRE Report 211738, Understanding thermal comfort on London Underground trains and stations – Summer survey, Building Research Establishment, 2004
- [12] J.A. Thompson, Evaluation of underground railway networks operating sustainable cooling systems, London South Bank University, 2006
- [13] VDI 4640 Blatt 2 Thermische Nutzung des Untergrundes, Erdge koppelte Wärmepumpenanlagen, Richtlinie, Beuth-Verlag, 2001



Maschinen
and Stahlbau



Dresden
Branch of Herrenknecht AG

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

- High-performance rolling stock
- Jobsite logistics
- Customized back-up systems
- Shaft installations
- Handling systems



Operatoren in der zentralisierten Tunnelüberwachung

Die zentralisierte Tunnelüberwachung bringt neue Herausforderungen für die Operatorinnen und Operatoren in den Leitstellen mit sich. Die kontinuierliche Weiterentwicklung der in den Tunneln installierten Datenerfassungs- und Steuerungssysteme führt zu einer ständigen Erhöhung des Datenaufkommens. Eine der größten Leitstellen in Deutschland, die Tunnelleitzentrale in Hamm, ist derzeit für 23 Tunnel zuständig. Für ein effektives, effizientes Handling einer Vielzahl zu überwachender Tunnel ist die passgenaue Visualisierung der Informationen durch die Leitstellensysteme entscheidend.

Operating Staff in centralized Tunnel Monitoring

Centralized tunnel monitoring heralds new challenges for the operating staff in the control rooms. Ongoing further development of the data acquisition and control systems installed in the tunnels leads to the amount of data received in control rooms and handled by the operators piling up. The tunnel control centre in Hamm, one of Germany's largest, is currently responsible for 23 tunnels. Tailor-made visualization of data by the control systems for the task in hand is an important prerequisite for dealing effectively and efficiently with a large number of monitored tunnels.

Dipl.-Ing. Sebastian Spundflasch, Prof. Dr. Heidi Krömker,

Institut für Medientechnik an der Technischen Universität Ilmenau, Ilmenau, Deutschland/ Institute for Media Technology at the Ilmenau University of Technology, Ilmenau, Germany

Aufgaben der Operatoren

Operatorinnen und Operatoren in Tunnelleitstellen haben zwei Hauptaufgaben, die in der RABT 2006 wie folgt beschrieben sind: „Überwachen, Steuern und Sichern des Verkehrs im Normal-, Störungs- und Notfall“ sowie das „Überwachen, Steuern und Regeln der technischen Betriebseinrichtungen im Normal-, Störungs- und Notfall“ [1]. Hinzu kommt eine Reihe von leitstellenspezifischen Nebenaufgaben, wie die Koordination von Wartungs- und Instandhaltungsaufgaben sowie der Winterdienste. Störungen der technischen Betriebseinrichtungen werden größtenteils automatisch vom Leitstellensystem gemeldet und von den Operatoren geprüft. Externe Stellen, wie die verantwortliche Autobahnmeisterei oder zuständige Firmen, werden mit der Fehlerbehebung beauftragt. Die Aufgaben im Verkehrsbereich umfassen im Wesentlichen drei Aufgabenfelder:

Überwachung: Beinhaltet sämtliche Aktivitäten mit dem Ziel, Abweichungen vom Normalzustand zu erkennen. Dazu dienen den Operatoren hauptsächlich die aufgeschalteten Videobilder aus den Tunneln sowie Alarmmeldungen, die z. B. beim Öffnen von Notrufnischen und Fluchttüren, der Belegung von Pannengebieten oder durch die Brandmeldeanlage erzeugt werden. Zum Teil kommen Detektionstechnologien wie die Videodetektion zum Einsatz.

Tasks facing Operators

Tunnel control room operators are faced with two main tasks, which are described as follows in the RABT 2006: “monitoring, controlling and securing traffic in standard, fault and emergency situations” as well as “monitoring, controlling and regulating the technical operating facilities in standard, fault and emergency situations” [1]. There is also a series of secondary duties associated with the control room such as coordinating service and maintenance tasks as well as winter services.

In most cases, faults affecting the operating facilities are reported automatically by the control system and checked by the operators. External agencies, such as the responsible motorway maintenance authority or designated companies, are charged with eradicating faults. By and large, the following three fields of activity have to be tackled on the transport sector:

Monitoring: includes all activities aimed at identifying deviations from normal status. Towards this end, the operators rely mainly on the video images made available from the tunnel as well as alarm messages, which are produced e.g. when emergency call niches and escape doors are opened, by the occupancy of emergency bays or by the fire alarm system. In some cases, detection technologies such as video detection are applied.

Diagnose: Dem Erkennen einer Störungs- oder Notfallsituation folgt das Ziel der Situationseinschätzung. Wichtigste Informationsquelle sind auch hier die Videobilder, die von den Operatoren systematisch mit Informationen aus dem Leitstellensystem unteretzt werden.

Ereignismanagement: Auf Basis der Situationseinschätzung erfolgt im dritten Schritt die Auswahl und Implementierung von Maßnahmen mit dem Ziel, den definierten Normalzustand wiederherzustellen.

Die größten Herausforderungen treten in Störungs- und Notfallsituationen auf, wenn unter Zeitdruck Entscheidungen getroffen werden müssen, die Auswirkungen auf die Sicherheit der Verkehrsteilnehmer haben. Diese Entscheidungen erfordern eine präzise Einschätzung der Gesamtsituation im Tunnel. Die Angst, in Ereignissituationen etwas Wichtiges zu übersehen und falsche Entscheidungen zu treffen, erzeugt die höchste Belastung im Alltag der Operatoren.

Um die auftretenden Belastungen in Entscheidungssituationen zu senken, ist es daher wichtig, die Operatoren bereits beim Erkennen und Verstehen von Ereignissituationen durch gezielte Aufmerksamkeitslenkung und Anzeige entscheidungsrelevanter Informationen zu unterstützen. Das aufgebaute Verständnis der Situation beeinflusst die anschließende Entscheidung über einzuleitende Maßnahmen in hohem Maße.

Herausforderungen in der zentralisierten Tunnelüberwachung

Die zentralisierte Überwachung mehrerer Tunnel bietet hinsichtlich organisatorischer und ökonomischer Gesichtspunkte zahlreiche Vorteile. Allerdings führt diese Überwachungsform zu einer enormen Steigerung der Menge an Informationen, die in der Leitstelle eingeht und von den Operatoren verarbeitet werden muss. Mit steigender Anzahl und Größe der zu überwachenden Tunnel wird das Ziel, Ereignisse und Störungen frühzeitig zu erkennen und zu behandeln [1], zu einer immer größeren Herausforderung. Im Rahmen des Projektes ESIMAS („Echtzeit-Sicherheits-Management-System für Straßentunnel“ – ein vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördertes Forschungs- und Entwicklungsprojekt) wurden Untersuchungen in neun Tunnelleitzentralen in Deutschland durchgeführt. Dabei konnte auch beobachtet werden, welchen Anforderungen die Operatoren mit steigender Anzahl zu überwachender Tunnel gegenüberstehen. Die größten Herausforderungen treten in den Phasen Überwachung und Diagnose auf:

Erkennen von Ereignissen

Die Videobilder aus den Tunneln stellen ein wichtiges Instrument zur Erkennung von Störungen und Notfällen dar. Auf den zahlreichen auf der Videowand aufgeschalteten Bildern erkennen erfahrene Operatoren in Sekundenbruchteilen Indikatoren, die auf bestimmte Ereignisse und Störungen hindeuten können.



Quelle/Credit: TU Ilmenau, Institut für Medientechnik

Übersicht einiger Tunnelleitstellen in Deutschland mit der jeweiligen Anzahl der zu überwachenden Tunnel. Welchen Anforderungen die Operatoren mit steigender Anzahl zu überwachender Tunnel gegenüberstehen, wurde im Rahmen des Forschungsprojektes ESIMAS untersucht

Overview of various tunnel control centres in Germany with the appropriate number of tunnels being monitored. The specific demands placed on the operating staff confronted with a growing number of monitored tunnels were investigated within the scope of the ESIMAS research project

Diagnosis: The aim of assessing the situation follows on from identifying a disruption or emergency situation. Video images are also the most important source in this case as well. These are systematically shored up with data from the control system by the operators.

Incident management: As a third step, measures designed to restore the defined normal status are selected and implemented based on how the situation is assessed.

The greatest challenges occur in fault and emergency situations if decisions, which exert an effect on the safety of road users, have to be taken subject to time pressure. Such decisions demand that the situation in the tunnel is assessed holistically. Worry that something important might be overlooked during incident situations and that false decisions are taken, places operating staff under high pressure. In order to reduce the stress encountered during decision-making situations, it is thus essential that the operators are supported by targeted focusing of their attention and displaying data relevant to the decision-making process. The resultant understanding of the situation to a great extent affects the subsequent decision relating to the measures to be introduced.



Quelle/credit (2): Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr

Tunnelüberwachung früher und heute. Links: Schalttafel des Emstunnels in der Tunnelleitstelle der Autobahnmeisterei Leer
Rechts: Verkehrs-Management-Zentrale Hannover

Tunnel monitoring formerly and today. On the left: Ems Tunnel switchboard in the Leer motorway maintenance authority tunnel control room
On the right: Hanover traffic management centre

Allerdings ist es nahezu unmöglich, die Aufmerksamkeit über lange Zeiträume nur auf die Videobilder zu richten.

Mit steigender Anzahl zu überwachender Tunnel steigt entsprechend auch die Anzahl potenziell verfügbarer Videobilder. In einer Leitstelle, die beispielsweise zehn Richtungsverkehrstunnel mit jeweils zwei Röhren und einer durchschnittlichen Länge von jeweils einem Kilometer überwacht, laufen bei einem Kameraabstand von 100 m (gefordert 75–150 m) bereits 200 Kamerabilder aus den Tunneln in der Leitstelle auf. Die Erkennung von Stör- und Notfällen wird dadurch zunehmend schwieriger und kann mit erheblichen Verzögerungen verbunden sein. Die großen Tunnelunglücke um die Jahrtausendwende haben gezeigt, wie wichtig gerade die ersten Minuten nach einem Ereignis sind. Eine frühzeitige Ereigniserkennung erhöht den Handlungsspielraum der Operatoren und damit die Sicherheit der Verkehrsteilnehmer. Innovative Detektionstechnologien wie die Videodetektion bieten dahingehend ein hohes Unterstützungspotenzial, gehören aber noch recht selten zur Ausstattung der Tunnel. In einigen Leitstellen wurden installierte Systeme zur Videodetektion auch wieder abgeschaltet, da die Menge an Fehldetektionen die Akzeptanz der Operatoren überschritten hatte.

Überblicken des Überwachungsgebietes

Bei den Analysen in den Leitstellen wurde beobachtet, dass Operatoren, die für nur einen Tunnel zuständig sind, ein präzises Bild ihres Überwachungsobjektes aufbauen. Dieses setzt sich aus exakter Kenntnis der physischen Realität des Tunnels und der Möglichkeit der permanenten Erfassung der Gesamtsituation durch die Videobilder zusammen, anhand derer nahezu der komplette Tunnelverlauf überblickt werden kann. Jede neue Meldung, jede neue Information kann problemlos dem mental aufgebauten Modell des Tunnels zugeordnet und abgespeichert werden. Die Situation im Tunnel ist den Operatoren somit jederzeit bekannt, was im Ereignisfall eine schnelle Situationseinschätzung begünstigt.

Challenges faced by centralized Tunnel Monitoring

Centralized monitoring of a number of tunnels affords numerous advantages both in organizational and economic terms. Admittedly this form of monitoring results in a massive increase in the amount of data supplied to the control room requiring to be processed by the operating staff. As the number and size of the tunnels being monitored increase, the aim of identifying and tackling incidents and faults at an early stage [1], evolves into an ever greater challenge. Within the scope of the ESIMAS project ("Echtzeit-Sicherheits-Management-System für Straßentunnel" – "Real Time Safety Management System for Road Tunnels" – a research and development project sponsored by the German Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi)) investigations were carried out in nine tunnel control rooms in Germany. In the process, it was also possible to observe the demands the operating staff are confronted with as the number of tunnels under surveillance increases. The greatest challenges have to be faced during the monitoring and diagnosis phases:

Detecting Incidents

The video images from the tunnels represent an important instrument for detecting faults and emergencies. Experienced operators are able to identify in a few fractions of a second indicators pointing to certain incidents and faults from the numerous images shown on the video display. However, it must be said that it is practically impossible to concentrate solely on the video images for lengthy periods. The number of video images potentially available also grows in keeping with the number of tunnels that have to be monitored. In a control centre, which for example monitors ten unidirectional tunnels, each with two tubes and an average length of one kilometer, no less than 200 images from the tunnels are received in the control room given a camera distance of 100 m (75–150 m required). Thus it becomes increasingly difficult to trace the fault and emergency situations, which can result in considerable delays. The major tunnel

Mit steigender Anzahl zu überwachender Tunnel wird es nahezu unmöglich ein derart präzises Bild aller Überwachungsobjekte aufzubauen, zumal in den Tunneln eine hohe Situationsdynamik herrscht und das Bild kontinuierlich aktualisiert werden müsste. Die abgespeicherten Informationen zu den einzelnen Tunneln sind sehr bruchstückhaft und führen zu einem verschwommenen Bild des Überwachungsgebiets. Die Operatoren bauen ein abstraktes, eher datengetriebenes mentales Modell der Tunnel auf, welches in der Konsequenz eine angepasste Informationsdarstellung durch die Leitstellensysteme erfordert.

Einschätzen von Ereignissituationen

Der fehlende Gesamtüberblick führt dazu, dass die Operatoren im Ereignisfall die Situation im entsprechenden Tunnel meist von Grund auf neu einschätzen müssen. Erschwert wird dies durch die stark technologieorientierte Informationsdarstellung auf den Benutzeroberflächen der Leitstellensysteme. Relevante Informationen müssen aus verschiedenen Masken mit jeweils sehr hohem Informationsgehalt herausgefiltert werden. Eine präzise Einschätzung der Situation erfordert einen hohen Interaktionsaufwand mit dem System.

accidents that occurred at the turn-of-the-century have shown just how important the first few minutes following an incident actually are. Detecting an incident in time enhances the room for manoeuvre on the part of the operators and in turn the safety of road users. In this respect, innovative detection technologies such as video detection afford high support potential although so far they are seldom numbered among the facilities found in tunnels. Indeed video detection systems have been switched off again in some tunnels after the number of false detections had tried the patience of the operating staff.

Surveilling the Control Area

During analyses in the control centres it could be observed that operators, only responsible for one tunnel, were able to form an extremely precise picture of their surveillance sector. This constitutes exact knowledge of the physical reality existing in the tunnel and the possibility of a holistic assessment of the situation thanks to the video images provided. As a result, it is possible to survey practically the entire tunnel route. Each new message, every new piece of information can be allocated to the mental tunnel model without any difficulty. Consequently, the operating staff is always



AUSTRIAN
SOCIETY FOR
GEOMECHANICS



INTERNATIONAL
SOCIETY FOR
ROCK MECHANICS

The Austrian Society for Geomechanics (www.OeGG.at) has the pleasure to invite you to the **ISRM Regional Symposium EUROCK 2015** to be held on **7th to 10th of October, 2015**, in conjunction with the **64th Geomechanics Colloquium** in **Salzburg**, the city where the International Society for Rock Mechanics (ISRM) was founded in 1962.

DON'T MISS IT! YOU WON'T REGRET IT! Have a look at the current lowdown (August 2015) on the conference about "Future Development of Rock Mechanics": **786** participants from **49** nations all over the world, **100** oral presentations in **4** plenary sessions and **7** parallel sessions, **100** contributions accepted for poster presentations, **7** interesting and highly topical workshops (catchword: digital mapping, Eurocode, contract, time dependence, grouting, fracture modelling, resource management), **3** accompanying persons programs in and around Salzburg, **3** field trips to horizon transcending projects...

On top of that all participants are invited to a **welcome drink**, to a **classical concert** in the famous Salzburg Residence, to a **congress dinner** with a stunning view over the city of Salzburg and to a **daily lunch** at the conference venue. And the best, it's all included in the conference fees!

www.EUROCK2015.com

Es fehlt die Möglichkeit, alle relevanten Informationen auf einen Blick zu erkennen. Darüber hinaus variiert die Informationsdarstellung auf den Benutzeroberflächen der Überwachungssysteme verschiedener Tunnel mitunter sehr stark, und auch die zugrundeliegenden Interaktionsprinzipien können sich deutlich voneinander unterscheiden. Diese vielen kleinen Hürden führen letztendlich zu einem höheren Zeitaufwand im Entscheidungsprozess und erzeugen Unsicherheiten bei den Operatoren.

Anforderungen an die Leitstellensysteme

Die in den Leitstellen verwendeten Benutzeroberflächen sind darauf ausgelegt, den Operatoren ein präzises, detailreiches Bild sämtlicher technisch erfassbarer Parameter eines einzelnen Tunnels zu vermitteln. Doch gerade in Ereignissituationen, wenn es darum geht auf Basis einer ganzheitlichen Situationseinschätzung schnelle Entscheidungen zu treffen, ist dieses Konzept für die Überwachung einer großen Anzahl von Tunneln nicht mehr ausreichend. Eine einfache Vervielfältigung der Systeme für mehrere Tunnel ist nach ergonomischen Gesichtspunkten nicht sinnvoll. Im Rahmen der zentralisierten Überwachung rücken die Operatoren immer mehr in die Rolle des Entscheiders in komplexen Handlungssituationen. In dieser Rolle müssen sie unterstützt werden durch ein System, das Situationen einerseits an sie heranträgt und gleichzeitig entscheidungsrelevante Informationen zur Verfügung stellt, auf deren Basis die vorliegende Sachlage präzise eingeschätzt und eine passende Eingriffsstrategie ausgewählt werden kann. Leitstellensysteme sollten über einige grundlegende Eigenschaften verfügen, die den Operatoren ein effizientes Handeln ermöglichen:

a) Zuverlässige Detektionstechnologien bilden eine Grundvoraussetzung für die Ereigniserkennung bei der Überwachung vieler Tunnel. Während die Videodetektion nicht aus den Kinderschuhen herauszuwachsen scheint, befinden sich andere vielversprechende Systeme bereits in der Erprobung. Das akustische Tunnel-Monitoring [2] ermöglicht die Detektion von Ereignissen auf Basis der Erkennung von Anomalien innerhalb der typischen Geräuschkulisse eines Tunnels. Intelligente Induktionsschleifen [3] oder Bluetooth-Systeme [4] an verschiedenen Abschnitten im



Quelle/credit: Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr

Mit steigender Anzahl zu überwachender Tunnel wird es schwieriger für die Operatoren, ein präzises Bild aller Überwachungsobjekte aufzubauen

As the number of tunnels being monitored grows, it becomes increasingly difficult for operators to form a precise mental model of all objects under observation

aware of the situation prevailing in the tunnel. This favours a rapid assessment of the situation should an incident occur.

As the number of tunnels being monitored increases, it becomes practically impossible to establish such a precise picture of all objects under surveillance. This is especially true as high situational dynamics prevail in tunnels and the picture has to be updated continuously. The stored data relating to the individual tunnels are extremely fragmented and lead to a hazy picture of the control area being formed. The operators form an abstract, if anything data-oriented mental model of the tunnels. This ultimately calls for an adapted data representation by means of the control systems.

Assessing Incident Situations

As a complete overview is lacking, this means that the operating staff must essentially reappraise the situation in the tunnel concerned should an incident occur. This is exacerbated by the high technology-oriented data representation on the user interfaces of the control systems. Relevant data must be filtered out of various masks with in each case extremely high information content. Precise assessment of the situation requires extensive interaction with the system.

There is no possibility to identify the relevant data at a glance. Furthermore, the data representation on the user interfaces of the monitoring systems for different tunnels can vary enormously. In addition, the fundamental interaction principles can differ greatly from one another. These many small hurdles ultimately lead to more time being required for the decision-making process and engender uncertainties among the operators.

Demands on the Control Systems

The user interfaces utilized in the control rooms are devised to ensure that the operating staff obtain a precise, detailed picture of all technically available parameters for an individual tunnel. However, particularly when incidents occur, when it is essential that decisions are made speedily based on a holistic assessment, this concept now

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



Tunnel erkennen Reisezeitverluste, die auf Störungen im Verkehrsfluss hindeuten und ihre Ursache in Ereignissen haben können.

b) Ein effizientes Meldungsmanagement trägt sämtliche Detektionen zur Prüfung an die Operatoren heran. In diesem Zusammenhang muss eine automatische Aufschaltung des Videobildes vom Ort der Detektion auf der Videowand erfolgen. Zudem sollte eine Momentaufnahme vom Zeitpunkt der Detektion gespeichert werden. Der Operator muss dann die Möglichkeit haben, mit nur einem Klick die Detailansicht des entsprechenden Tunnels aufzuschalten, die folgende Informationen und Funktionen zur Verfügung stellt:

- tunnelbezogene Meldungsliste mit Details zur Detektion
- Tunnelgrafik, in der der Ort der Detektion markiert ist
- Videosteuerung zur Prüfung des Ereignisumfeldes
- Informationen zur Einschätzung der Gesamtsituation (die im folgenden Punkt c) näher spezifiziert werden)
- Zudem sollte eine einfache Möglichkeit bestehen, die Übersicht des Ereignisses zur weiteren Beobachtung abzulegen und schnell wieder aufzurufen. Das System informiert die Operatoren, wenn sich an der einmal erfassten Situation etwas verändert.

c) Eine aufgabenbezogene und zielführende Informationsdarstellung ermöglicht gerade im Ereignisfall auf einen Blick eine schnelle und ganzheitliche Einschätzung der Situation im Tunnel. Dabei muss die Aufmerksamkeit insbesondere auf Werte gelenkt werden, die vom definierten Normalbereich abweichen und die Sicherheitslage im Tunnel unmittelbar beeinflussen. Im Rahmen der Analysen in den Leitstellen konnten Informationen identifiziert werden, die zur Einschätzung der Gesamtsituation verwendet werden. Diese lassen sich unterschiedlichen Informationskategorien zuordnen:

- **Verkehrsdaten:** Informationen zur Einschätzung der Verkehrssituation, wie z. B. Verkehrsstärke, Verkehrsdichte, durchschnittliche Geschwindigkeit und LKW-Anteil
- **Betriebstechnik:** Erkennen von Einschränkungen in der Verfügbarkeit betriebstechnischer Einrichtungen, z. B. defekte Brandmeldeanlage, eine eingeschränkte Funktion der Belüftungsanlage oder ein kritischer Füllstand des Löschwasserbeckens
- **Betriebszustand:** Informationen zu geschalteten Verkehrsprogrammen, Sperrungen, geschalteten Hinweisen, Beleuchtung oder der Luftströmungsrichtung
- **Geplante Ereignisse:** wie Wartungsmaßnahmen, Schwerlasttransporte oder zu erwartende Verkehrsstörungen bei Veranstaltungen im Umfeld
- **Umfeld-Daten:** Informationen aus dem Tunnelumfeld, die einen Einfluss auf die Situation im Tunnel haben. Baustellen im Vor- und Nachfeld, zu erwartender Verkehr/Zufluss, Wetterbedingungen im direkten Umfeld sowie Wasserfilmdicke und Asphalttemperatur

Die Überblicksdarstellung eines Tunnels darf nicht mit Details überladen werden. Zum Beispiel müssen nicht sämtliche Werte der einzelnen Sichttrübe- oder CO-Messstationen permanent

longer suffices for monitoring a large number of tunnels. Straightforward duplication of the systems for a number of tunnels serves no purpose in accordance with ergonomic aspects.

Within the scope of centralized monitoring the operators are increasingly taking over the decision-maker role during complex situations requiring action. They have to be supported in this role by means of a system, which on the one hand, supplies them with situations and at the same time provides data relevant for making decisions. In this way, the prevailing state of affairs can be appraised exactly and a suitable intervention strategy can be selected. Control systems should possess a number of basic characteristics, which enable operators to act efficiently:

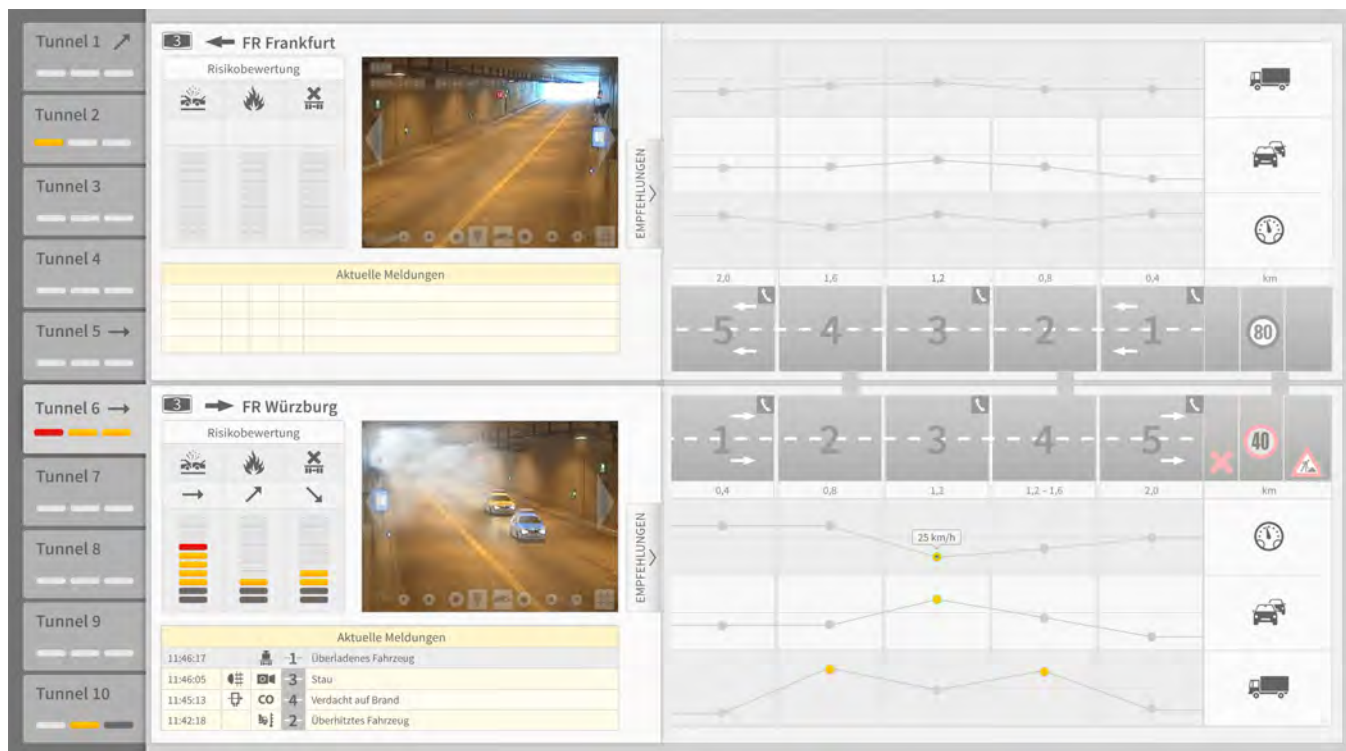
a) Reliable detection technologies form a basic prerequisite for detecting incidents when monitoring many tunnels. Whereas video detection still appears to be in its infancy, there are other highly promising systems, which are already being tried out. Acoustic tunnel monitoring [2] facilitates incidents to be detected on the basis of identifying anomalies within a tunnel's typical soundscape. Intelligent induction loops [3] or Bluetooth systems [4] at various sections in the tunnel identify travel time losses, which point to hold-ups in the flow of traffic, possibly due to incidents.

b) Efficient alarm management ensures that everything detected is passed on to be scrutinized by the operators. In this connection, the video image must be provided automatically from the detection source to the video screen. In addition, an image recorded when something is detected should be stored. The operator must then be in a position to access the detail view of the corresponding tunnel with a single click, providing the following data and functions:

- tunnel-related message list with details on detection
- tunnel graphic diagram, marking the location of detection
- video control to check the incident field
- data for assessing the overall situation (more closely specified in following point c))
- Furthermore there should be a straightforward means of ensuring that the overview of the incident can be stored for further observation and quickly retrieved. The system informs the operators in the event of the documented situation changing.

c) Constructive data representation that is geared to the task in hand immediately enables the situation in the tunnel to be assessed quickly in a holistic manner particularly when an incident occurs. In this connection, attention must be paid especially to values, which deviate from the defined normal range that directly influence the safety situation in the tunnel. Within the scope of analyses in the control centres it was possible to identify data, which are applied to assess the overall situation. These can be allocated to different information categories:

- **Traffic data:** data relating to assessing the traffic situation, as e.g. traffic intensity, traffic density, average speed and proportion of lorries
- **Technical equipment:** identifying restrictions in availability of technical facilities such as a defective fire alarm system, impaired functioning of the ventilation system or a critical level reached by the extinguishing water tank



Quelle/credit: TU Ilmenau, Institut für Medientechnik

Prototypische Umsetzung der Benutzerschnittstelle eines Echtzeit-Sicherheits-Management Systems gemäß der Anforderungen der Operatoren im Rahmen des BMWi Projektes ESIMAS: Zusammenspiel zwischen tunnelbezogenem Meldungsmanagement, Videosteuerung und Tunnelgrafik; schnelle Situationseinschätzung auf Basis aufgaben- und entscheidungsrelevanter Informationen

Protoypical application of the user interface for a real time safety management system in accordance with operators' demands within the framework of the ESIMAS project sponsored by the BMWi (German Federal Ministry for Economic Affairs and Energy): Interaction between tunnel-related message management, video control and tunnel graphics; speedy assessment of the situation based on task-related data relevant for making decisions

angezeigt werden wenn sie im Normalbereich liegen. Das Ziel der Operatoren besteht darin, kritische Werte oder Veränderungen zu erkennen und diese bei Bedarf zu detaillieren. Eine Priorisierung und geschickte Verteilung der Informationen auf verschiedene Informationsebenen bildet dabei den Schlüssel zum Erfolg.

d) Situations- und tunnelspezifische Handlungsanweisungen auf Basis der Alarm- und Gefahrenabwehrpläne (AGAP) müssen teilautomatisiert vom Leitstellensystem zur Verfügung gestellt werden. Die Operatoren wählen das erkannte Ereignis aus und bekommen die individuellen Handlungsanweisungen für den entsprechenden Tunnel aufgeschaltet. Die hier dargestellten Handlungsoptionen für Verkehrssteuerung, Alarmierung und Benachrichtigung können direkt mit einem Klick ausgeführt werden. Nach erfolgter Einleitung der Maßnahmen bietet das

- **Operating status:** data on active traffic programmes, closures, active traffic instructions, lighting or the air flow direction
- **Planned incidents:** such as maintenance schemes, heavy goods transport or anticipated traffic hold-ups involving local events
- **Environmental data:** data from the tunnel environment, which exert an influence on the situation prevailing in the tunnel. Advance and subsequent construction sites. Anticipated traffic, weather conditions in the direct environment as well as water film density and asphalt temperature

A tunnel's overview representation must not be overloaded with details. All values relating to the individual visibility or CO measuring stations do not need to be shown permanently if located in the normal range. The operators' task is to identify critical values or changes and specify them as required. The key to success in this connection is prioritizing and skillfully distributing the data on various information levels.

Das Institut für Medientechnik der TU Ilmenau bietet die Möglichkeit in Zusammenarbeit mit Leitstellenbetreibern und Systementwicklern nutzerorientierte Konzepte für die Tunnelüberwachung zu entwickeln.

The Institute for Media Technology at the Ilmenau University of Technology provides the chance to develop user-oriented concepts for tunnel monitoring in conjunction with control centre operators and system developers.

Kontakt/Contact: heidi.kroemker@tu-ilmenau.de

d) Guidelines relating to situations and the tunnel based on alarm and hazard prevention plans (AGAP) must be made available by the control system in partially automated form. The operators select the identified incident and obtain the individual instructions for the tunnel concerned. The options for traffic control, initiating alarms and messages presented here can be executed with a single click. After the measures have been initiated the system provides a straightforward possibility to supervise the situation and informs the operators should changes occur.

System eine einfache Möglichkeit, die Lage im Blick zu behalten und informiert die Operatoren bei Veränderungen der Situation.

Fazit

Die zentralisierte Tunnelüberwachung stellt neue Anforderungen an die Funktionalität und Informationsaufbereitung in den Leitstellensystemen. Der Fokus der Operatoren verschiebt sich von der visuellen Überwachung der einzelnen Tunnel über die Videobilder auf die Überwachung der von der Technik aufbereiteten Daten. Daher wird es zunehmend wichtiger die hohe Zahl potenziell verfügbarer Informationen zu filtern, Daten passgenau aufzubereiten und den Operatoren aufgaben- und entscheidungsrelevante Informationen zur Verfügung zu stellen. Der Aufmerksamkeitslenkung der Operatoren auf relevante Informationen kommt dabei eine immer größere Bedeutung zu. Die ergonomischen Prinzipien zur Gestaltung der Benutzeroberflächen der Leitstellensysteme müssen zukünftig, ähnlich wie die technische Ausstattung der Leitstellen oder die Gestaltung von Überwachungsarbeitsplätzen, über Richtlinien und Empfehlungen geregelt werden. Dadurch wird es möglich, dass Tunnelbetreiber und Systementwickler über eine gemeinsame Grundlage verfügen um zukünftige Leitstellensysteme an die Aufgaben und Anforderungen der Operatoren anzupassen. 

Conclusion

Centralized tunnel monitoring places new demands on functionality and the presentation of data in control systems. The operators' focus veers from visual monitoring of the individual tunnels via video images to monitoring data provided by technology. As a result, it is becoming essential to filter the amount of data potentially available, process data accurately in order to supply the operators with information relevant for making decisions. It has become more important than ever that the operators' attention is directed to relevant data. The ergonomic principles for designing the user interfaces of the control systems must be regulated in future by means of guidelines and recommendations along similar lines to equipping control centres technically or designing workplaces required for monitoring. In this way, it will be possible to ensure that tunnel operators and system developers possess a common basis to adapt future control systems to the tasks and requirements fulfilled by the operating staff. 

Literatur/References

- [1] RABT – Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln, Ausgabe 2006; Herausgegeben durch die Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln
- [2] Asfinag Presseinformation: Innovationen aus Österreich sorgen für mehr Verkehrssicherheit; D. Bures, A. Schedl, K. Schierhackl; Wien 2012
- [3] MAVE-tun - Verkehrsmanagement und Sicherheit im Tunnel. Ave Verkehrs- und Informationstechnik GmbH; Mave tun: http://ave-web.de/download/mavetun_d.pdf
- [4] Araghi, Bahar Namaki; Skoven Pedersen, Kristian; Tørholm Christensen, Lars ; Krishnan, Rajesh; Lahrmann, Harry Spaabæk (2012). „Accuracy of Travel Time Estimation using Bluetooth Technology.“ Published in: ITS World Congress



InnoTrans 2016

20.–23. SEPTEMBER · BERLIN

Internationale Fachmesse für Verkehrstechnik
Innovative Komponenten · Fahrzeuge · Systeme

innotrans.de



THE FUTURE OF MOBILITY

Kontakt
Messe Berlin GmbH
Messedamm 22 · 14055 Berlin
T +49 30 3038 2376
F +49 30 3038 2190
innotrans@messe-berlin.de

 Messe Berlin

Tunnel-Brandeinsätze: Die Eindringtiefe als maßgebliche Größe

Aus Sicht der Feuerwehr ergeben sich die Risiken bei Brandeinsätzen in Tunnelanlagen primär aus der erforderlichen Eindringtiefe. Die zu erwartende Wärmebelastung der Einsatzkräfte ist dagegen nachrangig einzustufen. Folglich werden die Chancen eines erfolgreichen Einsatzes maßgeblich von der Distanz zwischen den Notausgängen bestimmt.

Tackling Tunnel Fires: The Penetration Depth as determining Factor

Seen from the fire service's point of view, the risks in tunnels mainly result from the necessary penetration depth. The expected heat load affecting fire services on the other hand is of a secondary nature. Consequently, the chances for successful deployment are largely determined by the distance between the emergency exits.

Christian Brauner MSc, Hauptbrandmeister, Leiter Entwicklung der International Fire Academy, Schweiz/
Chief firefighter, in charge of development at the International Fire Academy, Switzerland

1999 kam es im Mont-Blanc- und im Tauern- sowie 2001 im Gotthard-Straßentunnel zu folgenschweren Bränden. Als Konsequenz wurden die Fluchtbedingungen für Tunnelnutzer optimiert. Da sich manche Nutzer jedoch nicht selbst in Sicherheit bringen können und Menschen in Notsituationen sich nicht immer angemessen verhalten, muss die Feuerwehr bei jedem Brandereignis davon ausgehen, dass sich zumindest noch einzelne Personen im Tunnel befinden.

Wärmebelastung der Einsatzkräfte

Entgegen einem weitverbreiteten Missverständnis tragen Feuerwehrereinsatzkräfte keinen Hitzeschutzanzug. Ihre Brandschutzkleidung schützt gegen mechanische Einwirkungen, den beim Löschen entstehenden heißen Wasserdampf und bis zu einem gewissen Grad gegen Wärmestrahlung. Sehr hohe Temperaturen oder direkte Beflammung hält die Kleidung nur für einige Sekunden ab. Der taktische Ansatz besteht also nicht darin, großer Hitze zu widerstehen, sondern diese durch geschicktes Vorgehen zu meiden und aus Bereichen mit geringer Wärmebelastung heraus zu agieren.

Bei einer ausgeprägten vertikalen Temperaturschichtung können im bodennahen Umfeld selbst dann noch gut erträgliche Temperaturen herrschen, wenn im Deckenbereich bereits Temperaturen von mehreren 100 °C erreicht sind [2]. Ist der Brand gut ventiliert, bilden sich eine Anströmseite und eine Abströmseite aus. Auf der Abströmseite fließt der heiße und teilweise noch brennende Rauch ab. Hier kann die Wärmeströmung so hoch sein, dass eine Annäherung an den Brand praktisch unmöglich ist. Auf der Anströmseite ziehen die Verbrennungsprozesse hingegen ständig frische, meist kühle Luft nach, wodurch die Temperaturen niedrig gehalten und gute Sichtbedingungen geschaffen werden.

Serious fires occurred in 1999 in the Mont Blanc and in the Tauern tunnels and in the Gotthard Road Tunnel in 2001. As a result, the evacuation conditions for tunnel users were improved. Nonetheless, some users are unable to get themselves to safety and people do not always behave reasonably in emergency situations. Thus, the fire service must assume when a fire incident occurs that there are still a certain number of persons in the tunnel.

Heat Impact affecting Firefighters

Contrary to widespread belief, firefighters do not wear special garments to protect themselves against heat. Their clothing protects against mechanical effects, the hot water vapour created during the extinguishing process and to a certain extent against thermal radiation. Such clothing can only withstand very high temperatures or direct flame exposure for a few seconds. Thus the tactical approach is not to withstand great heat but to avoid this methodically and to operate from sectors exposed to less heat.

Given a defined vertical temperature layer, acceptable temperatures may still prevail close to the ground even although temperatures of several hundred °C have been attained close to the ceiling [2]. If the conflagration is well ventilated then an inflow side and an outflow side are formed. The hot in some cases still burning smoke escapes via the outflow side. The heat flow can be so high here that it is practically impossible to approach the fire. At the inflow side on the other hand, the combustion processes permanently attract fresh, mainly cool air, so that the temperatures are kept low and good visibility conditions are created.

Vehicle fires in tunnels are almost in all cases ventilated either through technical or natural ventilation. Fresh air is constantly being supplied. This enables the fire service to tackle the blaze quickly at least from the inflow side. The firefighters are sufficiently well



Quelle/credit (2): Max Häberli, Feuerwehr Dietikon

Einsatz der Feuerwehr Dietikon im 3,2 km langen Gubrist-Tunnel im Juni 2012 (links): Das Löschfahrzeug kommt im zweispurigen Straßentunnel nicht weiter voran. Blick um 180° gewendet (rechts): Die Löscharbeiten sind dennoch zeitlich parallel bereits angelaufen; dabei sorgen die alle 265 m angeordneten Querschläge, das Problem der Eindringtiefe betreffend, für gute Arbeitsvoraussetzungen

The Dietikon fire service in action in the 3.2 km long Gubrist Tunnel in June 2012 (on the left): the firefighting vehicle cannot advance any further in the two-lane road tunnel. View turned 180° (on the right): extinguishing operations have already started in parallel, with the cross-passages set up at 265 m gaps providing good working conditions as far as the problem of penetration depth is concerned

Fahrzeugbrände in Tunneln sind praktisch immer ventiliert, sei es durch die technische oder die natürliche Lüftung. Es fließt stets Frischluft nach. Das ermöglicht der Feuerwehr, den Brand zumindest von der Anströmseite her zügig zu bekämpfen. Gegen die dabei auftretende Wärmestrahlung sind die Einsatzkräfte durch normale Brandschutzkleidung ausreichend gut geschützt, um selbst bei einem LKW-Vollbrand so weit vordringen zu können, dass die Distanz zum Brandherd mit der Wurfweite der Strahlrohre überbrückt werden kann [4]. PKW-Brände sind aufgrund der vergleichsweise hohen Decken in einem Tunnel sogar einfacher zu bekämpfen als beispielsweise in einer Tiefgarage. Bei solchen kleineren Bränden ist die Wärmebelastung der Einsatzkräfte von marginaler Bedeutung. Unter günstigen Bedingungen ist die Wärmefreisetzung von Fahrzeugbränden in Straßentunneln aus Sicht der Intervention also ein geringes Problem.

Das Problem der großen Eindringtiefe

Stark gefordert werden Feuerwehreinsatzkräfte in Tunnelanlagen durch die große Eindringtiefe. Die International Fire Academy versteht unter Eindringtiefe die Weglänge vom sicheren Bereich

protected against the prevailing thermal radiation by normal fire protective garments in order to be able to venture close enough even in the case of a lorry fire so that the distance to the fire seat can be bridged by the water jet's delivery range [4]. Car fires can actually be combated more easily thanks to the relatively high ceilings in a tunnel than for example in a subterranean garage. The heat impact is of marginal significance for the firefighters when such small fires of this nature take place. Given favourable conditions, the heat released by vehicle fires in road tunnels thus only presents a slight problem as far as intervention is concerned.

The Problem presented by major Penetration Depth

The great penetration depth represents a great challenge for firefighters assigned to tunnels. The International Fire Academy interprets penetration depth as the path from the safe area in a structure to the sector where firefighters must work. In the case of buildings this distance seldom exceeds 35 m. Penetration depths exceeding 80 m are defined as "great", as the loads imposed on firefighters increase massively as from this distance [1]. Patients must be carried

RELUX®

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



Quelle/credit: International Fire Academy

In der Tunnel-Übungsanlage: Auf der Anströmseite können Feuerwehren nah am Brand arbeiten und löschen

In the tunnel practice area: fire services can work and put out the fire close-up on the inflow side

eines Bauwerkes bis zum Arbeitsbereich der Einsatzkräfte. Bei Gebäuden beträgt diese Distanz selten mehr als 35 m. Als „groß“ werden Eindringtiefen von mehr als 80 m eingestuft, weil die Belastungen der Einsatzkräfte ab diesem Wert massiv zunehmen [1]. Patienten müssen getragen werden, weil sie beim Schleifen über den Boden schwere Schürfwunden erleiden würden. Auch andere Arbeiten wie das Erkunden des Fahrwegs, das Absuchen von Fahrzeugen oder das Verlegen von Schlauchleitungen benötigen mit zunehmender Weglänge immer mehr Zeit. Da allein schon die eigene Ausrüstung bis zu 30 kg schwer ist, können große Eindringtiefen die Einsatzkräfte körperlich extrem fordern. Auch der psychische Druck steigt mit der Weglänge. Die Atemschutzträger wissen, dass ihnen Kameraden nicht in jedem Fall so schnell helfen können wie bei gewöhnlichen Brandeinsätzen und deshalb eigene Fehler schnell tödliche Konsequenzen haben können.

Fahren, Laufen oder Vorantasten

Können die Einsatzkräfte mit ihren Fahrzeugen bis zum Arbeitsbereich fahren, unterscheiden sich die Einsatzbedingungen auf der Anströmseite nur wenig von denen im Freien. Zum Einfahren braucht es neben guten Sichtbedingungen vor allem Platz, der bei einem Fahrzeugstau in zweispurigen Straßentunnelröhren oft nicht gegeben ist. In diesem Fall geht es für die Einsatzkräfte nur zu Fuß weiter. Ab drei Spuren können die Autofahrer eine ausreichend breite Rettungsgasse bilden. In Bahntunneln ist das Vordringen nur zu Fuß möglich, solange nicht entweder ein Zweiwegefahrzeug (Feuerwehrfahrzeug mit Schienenradsatz), ein Lösch- und Rettungszug oder (relativ selten) mit Straßenfahrzeugen befahrbare Tunnelböden zur Verfügung stehen.

otherwise they would sustain serious grazes if making contact with the ground. Other tasks such as inspecting the driving zone, searching vehicles or laying hoses require all the more time as the distance increases. Major penetration depths can be physically demanding for firefighters as they have to carry kits weighing up to 30 kg. The length of path also exerts psychic pressure. Wearers of breathing equipment are aware that their mates are not always in a position to assist them as in the case of normal fire runs so that any mistakes they make could be fatal.

Driving, Walking or Feeling One's Way

If the firefighters are able to drive to their working area in their vehicles the working conditions on the inflow side only slightly differ from those out in the open. To drive there good visibility must prevail quite apart from sufficient space being available – something which is not always present in two-lane tunnel tubes affected by a tailback. In this case, the firefighters have to continue on foot. Given three lanes or more, motorists can provide a sufficiently wide rescue lane. In rail tunnels, it is only possible to continue on foot unless of course, a dual purpose vehicle (fire service vehicle with rail wheel sets), a firefighting and rescue train or (relatively seldom) a tunnel floor negotiable with road vehicles is available.

It goes without saying that the firefighters only advance very slowly on foot. According to the International Fire Academy at best speeds of up to 100 m/min can be attained on account of the equipment worn. As the density of the smoke increases the advance speed slackens off. If the firefighters are in a position to orientate themselves with IR cameras, they can achieve some 20 m/min even given the most atrocious conditions [1]. Without PR cameras, the firefighters are forced to progress with great effort given zero visibility.

Zu Fuß kommen die Einsatzkräfte naturgemäß nur langsam voran. Unter dem Gewicht der Ausrüstung sind nach den Erfahrungen der International Fire Academy bestenfalls Geschwindigkeiten bis zu 100 m/min zu erreichen. Mit zunehmender Rauchdichte wird die Eindringgeschwindigkeit weiter reduziert. Können sich die Einsatzkräfte mit Wärmebildkameras orientieren, erreichen sie selbst unter widrigen Bedingungen noch etwa 20 m/min [1]. Ohne Wärmebildkamera müssen sich die Einsatzkräfte bei Sicht Null mühsam vorantasten.

Wie lange reicht die Luft?

Die Reichweite der Einsatzkräfte, also die maximal mögliche Eindringtiefe, ergibt sich aus der realisierbaren Eindringgeschwindigkeit und dem Luftvorrat der Atemschutzgeräte. Unter Berücksichtigung der Sicherheitsregeln für Atemschutzeinsätze [3] lassen sich bei einer Eindringgeschwindigkeit von 20 m/min mit den bei Tunnelfeuerwehren üblichen Doppelflaschen-Pressluftatmern Wege von rund 600 m bewältigen. Da die Einsatzkräfte jedoch unter Umständen den gleichen Weg zurückgehen müssen, auf dem sie eingedrungen sind, beträgt die realistische Reichweite rund 300 m. Dies entspricht dem maximalen Abstand zwischen Notausgängen in einer Tunnelanlage, die den Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln (RABT) entspricht [5].

Durch den Einsatz von Regenerationsgeräten, die die ausgeatmete Luft aufbereiten und mit reinem Sauerstoff anreichern, können unter realen Einsatzbedingungen Arbeitszeiten bis zu zwei Stunden erzielt werden. Solche Geräte sind jedoch nicht allgemein verbreitet, da sie aufwändig in der Wartung sind und zudem eine spezielle Ausbildung der Einsatzkräfte erfordern.

Prioritäre Brandbekämpfung

Bei der Rettung von Menschen aus Brandgefahren zählt jede Sekunde, weil im Rauch jeder nächste Atemzug zum Tode führen kann. In enger Zusammenarbeit mit vielen Feuerwehren in Europa entwickelte die International Fire Academy deshalb das Prinzip der prioritären Brandbekämpfung (Löschen um zu retten): Bei Fahrzeugbränden in Straßentunneln soll zuerst der

How long does the Air last?

The range covered by the firefighters, in other words the maximum possible penetration depth, consists of the advance speed that can be accomplished plus the air supply in the breathing apparatus. Usually distances of up to 600 m can be realized given an advance speed of 20 m/min, taking the safety rules for breathing equipment [3] into account involving the customary twin cylinder SCBA used by tunnel firefighters. As the firefighters may still have to cover the same distance they penetrated going back, the realistic range actually amounts to around 300 m. This corresponds to the maximum distance between emergency exits in a tunnel, which is in accordance with the Regulations for Equipping and Operating Road Tunnels (RABT) [5].

If regeneration units are used, which prepare the spent air and enrich it with pure oxygen, working times of up to two hours can be arrived at in practice. Such units are not generally available as they are complicated to maintain quite apart from requiring users to undergo special training.

Prioritized Firefighting

When rescuing people from fire hazards every second counts, as in smoke each extra breath can be fatal. In close collaboration with many European fire services, the International Fire Academy thus developed the principle of prioritized firefighting (extinguishing to save lives): in the event of vehicle fires in road tunnels the fire must be combated first of all so that smoke production is stopped and better conditions are created both for self-rescue as well as for rescue carried out by the fire service. The need to assign firefighters at each portal side from the very outset arises from the tactical principle of prioritized firefighting. After all, at the point in time when the alarm is raised it cannot be foreseen, from which side the blaze can be most quickly tackled.

Providing the road tunnel corresponds to RABT 2006, the fire can be reached quickly either from the inflow side directly via the affected tube or via the unaffected parallel tube or the safety tunnel. Whilst the extinguishing measures are being set up, the firefighters can already start with searching for and rescuing persons on the outflow side.

Die Feuerwehr schützt...

isotemp[®]

schützt die Feuerwehr.

www.isotemp.de



Besuchen Sie uns auf der
A+A Halle 6 Stand 6J43

Heinrich Vorndamme OHG | Teichweg 6 | 32805 Horn-Bad Meinberg | Tel. 0 52 34/89 66-0 | Fax 0 52 34/9 80 35 | info@isotemp.de





Hilfsmittel wie der Suchstock (Foto links) und die Schleifkorbtrage mit Rollen (rechts) erleichtern das Suchen und Retten von Tunnelnutzern in den großen Brandabschnitten eines Tunnels und über die langen Wegstrecken bis zum nächsten Notausgang

Aids like the white cane (on the left) and the rescue basket on rollers (on the right) facilitate searching for and rescuing tunnel users in a tunnel's large fire sections and over lengthy distances to the next emergency exit



Quelle/credit (2): International Fire Academy

Brand gelöscht werden, um die Rauchproduktion zu stoppen und damit bessere Bedingungen sowohl für die Selbstrettung als auch für die Rettung durch die Feuerwehr zu schaffen. Aus dem taktischen Grundsatz der prioritären Brandbekämpfung ergibt sich die Notwendigkeit, bei Tunnelbränden stets von Beginn an auf jeder Portalseite Feuerwehren einzusetzen. Denn zum Zeitpunkt der Alarmierung ist nicht abzusehen, von welcher Seite her der Brand am schnellsten zu erreichen sein wird.

Entspricht ein Straßentunnel den RABT 2006, ist der Brand entweder auf der Anströmseite direkt über die betroffene Röhre, oder aber über die nicht betroffene Parallelröhre bzw. den Sicherheitsstollen schnell zu erreichen. Während der Löschangriff aufgebaut wird, können die Einsatzkräfte auf der Abströmseite bereits mit der Suche und Rettung von Personen beginnen.

Um die Belastungen der Einsatzkräfte beim Arbeiten in den verrauchten Bereichen zu begrenzen, hat die International Fire Academy verschiedene Techniken entwickelt. So wird zum Beispiel das Absuchen durch Suchstöcke (wie sie Menschen mit Sehbehinderung verwenden) erheblich beschleunigt. Mit Rollen ausgestattete Schleifkorbtragen ermöglichen den schnellen Transport von Patienten auch über weite Strecken.

Erfolgsentscheidend für solche Einsätze ist eine hohe Vertrautheit der Einsatzkräfte mit dem jeweiligen Tunnel. Deshalb sollten die Betreiber möglichst oft die Gelegenheit zu Begehungen und Übungen bieten. Die Betreiber sollten darüber hinaus mit der Vorgehensweise der Feuerwehr vertraut sein. Die Führungskräfte der Feuerwehr müssen wissen, wie sich die Anlage, insbesondere die Lüftung, im Brandfall verhält. Dabei sollten auch die Grenzen der Lüftungsanlage, mögliche Ausfälle, Fehlfunktionen und

In order to restrict impacts on the firefighters when working in smoke-filled areas, the International Fire Academy has devised various techniques. Thus for instance, searching is substantially speeded up if white canes (sticks as used by the blind) are employed. Rescue baskets fitted with rollers enable patients to be transported quickly even over lengthy distances.

Decisive for the success of such assignments is that the firefighters know the tunnel inside out. As a result, the operators should enable the firefighters to inspect and carry out drills in "their" tunnel as frequently as possible. The operators should also be acquainted with the firefighters' procedures. The fire service's officers must know how the tunnel, especially the ventilation system, behaves in the event of fire. In this connection, the ventilation system's limits, possible breakdowns, malfunctions and operating errors must be dealt with. Something that must on no account be allowed to happen is a reversal of the air (and smoke) flow without consulting the firefighters.

Possibilities and Limits

In road tunnels in keeping with RABT 2006, properly trained fire services can compensate for suboptimal behaviour on the part of tunnel users to a certain degree. The faster a fire is put out, all the sooner is it possible to rescue persons still trapped in the tunnel. In old-fashioned tunnels, especially in single-tube tunnels without a safety tunnel, it is often possible to combat the fire quickly, however, the chances of rescue become less the longer the smoke-filled sections are between the emergency exits.

Fire incidents occur a lot more infrequently in rail tunnels than in road tunnels. However, owing to the higher concentrations of people more disastrous effects are on the cards. Penetration depths of up to

Fehlbedienungen thematisiert werden. Was keinesfalls passieren darf, ist eine Umkehrung der Strömungsrichtung der Luft (und des Rauches) ohne Abstimmung mit den Einsatzkräften.

Möglichkeiten und Grenzen

In Straßentunnel nach RABT 2006 können entsprechend ausgebildete Feuerwehren suboptimales Verhalten von Tunnelnutzern bis zu einem gewissen Grad kompensieren. Je schneller der Brand gelöscht ist, umso eher gelingt es, im Tunnel verbliebene Personen zu retten. In Tunneln des Altbestandes, beispielsweise in einröhrigen Tunneln ohne Sicherheitsstollen, ist eine rasche Brandbekämpfung zwar ebenfalls oft möglich, je länger aber die verrauchten Abschnitte zwischen den Notausgängen sind, desto geringer sind die Rettungschancen.

In Bahntunneln sind Brandereignisse erheblich seltener als in Straßentunneln. Aufgrund der höheren Personenkonzentrationen drohen jedoch schlimmere Tragweiten. Insbesondere in alten Bahntunneln stellen Eindringtiefen bis zu mehreren Kilometern Länge für die Feuerwehren eine besondere Herausforderung dar. Deshalb entwickelt die International Fire Academy derzeit gemeinsam mit vielen Experten optimierende Lösungsansätze für Brandeinsätze in Bahntunneln. 

several kilometres represent a challenge for fire services especially in old rail tunnels. As a consequence, the International Fire Academy is currently devising optimal approaches for tackling fires in rail tunnels in collaboration with many experts. 

Literatur/References

- [1] ifa: International Fire Academy: Brandeinsätze in Straßentunnel; Taktik – Technik – Hintergrund. Kehler Verlag, Saulheim, 2014.
- [2] Blennemann, Friedhelm et al.: Brandschutz in Fahrzeugen und Tunneln des ÖPNV. Fire protection in vehicles and tunnels for public transport. Alba-Fachverlag, Düsseldorf, 2005.
- [3] FwDV 7: Feuerwehr Dienstvorschrift Nr. 7; Atemschutz, in der Fassung von 2005.
- [4] Pleß, Georg/Seliger, Ursula: Forschungsbericht Nummer 158. Untersuchung der Bedingungen für die Feuerwehren bei der Bekämpfung von Bränden in Verkehrstunneln unter Berücksichtigung der in den Risikoanalysen der OECD-PIARC zu Grunde liegenden Brandszenarien für verschiedene Unfälle. Institut der Feuerwehr Sachsen-Anhalt, Heyrothsberge, 2009.
- [5] RABT: Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Verkehrsführung und Verkehrssicherheit, Köln, 2006.



Innovativer – Kompetenter – Zuverlässiger

Gemeinsam stärker
im Tunnelbau

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

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



Salweidenbecke 21
44894 Bochum, Germany
Tel. +49 (0)2 34/5 88 73-73
Fax +49 (0)2 34/5 88 73-10
info@techno-bochum.de
www.techno-bochum.de

T TechnoBochum

bui | Brünig
Untertag
Innovation

Gipfeltreffen der Untertagbauer

Fachmesse bui – Brünig Untertag Innovation
im Brünig Park Lungern, Schweiz

Donnerstag, 4. Februar 2016
Freitag, 5. Februar 2016

Jetzt anmelden als Aussteller

Bestellung der
Anmeldeunterlagen
www.bui-expo.ch



STUVA-Tagung 2015

Das internationale Forum für Tunnel und Infrastruktur

Fast schon ein Pflichttermin im Kalender des engagierten Tunnelbauers und Tunnelbetreibers ist die STUVA-Tagung, das internationale Forum für Tunnel und Infrastruktur. Vom 1. bis 3. Dezember 2015 findet die nächste STUVA-Tagung in Dortmund statt. Mehr als 1500 Fachleute aus mehr als 20 Nationen machen die STUVA-Tagung zum wichtigsten Branchentreffpunkt für das unterirdische Bauen. In 2015 wartet das „Familientreffen der Tunnelbauer“ mit einem erweiterten Spektrum auf: Erstmals wird es neben der Vortragsreihe „Tunnelbau“ in einer zusätzlichen, parallelen Veranstaltungsreihe um den „Tunnelbetrieb“ gehen. Die herausragende Bedeutung der STUVA-Tagung für den Tunnelbau und -betrieb wurde auch vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) und von der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) anerkannt. Zusammen mit dem Deutschen Ausschuss für unterirdisches Bauen (DAUB) und der International Tunnelling and Underground Space Association (ITA) unterstützen diese Institutionen die STUVA-Tagung als ideelle Träger. Mit dem auf den folgenden Seiten abgedruckten Programm finden Sie die Basis für einen intensiven Gedankenaustausch über Gegenwart und Zukunft der Branche.

Tagungsbegleitende Ausstellung: STUVA-Expo auf neuem Rekordkurs

Die Tagung wird flankiert von einer Fachausstellung, die von inzwischen mehr als 150 in- und ausländischen Unternehmen als professionelle Marketingplattform genutzt wird und eine Fläche von mehr als 6000 m² einnimmt. Bei Redaktionsschluss war gegenüber der Veranstaltung in 2013 ein Zuwachs von 20 % der vermieteten Fläche zu verzeichnen. 

www.stuva-conference.com

2015 STUVA Conference

The international Forum for Tunnels and Infrastructure

The STUVA Conference, the international forum for tunnels and infrastructure, has really become a must on the agenda of committed tunnellers and tunnel operators. The next STUVA Conference will be staged in Dortmund from December 1 to 3, 2015. More than 1500 experts from over 20 countries will ensure that the STUVA Conference is transformed into the most important get-together of all for underground construction. In 2015 the „tunnellers’ family gathering“ will present a more varied programme than ever: for the first time, an additional parallel series of lectures will deal with „Tunnel Operation“ in addition to the traditional „Tunnelling“ series. The German Federal Ministry for Transport and Digital Infrastructure (BMVI) and the German Federal Highway Research Institute (BASt) also recognize the outstanding significance of the STUVA Conference. In conjunction with the German Tunnelling Society (DAUB) and the International Tunnelling and Underground Space Association (ITA) these institutions sponsor the STUVA Conference. The programme presented on the following pages provides the basis for an intensive exchange of views on the industry now and in future.

STUVA Expo accompanying the Conference set to break all Records

The Conference is fringed with an exhibition, which has grown to provide more than 150 domestic and foreign companies with a professional marketing platform occupying an area exceeding 6000 m². As we went to press the amount of space reserved exceeded that leased at the 2013 Conference by 20 %. 

Tagungsgebühren/Conference Fees

Kategorie	Frühbucher	Normal
	Anmeldung bis 30.09.2015 ⁽¹⁾	Anmeldung ab dem 01.10.2015 ⁽¹⁾
STUVA-Mitglieder ⁽²⁾	380 €	430 €
Nicht-Mitglieder	470 €	520 €
Studenten ⁽³⁾	50 €	50 €

⁽¹⁾ Eingang der Anmeldung bei der STUVA; bei Vor-Ort-Registrierung Aufschlag in Höhe von 30 Euro auf den Normaltarif

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

⁽³⁾ Kopie des Studentenausweises ist vorzulegen

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

Category	Early bookers	Normal
	Registered by 30.09.2015 ⁽¹⁾	Registered from 01.10.2015 ⁽¹⁾
STUVA-members ⁽²⁾	380 €	430 €
Non-members	470 €	520 €
Students ⁽³⁾	50 €	50 €

⁽¹⁾ Registration received by the STUVA; an extra 30 euros will be levied when registering at the Conference office

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

⁽³⁾ Please provide copy of student ID card

Specialized press representatives can apply to attend all lectures presented at the STUVA Conference and the STUVA-Expo by showing press card (only one person per publication/station)

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

STUVA-Tagung 2015

STUVA Conference 2015

1.–3. Dezember 2015
Dortmund

*December 1–3, 2015
Dortmund, Germany*

**Neues Segment Tunnelbetrieb!
New focus on tunnel operation!**



www.stuva-conference.com

STUVA

ÜBERSICHT STUVA-TAGUNG 2015

Dienstag, 01.12.2015

	Halle 3A Vorträge Tunnelbau	Halle 3B Vorträge Tunnelbetrieb	Halle 3B Expo
09:00	Eröffnung, Begrüßung, Verleihung STUVA-Preis 2015, Eröffnungsvorträge (Halle 3A)		STUVA-Expo
10:30	Pause		
11:00	Internationale Großprojekte	Zukunftsperspektiven	
12:30	Mittagspause		
14:30	Maschinelлер Tunnelbau	Betriebliche Sicherheit	
16:15	Pause		
16:45	Junges Forum (Halle 3A)		
18:00			
19:30	Empfang für die Teilnehmer des Festabends		
20:00	Festabend mit Verleihung des STUVA-Nachwuchspreises 2015 (Halle 1)		

Mittwoch, 02.12.2015

	Halle 3A Vorträge Tunnelbau	Halle 3B Vorträge Tunnelbetrieb	Halle 3B Expo
09:00	Kombinierte Bauverfahren	Persönliche Sicherheit	STUVA-Expo
09:45	Bautechnik und Rechtsfragen		
10:45	Pause		
11:15	Tunnelsicherheit	Sanierung und Instandhaltung	
12:30	Mittagspause		
14:30	Umbau und Sanierung	Brandschutz und Lüftung	
16:00	Pause		
16:30	Unterirdisches Bauen in Dortmund (Halle 3A)		
17:45	Schlusswort		
18:00	Ende der Vortragsveranstaltung		

Donnerstag, 03.12.2015

Technische Fachbesichtigungen

OVERVIEW STUVA CONFERENCE 2015**Tuesday, 01/12/2015**

	Hall 3A Lectures Tunnelling	Hall 3B Lectures Tunnel Operation	Hall 3B Expo
09:00	Opening, Welcoming Address, Awarding STUVA-Prize 2015, Keynote Lectures (Hall 3A)		STUVA Expo
10:30	Break		
11:00	International Major Projects	Future Perspectives	
12:30	Lunch Break		
14:30	Mechanized Tunnelling	Operational Safety	
16:15	Break		
16:45	Youth Forum (Hall 3A)		
18:00			
19:30	Reception for the Participants of the Festive Evening		
20:00	Festive Evening and Awarding of the STUVA Prize 2015 for Young Engineers (Hall 1)		

Wednesday, 02/12/2015

	Hall 3A Lectures Tunnelling	Hall 3B Lectures Tunnel Operation	Hall 3B Expo
09:00	Combined Construction Methods	Personal Security	STUVA Expo
09:45	Construction Techno- logy and Legal Issues		
10:45	Break		
11:15	Tunnel Safety	Redevelopment and Maintenance	
12:30	Lunch Break		
14:30	Conversion and Redevelopment	Fire Protection and Ventilation	
16:00	Break		
16:30	Underground Construction in Dortmund (Hall 3A)		
17:45	Closing Remarks		
18:00	End of Presentations		

Thursday, 03/12/2015

Technical Excursions

STUVA-Tagung 2015 Programm**Dienstag, 01.12.2015****Eröffnung**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Ziegler, Vorsitzender des Vorstandes
STUVA e. V., Köln

Begrüßung

Manfred Sauer, Bürgermeister der Stadt Dortmund

Verleihung STUVA-Preis 2015**2015 STUVA Conference Program****Tuesday, 01.12.2015****Opening**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Ziegler, Chairman of the Board STUVA
e. V., Köln

Welcoming Address

Manfred Sauer, Mayor of the City of Dortmund

Awarding of the 2015 STUVA Prize

Eröffnungsvorträge

Herausforderungen und Lösungen für moderne Eisenbahninfrastrukturprojekte

Prof. Dr. Dirk Rompf, Vorstand Netzplanung und Großprojekte, DB Netz AG, Frankfurt am Main (D)

Großprojekt Emscherumbau: Was haben 400 km unterirdische Abwasserkanäle mit dem Strukturwandel einer ganzen Region zu tun?

Dr. Jochen Stemplewski, Vorstandsvorsitzender, Emschergenossenschaft/Lippeverband, Essen (D)

Vorträge Tunnelbau

Internationale Großprojekte

Ökologische Nachhaltigkeitsaspekte bei großen Tunnelbauprojekten: Neueste Entwicklungen im In- und Ausland, Bewertungskriterien, Anwendungsbeispiele

Dipl.-Ing. Jan Dinglinger, HOCHTIEF Infrastructure GmbH, Essen (D), Dr.-Ing. Christoph Budach, ELE Beratende Ingenieure GmbH, Essen (D), M.Sc. Riku Tauriainen, HOCHTIEF Infrastructure GmbH, Essen (D)

Metro Doha Green Line: Erfahrungen beim Tunnelbau mit 6 TBMs unter besonderen geologischen und klimatischen sowie kulturellen Rahmenbedingungen

Dipl.-Ing. Rainer Rengshausen, Porr Tunnelbau, Düsseldorf (D), Dipl.-Ing. Hans Köhler, Porr Tunnelbau, Wien (A), Dipl.-Ing. Günther Heilmayer, Porr Qatar Construction W.L.L., Doha (QA)

Lange Eisenbahntunnel: Überlegungen zur Systemwahl – Rückblick und Vorausschau

Dipl.-Ing. Heinz Ehrbar, Leiter Großprojekte, DB Netz AG, Frankfurt am Main (D), Hans-Peter Vetsch, CEO, Vetsch Rail Consulting GmbH, Bützberg (CH), Dipl.-Bauing. Peter Zbinden, Erlenbach (CH)

Status und Herausforderungen beim Fehmarnbelt-Absenktunnel: Von der Idee zur Genehmigung durch Dänemark und Deutschland

M. Sc. Kim Smedegaard Andersen, Contract Director, Femern A/S, Copenhagen (DK), M. Sc. Susanne K. Pedersen, Project Manager, Rambøll, Arup TEC JV, Copenhagen (DK), Dr.-Ing. Karl Morgen, Geschäftsführer, Dipl.-Ing. Fritz Hilgenstock, Prokurist, WTM Engineers International GmbH, Hamburg (D)

Opening Lectures

Challenges and Solutions for modern Railway Infrastructure Projects

Prof. Dr. Dirk Rompf, Member of the Management Board for Network Planning and Major Projects, DB Netz AG, Frankfurt am Main (D)

Major Emscher Redevelopment Project: What have 400 km of underground Sewers to do with changing the Structure of a whole Region?

Dr. Jochen Stemplewski, Chairman of the Board, Emschergenossenschaft/Lippeverband, Essen (D)

Lectures Tunnelling

International major Projects

Ecological Sustainability Aspects for major Tunnelling Projects: latest Developments at Home and Abroad; Evaluation Criteria, Examples of Application

Dipl.-Ing. Jan Dinglinger, HOCHTIEF Infrastructure GmbH, Essen (D), Dr.-Ing. Christoph Budach, ELE Beratende Ingenieure GmbH, Essen (D), M.Sc. Riku Tauriainen, HOCHTIEF Infrastructure GmbH, Essen (D)

Metro Doha Green Line: Findings during Tunnelling with 6 TBMs under special geological, climatic and cultural general Conditions

Dipl.-Ing. Rainer Rengshausen, Porr Tunnelbau, Düsseldorf (D), Dipl.-Ing. Hans Köhler, Porr Tunnelbau, Wien (A), Dipl.-Ing. Günther Heilmayer, Porr Qatar Construction W.L.L., Doha (QA)

Long Rail Tunnels: Appraisal of Choice of System – A Review and Preview

Dipl.-Ing. Heinz Ehrbar, Leiter Großprojekte, DB Netz AG, Frankfurt am Main (D), Hans-Peter Vetsch, CEO, Vetsch Rail Consulting GmbH, Bützberg (CH), Dipl.-Bauing. Peter Zbinden, Erlenbach (CH)

Status and Challenges of the Fehmarn Belt immersed Tunnel: from Idea to Approval by Denmark and Germany

M.Sc. Kim Smedegaard Andersen, Contract Director, Femern A/S, Copenhagen (DK), M.Sc. Susanne K. Pedersen, Project Manager, Rambøll, Arup, TEC JV, Copenhagen (DK), Dr.-Ing. Karl Morgen, Geschäftsführer, Dipl.-Ing. Fritz Hilgenstock, WTM Engineers International GmbH, Hamburg (D)

New York Second Avenue U-Bahn: Bau von Bahnhofs-, Gleiswechsel- und Abzweigbauwerken einschließlich Tunnelröhren, Schächten und Zugängen

Brian Fulcher, Tunnel Division Manager, Kenny Construction Company, Northbrook (USA), Dr. Verya Nasri, Head Tunnelling Department, Aecom, New York City (USA) Thomas Peyton, Director of Construction, Parsons Brinckerhoff, New York City (USA)

Maschineller Tunnelbau

Techniken zur Befreiung blockierter Vortriebsmaschinen aus der Abbaukammer heraus: Erfahrungen mit dem Einsatz von Kunstböden und sprühbaren Membranen

Dipl.-Ing. Tim Babendererde, Geschäftsführer, Dipl.-Ing. Philipp Elsner, Dipl.-Ing. Christian Hahn, Babendererde Engineers, Bad Schwartau (D)

Slowacki-Tunnel Danzig: Planung und Bau von sieben Querschlägen mit Hilfe von Bodenvereisung und Spezialtübbingen

Dipl.-Ing. Helmut Haß, Prokurist, CDM Smith Consult GmbH, Bochum (D), M. Sc. José Miguel Fernández Remesal, Project Director, OHL Construcción, Danzig (PL), Dr.-Ing. Bertram Ostermeier, Geschäftsführender Gesellschafter, PSP Consulting Engineers GmbH, München (D)

Kombilösung Karlsruhe: Innerstädtischer Schildvortrieb mit geringer Überdeckung entlang setzungsempfindlicher Bebauung – Anforderungen an Planfeststellung, Entwurf, Ausschreibung, Realisierung und messtechnische Überwachung

Dipl.-Ing. Frank Nenninger, Prokurist, KASIG – Karlsruher Schieneninfrastruktur-Gesellschaft mbH, Karlsruhe (D), Dipl.-Geol. Markus Feneberg, Feneberg Consult, Kirchseeon (D), Dr.-Ing. Ulrich Maidl, Geschäftsführer, Maidl Tunnelconsultants, München (D), Univ.-Prof. Dr.-Ing. Conrad Boley, Universität der Bundeswehr München, Neubiberg (D)

Prozesssimulation zur Planung und Leistungsanalyse maschineller Tunnelvortriebe: Wechselwirkungen der Komponenten, Vergleich von Planungsvarianten, Beurteilung der Produktivität

Prof. Dr.-Ing. Markus Thewes, Lehrstuhl für Tunnelbau, Leitungsbau und Baubetrieb, Prof. Dr.-Ing. Markus König, Lehrstuhl für Informatik im Bauwesen, M.Sc. Alena Conrads, Lehrstuhl für Tunnelbau, Leitungsbau und Baubetrieb, M.Sc. Markus Scheffer, Lehrstuhl für Informatik im Bauwesen, Ruhr-Universität Bochum (D)

New York Second Avenue Subway: Construction of a Large Span Station Cavern, Running Tunnels, Cross- Over and Turn-Out Caverns, Shafts and Entrances

Brian Fulcher, Tunnel Division Manager, Kenny Construction Company, Northbrook (USA), Dr. Verya Nasri, Head Tunnelling Department, Aecom, New York City (USA), Thomas Peyton, Director of Construction, Parsons Brinckerhoff, New York City (USA)

Mechanized Tunnelling

Techniques for freeing blocked Tunnelling Machines from the Extraction Chamber: Findings with applying artificial Soils and sprayable Membranes

Dipl.-Ing. Tim Babendererde, Geschäftsführer, Dipl.-Ing. Philipp Elsner, Dipl.-Ing. Christian Hahn, Babendererde Engineers, Hannover (D)

Slowacki-Tunnel Gdansk: Design and Construction of seven Cross-Passages with Ground Freezing Method and specific Tubbings

Dipl.-Ing. Helmut Haß, Prokurist, CDM Smith Consult GmbH, Bochum (D), M.Sc. José Miguel Fernández Remesal, Project Director, OHL Construcción, Danzig (PL), Dr.-Ing. Bertram Ostermeier, Geschäftsführender Gesellschafter, PSP Consulting Engineers GmbH, München (D)

Karlsruhe Combined Solution: Urban Shield Drive with shallow Overburden under Buildings liable to Subsidence – Demands on Plan Approval, Design, Tendering, Execution and metrological Monitoring

Dipl.-Ing. Frank Nenninger, Prokurist, KASIG – Karlsruher Schieneninfrastruktur-Gesellschaft mbH, Karlsruhe (D), Dipl.-Geol. Markus Feneberg, Feneberg Consult, Kirchseeon (D), Dr.-Ing. Ulrich Maidl, Geschäftsführer, Maidl Tunnelconsultants, München (D), Univ.-Prof. Dr.-Ing. Conrad Boley, Universität der Bundeswehr München, Neubiberg (D)

Process Simulation for Planning and Analyzing the Progress of mechanized Tunnel Drives: Interactions among components; Comparison of Planning Alternatives; Assessing the Productivity

Prof. Dr.-Ing. Markus Thewes, Lehrstuhl für Tunnelbau, Leitungsbau und Baubetrieb, Prof. Dr.-Ing. Markus König, Lehrstuhl für Informatik im Bauwesen, M.Sc. Alena Conrads, Lehrstuhl für Tunnelbau, Leitungsbau und Baubetrieb, M.Sc. Markus Scheffer, Lehrstuhl für Informatik im Bauwesen, Ruhr-Universität Bochum (D)

Neue Erkenntnisse zur Regelgenauigkeit des Stützdrucks beim Schildvortrieb mit aktiver Ortsbruststützung: Vergleich von Hydroschild und Erddruckschild an aktuellen praktischen Beispielen

Dr.-Ing. Ulrich Maidl, Geschäftsführer, Dr.-Ing. Janosch Stascheit, Dipl.-Ing. Stefan Hintz, Maidl Tunnelconsultants GmbH & Co. KG, Duisburg/München (D)

Verschiebung der Einsatzgrenzen von Mixschilden: Maßnahmen zur Beherrschung extremer Wasserdrücke sowie großer Tiefenlagen und Durchmesser

Dr. Karin Böppler, Leiterin Geotechnics and Consulting, Dipl.-Ing. Werner Burger, Leiter Konstruktion Großmaschinen, Herrenknecht AG, Schwanau-Allmannsweiler (D)

Junges Forum

Herausforderungen für die Tunnelbauplanung der Zukunft im innerstädtischen Bereich: Das Beispiel der U-Bahn-Netzweiterung in Hamburg

Dipl.-Ing. Jonathan Engels, Zerna Planen und Prüfen GmbH, Hamburg (D)

Untersuchung und Prognose der Dispergierung feinkörniger Böden bei flüssigkeitsgestützter Ortsbrust im Schildvortrieb

Dipl.-Ing. Thorsten Weiner, Porr Deutschland GmbH, Düsseldorf (D)

Stadtbahn Stuttgart U12: Herstellen von Rohrschirmen unter besonderen Randbedingungen durch Kombination verschiedener Bohrverfahren

Dipl.-Ing. René Hallbauer, Alfred Kunz Untertagebau, München (D)

BIM (Building Information Modeling) oder 3D Planung? Erfahrungen eines Tunnelplaners beim Projekt Förbifart Stockholm

Dipl.-Ing. Nina Wassmann, Amberg Engineering AG, Regensburg (CH)

Vorträge Tunnelbetrieb

Zukunftsperspektiven

Tunnelbau in Deutschland – Gewährleistung einer ‚ständigen‘ Verfügbarkeit für den Nutzer?

Dr.-Ing. Gero Marzahn, Referatsleiter Brücken-, Tunnel und sonstige Ingenieurbauwerke, Dipl.-Ing. Martin Kostrzewa, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur – BMVI, Bonn (D)

New Recognitions for Controlling the Accuracy of the Supporting Pressure during Shield Driving with active Face Support: Comparison between Hydro Shield and EPB Shield taking current practical Examples

Dr.-Ing. Ulrich Maidl, Geschäftsführer, Dr.-Ing. Janosch Stascheit, Dipl.-Ing. Stefan Hintz, Maidl Tunnel consultants GmbH & Co. KG, Duisburg, München (D)

Altering the Application Limits of Mixshields: Measures devised to master extreme Water Pressures as well as major Depths and Diameters

Dr. Karin Böppler, Leiterin Geotechnics and Consulting, Dipl.-Ing. Werner Burger, Leiter Konstruktion Großmaschinen, Herrenknecht AG, Schwanau-Allmannsweiler (D)

Youth Forum

Challenges for Planning Tunnelling in Future in Urban Areas: taking the Example of expanding the Hamburg Metro Network

Dipl.-Ing. Jonathan Engels, Zerna Planen und Prüfen GmbH, Hamburg (D)

Investigation and Prediction of the Dispersal of fine-grained Soils given fluid-supported Face during Shield Driving

Dipl.-Ing. Thorsten Weiner, Porr Deutschland GmbH, Düsseldorf (D)

Stuttgart Urban Transit Line U12: Producing Pipe Umbrellas under special general Conditions by combining various Boring Methods

Dipl.-Ing. René Hallbauer, Alfred Kunz Untertagebau, München (D)

BIM (Building Information Modelling) or 3D Planning? Findings by a Tunnel Planner during the Stockholm Förbifart Project

Dipl.-Ing. Nina Wassmann, Amberg Engineering AG, Regensburg (CH)

Lectures Tunnel Operation

Future Perspectives

Tunnelling in Germany – Assuring “permanent” Availability for the User?

Dr.-Ing. Gero Marzahn, Referatsleiter Brücken-, Tunnel- und sonstige Ingenieurbauwerke, Dipl.-Ing. Martin Kostrzewa, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur – BMVI, Bonn (D)

Vernetzte Mobilität und zukünftige Infrastrukturen

DirProf Andre Seeck, Abteilungsleiter Fahrzeugtechnik, RDir'in Dr. Christine Lotz-Keens, Referatsleiterin Kooperative Verkehrs- und Fahrerassistenzsysteme, Bundesanstalt für Straßenwesen – BAST, Bergisch Gladbach (D)

Inbetriebsetzung des längsten Eisenbahntunnels der Welt: Konzept und Herausforderungen beim Gotthard-Basistunnel

Dr. Renzo Simoni, CEO, AlpTransit Gotthard AG, Luzern (CH)

RABT 2015: Neuerungen und deren Umsetzung

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Baltzer, Vorsitzender des RABT-Ausschusses, BUNG Ingenieure AG, Heidelberg (D), Dipl.-Ing. Martin Kostrzewa, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur – BMVI, Bonn (D)

Betriebliche Sicherheit

Überlegungen zur Stauvermeidung auf der BAB A 99 durch eine temporäre Seitenstreifenfreigabe im Tunnel Allach, München: Mögliche Lösungsansätze, Risiken und Kompensationsmaßnahmen

MR Dipl.-Ing. Karl Goj, Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Inneren, München (D), Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Baltzer, FH-Aachen University of Applied Sciences, Aachen (D), M.Eng. Christiana Meyer, BUNG Ingenieure AG, Köln (D)

ESIMAS – Implementierung, Bewertung und erste Betriebserfahrungen eines Echtzeit-Sicherheits-Management-Systems für die Tunnelüberwachung

Klaus Eismann, Geschäftsführer, OSMO-Anlagenbau GmbH & Co. KG, Georgsmarienhütte (D), Dipl.-Ing. Werner Balz, PTV Transport Consult GmbH, Stuttgart (D), Dipl.-Wirt.-Ing. Anne Lehan, Bundesanstalt für Straßenwesen – BAST, Bergisch Gladbach (D), Dipl.-Ing. Sebastian Spundflasch, Technische Universität Ilmenau (D)

Maßnahmen zur Beherrschbarkeit der Leittechnik in Straßentunneln: Ein Fallbeispiel

Dipl.-Ing. Thomas Gerlach, AIXtraffic GbR, Aachen (D), Christoph Jansen, Projektleiter Lärmschutzeinhausung Köln-Lövenich, Landesbetrieb Straßenbau NRW, Köln (D)

Sicherheitsfragen bei der Anwendung von offenporigem Asphalt in Einhausungen und Tunneln: Versuchsergebnisse, Modell zur numerischen Berechnung, Vergleich dichter und offenporiger Asphalt

Dipl.-Ing. Uwe Zimmermann, BUNG Ingenieure AG, Köln (D), Dr.-Ing. Georg Mayer, PTV Transport Consult GmbH, Stuttgart (D), Dipl.-Phys. Dipl.-Wirt.-Ing. (FH) Mario Koch, Institut für Brand- und Katastrophenschutz Heyrothsberge (D), Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. André Meyer, Lehrstuhl und Institut für Straßenwesen, RWTH Aachen (D)

Interconnected Mobility and future Infrastructures

DirProf Andre Seeck, Abteilungsleiter Fahrzeugtechnik, RDir'in Dr. Christine Lotz-Keens, Referatsleiterin Kooperative Verkehrs- und Fahrerassistenzsysteme, Bundesanstalt für Straßenwesen – BAST, Bergisch Gladbach (D)

Commissioning the World's longest Rail Tunnel: Concept and Challenges for the Gotthard Base Tunnel

Dr. Renzo Simoni, CEO, AlpTransit Gotthard AG, Luzern (CH)

RABT (Guidelines for Equipment and Operation of Road Tunnels) 2015: Innovations and their Application

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Baltzer, Chair of RABT Committee, BUNG Ingenieure AG, Heidelberg (D), Dipl.-Ing. Martin Kostrzewa, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur – BMVI, Bonn (D)

Operational Safety

Considerations on avoiding Congestion on the A 99 Federal Motorway by temporarily incorporating the hard Shoulder in the Allach Tunnel, Munich – Possible applicable Solutions, Risks and Compensation Measures

MR Dipl.-Ing. Karl Goj, Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Inneren, München (D), Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Baltzer, FH-Aachen University of Applied Sciences, Aachen (D), M.Eng. Christiana Meyer, BUNG Ingenieure AG, Köln (D)

ESIMAS – Implementation, Evaluation and initial operating Experiences of a Real Time Safety Management System

Klaus Eismann, Geschäftsführer, OSMO-Anlagenbau GmbH & Co. KG, Georgsmarienhütte (D), Dipl.-Ing. Werner Balz, PTV Transport Consult GmbH, Stuttgart (D), Dipl.-Wirt.-Ing. Anne Lehan, Bundesanstalt für Straßenwesen – BAST, Bergisch Gladbach (D), Dipl.-Ing. Sebastian Spundflasch, Technische Universität Ilmenau, Ilmenau (D)

Measures for Managing the Control Technology in Road Tunnels: A Case Example

Dipl.-Ing. Thomas Gerlach, AIXtraffic GbR, Aachen (D), Christoph Jansen, Projektleiter Lärmschutzeinhausung Köln-Lövenich, Landesbetrieb Straßenbau Nordrhein-Westfalen, Köln (D)

Safety Issues given the Application of open-pored Asphalt in Enclosures and Tunnels: Test Results; Model for numerical Calculation; Comparing dense and open-pored Asphalt

Dipl.-Ing. Uwe Zimmermann, BUNG Ingenieure AG, Köln (D), Dr.-Ing. Georg Mayer, PTV Transport Consult GmbH, Stuttgart (D), Dipl.-Phys. Dipl.-Wirt.-Ing. (FH) Mario Koch, Institut für Brand- und Katastrophenschutz Heyrothsberge (D), Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. André Meyer, Lehrstuhl und Institut für Straßenwesen, RWTH Aachen (D)

Intelligente Induktionsschleife zur automatischen Störfallerkennung in Straßentunneln: Betriebserfahrungen aus dem Felbertauertunnel, dem Elbtunnel und der Lärmschutzeinhausung Hösbach

Dr. Peter Böhnke, Geschäftsführer, ave Verkehrs- und Informationstechnik GmbH, Aachen (D), Dipl.-Ing. (FH) Michael Köll, Technischer Leiter, Felbertauernstraße AG, Lienz (A)

Spaarndammertunnel Amsterdam: Validierungs- und Verifizierungsprozess von der Planung bis zur Inbetriebnahme

Rob van der Linde, Arcadis Nederland BV, Rotterdam (NL)

Mittwoch, 2.12.2015

Vorträge Tunnelbau

Kombinierte Bauverfahren

Stadtbahn Europaviertel Frankfurt: Tiefe Baugruben und maschineller Vortrieb im ‚Frankfurter Ton‘

Dipl.-Ing. David Meyer, Schüßler-Plan Ingenieurgesellschaft mbH, Frankfurt (D), Dipl.-Ing. Michael Löffler, Prokurist, CDM Smith Consult GmbH, Bochum (D), Dipl.-Ing. Kai Mumme, Stadtwerke Verkehrsgesellschaft Frankfurt am Main mbH, Frankfurt am Main (D), Dipl.-Ing. Christian Schulz, CDM Smith Consult GmbH, Alsbach (D)

Großprojekt Stuttgart–Ulm: Der Fildertunnel – Erfahrung und Ausblick mit der kombinierten Bauweise mittels Spritzbeton und Tunnelvortriebsmaschine

Dipl.-Ing. Matthias Breidenstein, Projektleiter Technik Alaufstieg, DB Projekt Stuttgart–Ulm GmbH, Stuttgart (D), Dr.-Ing. Martin Wittke, WBI GmbH, Weinheim (D)

Die Interpretation von MWD-Daten (Measurement while Drilling) im Sprengvortrieb als effiziente Methode zur Optimierung des Vortriebs, aufgezeigt am Beispiel der Subseattunnelbaustelle Solbakk in Norwegen

Dr. Marco Filipponi, Marti Tunnelbau AG, Moosseedorf (CH)

Bautechnik und Rechtsfragen

Verklebungen beim maschinellen Tunnelvortrieb: Bewertungsverfahren und deren bautechnische Aussagekraft sowie juristische Aspekte zu vertraglichen Regelungen

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Ziegler, AOR Dipl.-Ing. Martin Feinendegen, Geotechnik im Bauwesen, RWTH Aachen University, Aachen (D), Prof. Dr. jur. Klaus Englert, Vorstand der Juristischen Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin (D)

Intelligent Induction Loop for automatically detecting Incidents in Road Tunnels: Findings during Operation in the Felbertauern Tunnel, the Elbe Tunnel and the Hösbach Noise Abatement Enclosure

Dr. Peter Böhnke, Geschäftsführer, ave Verkehrs- und Informationstechnik GmbH, Aachen (D), Dipl.-Ing. (FH) Michael Köll, Technischer Leiter, Felbertauernstraße AG, Lienz (A)

Spaarndammertunnel Amsterdam: Validation and Verification Process from Design to Opening Permit

Rob van der Linde, Arcadis Nederland BV, Rotterdam (NL)

Wednesday, 02.12.2015

Lectures Tunnelling

Combined Construction Methods

Frankfurt Europa District Urban Transport Scheme: Deep Construction Trenches and mechanized Driving in ‚Frankfurt Clay‘

Dipl.-Ing. David Meyer, Schüßler-Plan Ingenieurgesellschaft mbH, Frankfurt (D), Dipl.-Ing. Michael Löffler, Prokurist, CDM Smith Consult GmbH, Bochum (D), Dipl.-Ing. Kai Mumme, Stadtwerke Verkehrsgesellschaft Frankfurt am Main mbH, Frankfurt am Main (D), Dipl.-Ing. Christian Schulz, CDM Smith Consult GmbH, Alsbach (D)

Stuttgart–Ulm major Project: The Filder Tunnel – Experience and Outlook with combined Construction Method using Shotcrete and Tunnelling Machine

Dipl.-Ing. Matthias Breidenstein, Projektleiter Technik Alaufstieg, DB Projekt Stuttgart–Ulm GmbH, Stuttgart (D), Dr.-Ing. Martin Wittke, WBI GmbH, Weinheim (D)

Interpreting MWD Data (Measurement while Drilling) using Drill+Blast as an efficient Method to optimize Driving, exemplified by the Solbakk Subsea Tunnelling Site in Norway

Dr. Marco Filipponi, Marti Tunnelbau AG, Moosseedorf (CH)

Construction Technology and Legal Issues

Clogging during mechanized Driving: Evaluation Methods and their structural Significance as well as legal Aspects on contractual Regulations

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Ziegler, AOR Dipl.-Ing. Martin Feinendegen, Geotechnik im Bauwesen, RWTH Aachen University, Aachen (D), Prof. Dr. jur. Klaus Englert, Vorstand der Juristischen Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin (D)

Zur Auslegung von Teilpauschalen und Nachträgen bei unterirdischen Verkehrsanlagen am Beispiel der Wasserhaltung: Schlussfolgerungen aus aktuellen Gerichtsurteilen

Dr. jur. Markus Vogelheim, CBH Rechtsanwälte, Köln (D)

Umfangreiche Bausoll-Abweichungen stören die Geschäftsgrundlage eines Bauvertrags: Voraussetzungen; operative und vertragsrechtliche Lösungen

Dr. jur. Tobias Schneider, Kapellmann und Partner Rechtsanwälte mbB, München (D)

Tunnelsicherheit

Einfluss von tiefen Baugruben und Hochhausgründungen auf bestehende Tunnelbauwerke: Numerische Simulationen, Überwachungskonzept, Messergebnisse, Erkenntnisse für Zukunftsprognosen

Dipl.-Ing. Matthias Seip, Dipl.-Ing. Susanne Bergmann, Ingenieursozietät Professor Dr.-Ing. Katzenbach GmbH, Frankfurt am Main (D), Dipl.-Ing. Dominik Kessler, STUVAtec GmbH, Köln (D), Dipl.-Ing. Martin Mellies, Stadtwerke Verkehrsgesellschaft Frankfurt am Main mbH, Frankfurt am Main (D)

Aktueller Stand der Maßnahmen zur Erkundung der Schadensursache nach dem Einsturz des Stadtarchivs in Köln: Komplexe Randbedingungen und bautechnische Herausforderungen bei der 34 m tiefen Besichtigungsbaugrube

Dipl.-Ing. Ulrich Sieler, TÜV Rheinland LGA Bautechnik GmbH Grundbauinstitut, Nürnberg (D), Dipl.-Ing. Jörn Schwarze, Mitglied des Vorstands, Kölner Verkehrs-Betriebe AG, Köln (D), Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Moormann, Institut für Geotechnik, Universität Stuttgart (D), Dipl.-Ing. Gerd Neweling, Amtsleiter, Stadt Köln, Amt für Brücken und Stadtbahnbau, Köln (D)

Hebungsinjektionen unter filigranen Tunnelschalen für den Bau der 2. S-Bahn-Stammstrecke München: Bauablauf, Modellversuche, Injektionsschema, FE-Simulationen

Dr.-Ing. habil. Jochen Fillibeck, Prof. Dr.-Ing. Norbert Vogt, M.Sc. Martin Sailer, Zentrum Geotechnik, TU München, München (D), Dipl.-Ing. Albert Scheller, DB Projektbau GmbH Regionalbereich Süd, Großprojekt 2. S-Bahn-Stammstrecke München, München (D)

Sicherungsmaßnahmen gegen Karst-Hohlräume beim Tunnelbau: Arten von Hohlräumen, Ergebnisse von FE-Berechnungen, Verfahrenstechnik bei der Erkundung, Empfehlungen

Dr.-Ing. Christian Thienert, Dipl.-Ing. Frank Leismann, STUVA e. V., Köln (D), Dr. Boris Dombrowski, Dr.-Ing. Jörg Malkus, DMT GmbH & Co. KG, Essen (D)

Defining partial flat Rates and Supplements affecting underground Transportation Facilities exemplified by Dewatering: Conclusions reached by current legal Verdicts

Dr. jur. Markus Vogelheim, CBH Rechtsanwälte, Köln (D)

Extensive Deviations from the Construction Target disturb the Basis of a Building Contract: Prerequisites; operative and contractually binding Solutions

Dr. jur. Tobias Schneider, Kapellmann und Partner Rechtsanwälte mbB, München (D)

Tunnel Safety

Influence of deep Construction Trenches and High-Rise Foundations on existing Tunnels; numerical Simulations, Monitoring Concept, Measurement Results, Recognitions for Future Predictions

Dipl.-Ing. Matthias Seip, Dipl.-Ing. Susanne Bergmann, Ingenieursozietät Professor Dr.-Ing. Katzenbach GmbH, Frankfurt am Main (D), Dipl.-Ing. Dominik Kessler, STUVAtec GmbH, Köln (D) Dipl.-Ing. Martin Mellies, Stadtwerke Verkehrsgesellschaft Frankfurt am Main mbH, Frankfurt am Main (D)

Current State of Measures to investigate the Cause prompting the Cologne City Archive to collapse: complex general Conditions and structural Challenges posed by the 34 m deep Inspection Pit

Dipl.-Ing. Ulrich Sieler, TÜV Rheinland LGA Bautechnik GmbH Grundbauinstitut, Nürnberg (D), Dipl.-Ing. Jörn Schwarze, Mitglied des Vorstands, Kölner Verkehrs-Betriebe AG, Köln (D), Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Moormann, Institut für Geotechnik, Universität Stuttgart (D), Dipl.-Ing. Gerd Neweling, Amtsleiter, Amt für Brücken und Stadtbahnbau, Köln (D)

Compensation Injections under sensitive Tunnel Shells for producing Munich's 2nd Light Rail Main Line: Construction Cycle, Model Tests, Injection Pattern, FE Simulations

Dr.-Ing. habil. Jochen Fillibeck, Prof. Dr.-Ing. Norbert Vogt, M.Sc. Martin Sailer, Zentrum Geotechnik, TU München, München (D), Dipl.-Ing. Albert Scheller, DB Projektbau GmbH Regionalbereich Süd, Großprojekt 2. S-Bahn-Stammstrecke München, München (D)

Supporting Measures for countering Karsts during Tunnelling: Types of Cavities; Results of FE Calculations; Process Engineering during Exploration; Recommendations

Dr.-Ing. Christian Thienert, Dipl.-Ing. Frank Leismann, STUVA e. V., Köln (D), Dr. Boris Dombrowski, Dr.-Ing. Jörg Malkus, DMT GmbH & Co. KG, Essen (D)

Umbau und Sanierung

Bypass an einer Hauptschlagader des Stadtbahnverkehrs in Stuttgart – Verbindung zweier neuer eingleisiger Tunnel mit einem zweigleisigen Bestandstunnel unter Stadtbahnbetrieb

Dipl.-Ing. Bernd Schröder, Landeshauptstadt Stuttgart, Tiefbauamt, Stuttgart (D), Dipl.-Ing. Jörg Bay, Ed. Züblin AG, Direktion IU-Tunnelbau, Stuttgart (D), Dipl.-Ing. Claus-Dieter Hauck, Landeshauptstadt Stuttgart, Tiefbauamt, Stuttgart (D)

Tunnelinstandsetzungen bei der Rhätischen Bahn: Entwicklung einer Normalbauweise und Ergebnisse der erstmaligen Anwendung beim Gletscherastunnel

Dipl.-Bauing. ETH Peter Kirchhofer, Abteilungsleiter Untertagebau, Gruner AG, Basel (CH), Dipl.-Bauing. ETH/SIA Karl Baumann, Leiter Kunstbauten, Rhätische Bahn AG, Chur (CH), Dipl.-Bauing. (FH) Andrea Förster, Gruner AG, Basel (CH)

Simplontunnel: Maßnahmen zur Erhöhung der Sicherheit und Erhaltung eines 20 km langen und über 100-jährigen Eisenbahntunnels unter schwierigen logistischen Bedingungen

Dipl. Bau-Ing. ETH/SIA Werner Kradolfer, Mitglied der Geschäftsleitung, M.Sc. ETH Bau-Ing. Andreas Zimmermann, Rothpletz, Lienhard + Cie AG, Olten (CH), Dipl. Bau-Ing. ETH/SIA Daniel Kohler, PraderLosinger SA, Zürich (CH)

Sachstandsbericht 2015 des STUVA-Arbeitskreises „Instandsetzung von Straßentunneln“

Dipl.-Ing. Manfred Eder, Geschäftsführer, IL – Ingenieurbüro Laabmayr & Partner ZT GesmbH, Salzburg (A), Prof. Dr.-Ing. Frank Heimbecher, Fachhochschule Münster, Institut für unterirdisches Bauen, Münster (D), Dipl.-Ing. ETH/SIA Franz Koch, Bundesamt für Strassen – ASTRA, Zofingen (CH), Prof. Dr.-Ing. Alfred Haack, STUVA e. V., Köln (D)

Umbau der Stadtbahnanlage unter dem Dortmunder HBF – Ingenieurbau im Bestand unter extremen Randbedingungen: Bergmännische Bauweisen mit Rohrschirm und DSV-Körpern
Dr.-Ing. Holger Meseck, Projektleiter, Wayss & Freytag Ingenieurbau AG, Düsseldorf (D), Dipl.-Ing. Sylvia Uehlendahl, Amtsleiterin, Stadt Dortmund, Tiefbauamt, Dortmund (D), Dipl.-Ing. Kai Eglinger, Wayss & Freytag Ingenieurbau AG, Düsseldorf (D), Dipl.-Ing. Carsten Peter, Gesellschafter, IMM Maidl & Maidl GmbH & Co. KG, Bochum (D)

Unterirdisches Bauen in Dortmund

Maschinentechnik, Baustellenlogistik, Bauausführung und Sicherheitstechnik beim parallelen Auffahren kleiner Tunnel (DN 2600) im Schildvortrieb

Dipl.-Ing. Reinhard Ketteler, EmscherGenossenschaft, Essen (D), Dipl.-Ing. Arthur Göbl, Porr Bau GmbH, Wien (A)

Conversion and Redevelopment

Bypass at a Main Traffic Artery for Urban Transit in Stuttgart – Linking two new single-track Tunnels with an existing twin-track Tunnel with Trains still operating

Dipl.-Ing. Bernd Schröder, Landeshauptstadt Stuttgart, Tiefbauamt, Stuttgart (D), Dipl.-Ing. Jörg Bay, Ed. Züblin AG, Direktion IU-Tunnelbau, Stuttgart (D), Dipl.-Ing. Claus-Dieter Hauck, Abteilungssleiter, Landeshauptstadt Stuttgart, Tiefbauamt, Stuttgart (D)

Tunnel Maintenance on the Rhaetian Railway: Development of a standard Construction Method and Results from its initial Application for the Gletscheras Tunnel

Dipl.-Bauing. ETH Peter Kirchhofer, Gruner AG, Basel (CH), Dipl.-Bauing. ETH/SIA Karl Baumann, Leiter Kunstbauten, Rhätische Bahn AG, Chur (CH), Dipl.-Bauing. (FH) Andrea Förster, Gruner AG, Basel (CH)

Simplon Tunnel: Measures aimed at enhancing Safety and maintaining a 20 km long, over 100-Year old Railway Tunnel under tricky logistical Conditions

Dipl. Bau-Ing. ETH/SIA Werner Kradolfer, Mitglied der Geschäftsleitung, M.Sc. ETH Bau-Ing. Andreas Zimmermann, Rothpletz, Lienhard + Cie AG, Olten (CH), Dipl. Bau-Ing. ETH/SIA Daniel Kohler, PraderLosinger SA, Zürich (CH)

STUVA Working Group Progress Report 2015 on “Repairing Road Tunnels”

Dipl.-Ing. Manfred Eder, Geschäftsführer, IL – Ingenieurbüro Laabmayr & Partner ZT GesmbH, Salzburg (A), Prof. Dr.-Ing. Frank Heimbecher, Fachhochschule Münster, Institut für unterirdisches Bauen, Münster (D), Dipl.-Ing. ETH/SIA Franz Koch, Bundesamt für Strassen – ASTRA, Zofingen (CH), Prof. Dr.-Ing. Alfred Haack, STUVA e. V., Köln (D)

Converting the Urban Transit Facility under Dortmund Central Station – Engineering Redevelopment given extreme general Conditions: Trenchless Building Methods with Pipe Umbrella and Jet Grouting Zones

Dr.-Ing. Holger Meseck, Projektleiter, Wayss & Freytag Ingenieurbau AG, Düsseldorf (D), Dipl.-Ing. Sylvia Uehlendahl, Amtsleiterin, Tiefbauamt, Dortmund (D), Dipl.-Ing. Kai Eglinger, Wayss & Freytag Ingenieurbau AG, Düsseldorf (D), Dipl.-Ing. Carsten Peter, Gesellschafter, IMM Maidl & Maidl GmbH & Co. KG, Bochum (D)

Underground Construction in Dortmund

Mechanical Engineering, Construction Site Logistics, Executing Construction and Safety Technology for driving small parallel Tunnels (DN 2600) with a Shield

Dipl.-Ing. Reinhard Ketteler, EmscherGenossenschaft, Essen (D), Dipl.-Ing. Arthur Göbl, Porr Bau GmbH, Wien (A)

Pumpwerk Oberhausen: Besonderheiten beim Bau und bei der messtechnischen Überwachung der größten kreisrunden Schlitzwandbaugrube für den Abwasserkanal Emscher

Dipl.-Geol. Markus Kühnel, Emscher-genossenschaft, Essen (D), Prof. Dr.-Ing. Dietmar Placzek, Dipl.-Ing. Lars König, ELE Beratende Ingenieure GmbH, Essen (D)

Entwicklung von Qualitätsanforderungen für Stahlbeton bei Rohren, Tübbings und Ortbetonbauwerken: Entscheidungsmatrix, Korrosionsschutz, zusätzliche Schutzmaßnahmen und Qualitätsmanagement

Dipl.-Ing. Gerd Martini, Emscher-genossenschaft/Lippeverband, Essen (D), Univ.-Prof. Dr.-Ing. Rolf Breitenbücher, Lehrstuhl für Baustofftechnik, Ruhr-Universität Bochum, Bochum (D), Dipl.-Ing. Josef Schauerte, Emscher-genossenschaft/Lippeverband, Essen (D)

Abwasserkanal Emscher: Erfahrungen aus Planung und Bau von 50 km Rohrvortrieb – Maximale Vortriebslängen, Paralleleinsatz, Überschnitt und Schmierung, Online-Vortriebsüberwachung

Dipl.-Ing. Björn Bauckhage, Emscher-genossenschaft/Lippeverband, Essen (D), Dipl.-Ing. Christian Strasser, Wayss & Freytag Ingenieurbau AG, Herne (D)

Vorträge Tunnelbetrieb

Persönliche Sicherheit

Selbstrettung der Verkehrsteilnehmer: Menschliches Verhalten in Wechselwirkung mit der Tunnelausstattung

Dipl.-Wirt.-Ing. Anne Lehan, Bundesanstalt für Straßenwesen – BASt, Bergisch Gladbach (D), Prof. Dr. Andreas Mühlberger, Dipl.-Psych. Phillip Gast, Universität Regensburg (D), Prof. Dr. Paul Pauli, Lehrstuhl für Psychologie, Universität Würzburg (D)

Abbildung von menschlichem Verhalten in Gefahrensituationen mittels mikroskopischer Flucht- und Evakuierungssimulation zur Anwendung für Sicherheitskonzepte in Tunneln

Dr.-Ing. Georg Mayer, PTV Transport Consult GmbH, Stuttgart (D), Prof. Dr. Paul Pauli, Lehrstuhl für Psychologie, Universität Würzburg (D), Prof. Dr. Andreas Mühlberger, Lehrstuhl für Klinische Psychologie und Psychotherapie, Universität Regensburg (D), Dipl.-Ing. Ulrich Bergerhausen, Bundesanstalt für Straßenwesen – BASt, Bergisch Gladbach (D)

Automatisierte Verkehrssteuerung und -information aus den Betriebsmeldungen – Dargestellt am Beispiel der Straßentunnel in Düsseldorf

Dipl.-Ing. Patric Stieler, Dr.-Ing. Timo Finke, Amt für Verkehrsmanagement der Landeshauptstadt, Düsseldorf (D)

Oberhausen Pumping Station: Special Aspects during the Building and metrological Monitoring of the biggest circular Diaphragm Wall Construction Trench for the Emscher Interceptor

Dipl.-Geol. Markus Kühnel, Emscher-genossenschaft, Essen (D), Prof. Dr.-Ing. Dietmar Placzek, Dipl.-Ing. Lars König, ELE Beratende Ingenieure GmbH, Essen (D)

Developing Quality Requirements for reinforced Concrete for Pipes, Segments and in Situ Concrete Structures: Decision Matrix, Corrosion Protection, additional protective Measures and Quality Management

Dipl.-Ing. Gerd Martini, Emscher-genossenschaft/Lippeverband, Essen (D) Univ.-Prof. Dr.-Ing. Rolf Breitenbücher, Lehrstuhl für Baustofftechnik, Ruhr-Universität Bochum (D), Dipl.-Ing. Josef Schauerte, Emscher-genossenschaft/Lippeverband, Essen (D)

Emscher Interceptor: Findings from Planning and Building – Pipe Jacking over 50 km – maximal Driving Lengths, parallel Application, Overcut and Lubrication, Online Monitoring of Drive

Dipl.-Ing. Björn Bauckhage, Emscher-genossenschaft/Lippeverband, Essen (D), Dipl.-Ing. Christian Strasser, Wayss & Freytag Ingenieurbau AG, Herne (D)

Lectures Tunnel Operation

Personal Security

Self-Evacuation of Road Users: Human Behaviour interacting with the Tunnel Furnishings

Dipl.-Wirt.-Ing. Anne Lehan, Bundesanstalt für Straßenwesen – BASt, Bergisch Gladbach (D), Prof. Dr. Andreas Mühlberger, Lehrstuhl für klinische Psychologie und Psychotherapie, Dipl.-Psych. Phillip Gast, Universität Regensburg (D), Prof. Dr. Paul Pauli, Lehrstuhl für Psychologie, Universität Würzburg (D)

Portraying Human Behaviour in hazardous Situations by means of microscopic Escape and Evacuation Simulation for Application in Tunnel Safety Concepts

Dr.-Ing. Georg Mayer, PTV Transport Consult GmbH, Stuttgart (D), Prof. Dr. Paul Pauli, Lehrstuhl für Psychologie, Universität Würzburg (D), Prof. Dr. Andreas Mühlberger, Lehrstuhl für Klinische Psychologie und Psychotherapie, Universität Regensburg (D), Dipl.-Ing. Ulrich Bergerhausen, Bundesanstalt für Straßenwesen – BASt, Bergisch Gladbach (D)

Automated Traffic Control and Information from Operating Data exemplified by the Road Tunnels in Düsseldorf

Dipl.-Ing. Patric Stieler, Dr.-Ing. Timo Finke, Amt für Verkehrsmanagement der Landeshauptstadt, Düsseldorf (D)

Maßnahmen zur Steigerung der persönlichen Sicherheit in unterirdischen Haltestellen: Gewonnene Erfahrungen und Zukunftsperspektiven

Dipl.-Ing. Frank Leismann, Dr.-Ing. Christian Thienert, STUVA e.V., Köln (D), Dr.-Ing. Christian Homagk, Verkehrsbetriebe Karlsruhe GmbH, Karlsruhe (D)

Tunnel-Management und Einsatzleitung: Wechselwirkungen, Gefahrenabwehrplan, Erfahrungen aus realen Ereignissen

Gary English, Assistant Fire Marshal, City of Seattle Fire Department, Seattle (USA)

Optimierte Tunnelbrandbekämpfung durch Feuerwehren: Parameter, taktische Grundsätze, Techniken, Kooperationen, Schlussfolgerungen

M.Sc. Christian Brauner, Leiter Entwicklung, International Fire Academy, Balsthal (CH)

Sanierung und Instandhaltung

Lüftungsumbau unter Betrieb: Maßnahmen und Gewährleistung der Sicherheit im Belchentunnel

Dipl.-Ing. Robert Strukely, Dipl.-Bauing. ETH Flavio Modetta, Leiter Geschäftsbereich Bauwerkserhaltung, Amberg Engineering AG, Regensdorf-Watt (CH)

Erfahrungen und Erkenntnisse aus der Instandhaltung und der Störungsbewältigung aus fast 10 Jahren Betrieb des Lötschberg-Basistunnels

Daniel Suter, BLS Netz AG, Leiter Mechanik, Logistik & Werkstätten, Frutigen (CH), Dipl.-Physiker Christoph Rudin, Mitglied der Geschäftsleitung, HBI Haerter AG, Bern (CH), Peter Luginbühl, BLS Netz AG, Frutigen (CH)

Neue Anforderungen an die Barrierefreiheit im ÖPNV: Auswirkungen auf Haltestellen und Betrieb in Tunneln

Dr.-Ing. Dirk Boenke, Dipl.-Ing. Antonio Piazzolla, STUVA e.V., Köln (D)

Instandhaltung, Wartung sowie laufende Überwachung sicherheitsrelevanter Einrichtungen beim Stadtbahnbetrieb im Tunnel: Das Beispiel SSB

Dipl.-Ing. Wolfgang Arnold, Mitglied des Vorstands, Dipl.-Ing. Winfried Reichle, Stuttgarter Straßenbahnen AG, Stuttgart (D)

Measures to Increase personal Safety in underground Stations: Available Findings and Future Perspectives

Dipl.-Ing. Frank Leismann, Dr.-Ing. Christian Thienert, STUVA e.V., Köln (D), Dr.-Ing. Christian Homagk, Verkehrsbetriebe Karlsruhe GmbH, Karlsruhe (D)

Tunnel Management and Incident Command: Interrelationships, Predetermined Emergency Responses, Lessons learned from actual Incidents

Gary English, Assistant Fire Marshal, City of Seattle Fire Department, Seattle (USA)

Optimized Tunnel Fire-Fighting by Fire Services: Parameters, tactical Principles; Techniques; Cooperation; Conclusions

M.Sc. Christian Brauner, Leiter Entwicklung, International Fire Academy, Balsthal (CH)

Redevelopment and Maintenance

Converting Ventilation with ongoing Traffic: Measures and safeguarding Safety in the Belchen Tunnel

Dipl.-Ing. Robert Strukely, Dipl.-Bauing. ETH Flavio Modetta, Leiter Geschäftsbereich Bauwerkserhaltung, Amberg Engineering AG, Regensdorf-Watt (CH)

Findings and Recognitions from Servicing and Overcoming Disturbances during almost 10 Years of Operation in the Lötschberg Base Tunnel

Daniel Suter, BLS Netz AG, Leiter Mechanik, Logistik & Werkstätten, Frutigen (CH), Dipl.-Physiker Christoph Rudin, Mitglied der Geschäftsleitung, HBI Haerter AG, Bern (CH), Peter Luginbühl, BLS Netz AG, Frutigen (CH)

New Demands on Accessibility in Commuter Transport: Effects on Stations and Operation in Tunnels

Dr.-Ing. Dirk Boenke, Dipl.-Ing. Antonio Piazzolla, STUVA e.V., Köln (D)

Repair, Maintenance and ongoing Monitoring of Safety Equipment for Urban Transit Operations in Tunnels: exemplified by the SSB

Dipl.-Ing. Wolfgang Arnold, Mitglied des Vorstands Dipl.-Ing., Winfried Reichle, Stuttgarter Straßenbahnen AG, Stuttgart (D)

Brandschutz und Lüftung

Die Implementierung von automatischen Brandbekämpfungsanlagen in bestehende Straßentunnel und deren Einfluss auf die Personensicherheit

Dipl.-Ing. Bernhard Kohl, Niederlassungsleiter, ILF Consulting Engineers Austria GmbH, Linz (A), Dr.-Ing. Roland Leucker, Geschäftsführer, STUVA e. V., Köln (D), Dipl.-Ing. Christof Sistenich, Bundesanstalt für Straßenwesen – BASt, Bergisch Gladbach (D)

Einsatz eines Wassernebelsystems für kritische Steuersysteme beim Personenschutz: Das Beispiel Dartford Crossing

Armin Feltmann, FOGTEC Brandschutz GmbH & Co. KG, Köln (D), Simon Burras, Applied Industrial Systems, London (GB), Dirk Sprakel, Geschäftsführer, FOGTEC Brandschutz GmbH & Co. KG, Köln (D), Max Lakkonen, Geschäftsführer, IFAB GmbH, Berlin (D)

Optimierung der Brandfall-Steuerung der Straßen-Tunnellüftung und höhere Bediensicherheit durch Entwicklung eines Tunnelsimulators mit Prüfprogramm

Dr. sc. techn. Matthias Wehner, Geschäftsführer Dr. rer. nat. Evangelos Krokos, HBI Haerter GmbH, Heidenheim (D)

Strömungsmechanische Untersuchungen zur Optimierung von Längslüftungssystemen in Straßentunneln anhand eines Modelltunnels: Untersuchungsmethodik; Ergebnisse; numerische Simulationen; Wirtschaftlichkeit

Dipl.-Ing. Andreas Klein, Institut für Straßenwesen, Dr.-Ing. Wilhelm Jessen, Aerodynamisches Institut, RWTH Aachen (D)

Moderner Brandschutz in unterirdischen Haltestellen – dargestellt an praktischen Ausführungsbeispielen der Nord-Süd Stadtbahn Köln und der Kombilösung Karlsruhe

Dr.-Ing. Roland Leucker, Geschäftsführer, STUVA e. V., Köln (D), Dipl.-Ing. Klaus Berg, Brandschutzbeauftragter, Kölner Verkehrs-Betriebe AG, Köln (D), Dipl.-Ing. Jürgen Blank, KASIG – Karlsruher Schieneninfrastruktur-Gesellschaft mbH, Karlsruhe (D), Dipl.-Ing. Daniel Hahne, STUVAtec GmbH, Köln (D)

Schlusswort

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Ziegler, Vorsitzender des Vorstandes STUVA e. V., Köln

Donnerstag, 03.12.2015

Fachbesichtigungen im Projekt Emscher-Umbau

- Emscher-Umbau in Castrop-Rauxel
- Emscher-Umbau in Bottrop

Fire Protection and Ventilation

Implementing automatic Fire-Fighting Systems in existing Road Tunnels and their Influence on personal Safety

Dipl.-Ing. Bernhard Kohl, Niederlassungsleiter, ILF Consulting Engineers Austria GmbH, Linz (A), Dr.-Ing. Roland Leucker, Geschäftsführer, STUVA e. V., Köln (D), Dipl.-Ing. Christof Sistenich, Bundesanstalt für Straßenwesen – BASt, Bergisch Gladbach (D)

Integration of a Water Mist System for the critical Life Safety Control Systems: The Example Dartford Crossing

Armin Feltmann, FOGTEC Brandschutz GmbH & Co. KG, Köln (D), Simon Burras, Applied Industrial Systems, London (GB), Dirk Sprakel, Geschäftsführer, FOGTEC Brandschutz GmbH & Co. KG, Max Lakkonen, Geschäftsführer, IFAB GmbH, Berlin (D)

Optimizing Road Tunnel Ventilation Control Systems in the Event of Fire and greater Operating Safety by developing a Tunnel Simulator with Test Programme

Dr. sc. techn. Matthias Wehner, Geschäftsführer, Dr. rer. nat. Evangelos Krokos, HBI Haerter GmbH, Heidenheim (D)

Fluid mechanical Investigations to optimize longitudinal Ventilation Systems in Road Tunnels based on a Model Tunnel: Investigation Approach; Results; numerical Simulations; Economy

Dipl.-Ing. Andreas Klein, Institut für Straßenwesen, Dr.-Ing. Wilhelm Jessen, Aerodynamisches Institut RWTH, Aachen (D)

Modern Fire Protection in underground Stations – exemplified by the practical Examples of the Cologne North-South light urban Railway and the Karlsruhe combined Solution

Dr.-Ing. Roland Leucker, Geschäftsführer, STUVA e. V., Köln (D), Dipl.-Ing. Klaus Berg, Brandschutzbeauftragter, Kölner Verkehrs-Betriebe AG, Köln (D), Dipl.-Ing. Jürgen Blank, KASIG – Karlsruher Schieneninfrastruktur-Gesellschaft mbH, Karlsruhe (D), Dipl.-Ing. Daniel Hahne, STUVAtec GmbH, Köln (D)

Closing Remarks

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Ziegler, Vorsitzender des Vorstandes STUVA e. V., Köln

Thursday, 03.12.2015

Technical visits to the Emscher River redevelopment project

- The Emscher River redevelopment project at Castrop-Rauxel
- The Emscher River redevelopment project at Bottrop

Baustellen im Raum Dortmund und Umgebung

- Umbau der Stadtbahnhaltestelle unter dem Dortmunder Hauptbahnhof
- Neubau der Lennetalbrücke A45
- Stadtbahnlinien vor Inbetriebnahme

Industrie und Bergbau in Dortmund und Umgebung

- Werksbesichtigung Thyssen Krupp
- Zeche Zollverein
- Hauernschicht
- Bergbaumuseum Bochum
- Leitzentrale und Betriebshof DSW 21
- Straßentunnelleitzentrale Hamm

Construction Sites in the Dortmund Area

- Upgrading the Urban Rail Transit Stop below Dortmund Central Station
- New Lennetal Bridge A45
- Urban rail lines prior to commissioning

Industry and Mining in Dortmund and its Environs

- Visit to the Thyssen Krupp Plant
- Zollverein Mine
- A shift as a miner
- Bochum Mining Museum
- DSW 21 control centre and depot
- Hamm Road Tunnel Control Centre

Seminar, 6. + 7. Oktober 2015

Lärmschutz im Schienenverkehr

Unter dem Gesichtspunkt „Schienenbonus ade – welche Auswirkungen hat dies auf die Lärmvorsorge?“ leitet Dr.-Ing. Friedrich Krüger, STUVA e. V., ein Seminar zum Thema „Lärmschutz im Schienenverkehr“. Das Seminar findet am 6. und 7. Oktober 2015 in Ostfildern-Nellingen statt; Veranstalter ist die Technische Akademie Esslingen.

Als unverzichtbarer Bestandteil der Verkehrsinfrastruktur kommt Schienenbahnen insbesondere in Ballungsgebieten eine herausragende Bedeutung für die Bewältigung hoher Verkehrsaufkommen zu. Für städtische Bahnen ist eine hohe Leistungsfähigkeit und Attraktivität nur gewährleistet, wenn sie auf Trassen geführt werden, die von Beeinträchtigungen durch den übrigen Verkehr freigehalten werden und die nicht allzu weit von den Wohn- und Arbeitsstätten entfernt liegen. Zum Schutz der Bevölkerung sind in steigendem Umfang Maßnahmen zur Minderung der Luftschallemissionen aus dem Bahnverkehr notwendig. Geringe Schallemissionen fördern die Verwirklichung neuer Bahntrassen und tragen somit zur Minderung der Umweltbelastung bei. Das Seminar behandelt den Gesamtkomplex der Entstehung, Ausbreitung und Minderung sowie Messung und Bewertung von Luftschall bei Schienenbahnen. Es werden konkrete Möglichkeiten zur Untersuchung und Lösung von Schallproblemen im gesamten Schienenverkehr aufgezeigt. Ein wesentlicher Punkt ist die Darstellung des Entwurfs einer neuen Verkehrslärmschutzrichtlinie aus dem Jahr 2013 (Richtlinie „Schall 03“ aus dem Jahr 2012). Zum Teilnehmerkreis des Seminars „Lärmschutz im Schienenverkehr“ zählen Mitarbeiter in Unternehmen des ÖPNV, der DB AG, in Behörden, in Beratungsunternehmen, Forschungseinrichtungen, Firmen und Kanzleien. Weitere Informationen finden Sie online auf www.tae.de



Seminar, October 6 + 7, 2015

Noise Protection in Rail Traffic

Captioned "Goodbye Rail Bonus – Which Effects does it exert on Noise Precaution?", Dr.-Ing. Friedrich Krüger, STUVA Inc., is to chair a seminar on "Noise Protection in Rail Traffic". The seminar is scheduled to take place on Oct. 6 + 7, 2015, in Ostfildern-Nellingen; it is being organized by the Esslingen Technical Academy.

Railways as an essential element of the transport infrastructure represent a must for tackling high traffic volumes particularly in built-up areas. Urban transit systems can only be effective and attractive providing they run on rails, which are kept free of impediments imposed by other forms of transport and which are not located too far away from residential quarters and places of work. In order to protect the population, measures devised to reduce air-borne emissions caused by rail traffic are needed to an ever growing extent. The creation of new rail routes encourages low noise emissions and contributes towards diminishing the environmental impact. The seminar deals with the total complex of the creation, distribution and reduction as well as measuring and evaluating air-borne noise caused by rail traffic. Concrete possibilities for investigating and solving noise issues on the rail transportation sector are provided. An important aspect is the presentation of the draft of a new traffic noise prevention guideline from 2013 (Guideline "Noise 03" dating from 2012). Those taking part in the "Noise Protection in Rail Traffic" seminar include members of public transportation companies, the DB AG, authorities, consultants, research institutes, companies and legal offices. Further details are available online by accessing www.tae.de

**Mago -Tunnelbau-
Dämmplatten**
 Lastverteilungsplatten
 für den Tunnelbau


In folgenden Objekten erfolgreich eingesetzt:

Katzenberg-Tunnel, Efringen-Kirchen,
City-Tunnel, Leipzig
Finne-Tunnel, Weimar
Kaiser-Wilhelm-Tunnel, Cochem
U-Bahn-Linie 4, Hamburg
Brenner-Zulaufstrecke Nord
Sluiskil-Tunnel, Terneuzen (NL)
Stadtbahn-Tunnel, Karlsruhe
Boßlertunnel, Wendlingen-Ulm
Koralmtunnel KA T3, Steiermark

Fordern Sie Prüfzertifikate und Zeugnisse an:
www.holz-michael.de/info@holz-michael.de
Telefon: (+49) 0441/88591-98 Fax: -99



KANAL GIPFEL



KANALGIPFEL 2015

30.09. - 01.10.2015

Schloss Berge, Gelsenkirchen

Ort der Veranstaltung

Schloss Berge
Adenauerallee 103
45894 Gelsenkirchen
www.schloss-berge.de

Infos und Anmeldung

www.kanalgipfel.de



Der Kanalgipfel ist der Fachkongress für Wertermittlung und Werterhalt von Entwässerungssystemen.

Kongress-Schwerpunkte

- die fundierte technische und wirtschaftliche Bewertung langlebiger Entwässerungsanlagen
- eine detaillierte und konsistente Wertermittlung von Entwässerungssystemen sowie Strategien zu deren Werterhalt
- Erfassung und Bewertung des aktuellen Kanalvermögens
- Planungsinstrumente zur Prognose der Entwicklung und nachhaltigen Steuerung des Kanalvermögens
- Effiziente Gestaltung aktueller und zukünftiger Investitionen in die Instandhaltung von Entwässerungsanlagen

www.kanalgipfel.de



THIS
Das Fachmagazin für erfolgreiches Bauen

STEIN & PARTNER



GERMANY

DIE KANALFLÜSTERER

Ehrung

Tiefbaurechtspreis 2015 des CBTR für Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Ziegler



CBTR-Vizepräsident Josef Grauvogl (links) überreichte Ende Juni in Wien den Tiefbaurechtspreis 2015 an den Vorstandsvorsitzenden der STUVA, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Ziegler

CBTR vice-president Josef Grauvogl handed over the foundation engineering law prize 2015 at the end of June to the STUVA board chairman, Univ.-Prof. Martin Ziegler

Im Rahmen der Tagung des Centrums für Deutsches und Internationales Tiefbaurecht e. V. (CBTR) in Wien wurde Ende Juni der Tiefbaurechtspreis vergeben. Preisträger 2015 ist Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Ziegler, Inhaber des Lehrstuhls für Geotechnik an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule in Aachen und Vorstandsvorsitzender der STUVA. Josef Grauvogl, Vizepräsident des CBTR, überreichte den Preis in Anerkennung für Martin Ziegler's hervorragendes geotechnisches Wirken, insbesondere unter Berücksichtigung des Baugrund- und Tiefbaurechts.

Der Tiefbaurechtspreis wird alle zwei Jahre sowohl an einen Juristen als auch an einen Ingenieur vergeben. Unter den bisherigen Preisträgern finden sich so bekannte Persönlichkeiten wie Professor Klaus Englert und Professor Klaus D. Kapellmann auf der juristischen Seite sowie Dr. Karlheinz Bauer und Professor Victor Rizkallah auf der Ingenieurseite.

Das CBTR wurde 2001 als gemeinsame Plattform für Ingenieure und Juristen gegründet, aus der Einsicht, dass die aus dem nur begrenzt einsehbaren Bereich des Baugrundes resultierenden Schwierigkeiten nur durch das Miteinander von Juristen und Ingenieuren und nicht gegeneinander gelöst werden können. Entsprechend führte Professor Ziegler in seiner Dankesrede aus, dass er symbolisch die ihm gemeinsam mit dem Preis überreichte bronzene Asparagus-Schaufel dazu verwenden möchte, aufgerissene Gräben zwischen Auftraggebern und Auftragnehmern sowie zwischen Juristen und Ingenieuren wieder zuzuschütten. 

Award

CBTR Foundation Engineering Law Prize for Univ.-Prof. Martin Ziegler

Within the framework of the Centre for German and International Foundation Engineering Law Inc. (CBTR) conference in Vienna, the foundation engineering law prize was presented at the end of June. The 2015 prizewinner is Univ.-Prof. Martin Ziegler, the incumbent of the chair for geotechnics at the Rhenish-Westphalian Technical University in Aachen and chairman of the STUVA board. Josef Grauvogl, vice-president of the CBTR, handed over the prize in recognition of Martin Ziegler's outstanding geotechnical achievements, especially with regard to building ground and foundation engineering law. The foundation engineering law prize is awarded every two years to a jurist as well as to an engineer. Past winners include well-known personalities such as Prof. Klaus Englert and Prof. Klaus D. Kapellmann among the legal profession as well as Dr. Karlheinz Bauer and Prof. Victor Rizkallah among the engineers.

The CBTR was established in 2001 as a joint platform for engineers and lawyers, reflecting the view that difficulties resulting from the confines of the building ground sector could only be solved by jurists and engineers collaborating with each other rather than being on opposite sides of the fence. In keeping with this philosophy, in his acceptance speech, Prof. Accompanying the prize, Ziegler was handed the bronze asparagus shovel – promising to make good use of this symbolic tool by seeking to fill in open rifts between clients and contractors as well as between lawyers and engineers with it. 

ELA Container GmbH, Zeppelinstraße 19 – 21, 49733 Haren (Ems)
Tel +49 5932/506-0 Fax +49 5932/506-10
info@container.de www.container.de



ela[container]

Versuchsstollen Hagerbach

Spritzbeton: Frühfestigkeit und Festigkeitsentwicklungen

Spritzbeton hat sich dank intensiver Entwicklungen bei den Ausgangsstoffen und Verarbeitungsgeräten sowie bei der Ausbildung von Ausführungspersonal von einem Bauhilfsmittel zu einem leistungsfähigen Baustoff entwickelt. Eine Hauptanwendung findet Spritzbeton im Tunnelbau und bewährt sich zum Beispiel auch bei Böschungs- und Hangsicherungen.

Das Seminar „Spritzbeton – Welche Früh- /Festigkeitsentwicklungen sind erreichbar und erforderlich?“ fand Ende März 2015 im Versuchsstollen Hagerbach in Flums Hochwiese (Schweiz) statt. Die Leitung des Seminars oblag Dipl.-Ing. Volker Wetzig. Neben Vorträgen über die Grundlagen für die Dimensionierung und weiteren tiefergehenden Ausführungen zum Thema wurden praktische Demonstrationen im Bereich Spritzbetonherstellung, -verarbeitung und -prüfung durchgeführt.

Der Einsatz von Beschleunigern ist ein unverzichtbarer Bestandteil der Spritzbetonanwendungen geworden. Dabei kommen der Frühfestigkeit und der Festigkeitsentwicklung – je nach Anforderung – für das Tragsystem aus Spritzbeton und Armierung unterschiedliche Bedeutungen zu. Im Seminar wurde die Bedeutung der Frühfestigkeit für Spritzbeton als Sofortsicherung in Verbindung mit anderen Sicherungsmitteln (Felsanker, Netze und Stahleinbau) verdeutlicht. Ebenfalls erläutert wurden die Anforderungen an die Frühfestigkeit und deren Prüfung.

Hagerbach Test Gallery

Shotcrete: early Strength and Strength Development

Shotcrete has developed from an auxiliary building agent to an efficient construction material. This is due to intensive development of the starting materials and processing equipment as well training of the required staff (nozzle operator license). Shotcrete finds one of its main applications in tunnelling. It also proves itself as a universal construction material elsewhere such as for example to secure embankments and slopes.

The seminar „Shotcrete – Which Early Strength/Strength Developments can be attained and are required?“, a combination of seminar and practical applications, took place at the end of March 2015 at the Hagerbach Test Gallery in Flums Hochwiese (Switzerland), headed by Dipl.-Ing. Volker Wetzig. Apart from lectures on principles for dimensioning and further more advanced approaches to the topic, practical demonstrations in the field of producing, processing and testing shotcrete were provided.

The usage of accelerators represents an essential element of applying shotcrete. In this connection the early strength and strength development are of varying importance for the bearing system constituting shotcrete and reinforcement. At the seminar the significance of the early strength as immediate support in conjunction with other supporting agents (rock anchors, netting and structural steel) was made clear. In addition, demands on the early strength and how it is tested were explained.



Quelle/credit: Versuchsstollen Hagerbach AG

Erläuterungen zur Nassspritzeinrichtung beim Spritzbetondeminar 2015 im Versuchsstollen Hagerbach

Explanations on applying wet spraying during the 2015 shotcrete seminar at the Hagerbach Test Gallery

Ausführlich wurde auch die Bedeutung der Frühfestigkeitsentwicklung von Spritzbeton für die Arbeitssicherheit behandelt (Themen: Ursachen von Spritzbetonunfällen, Maßnahmen zu deren Vermeidung, Silikose, Gefährdung durch Wassereintritt, ergonomisches Arbeiten). Anschließend folgten Ausführungen über Einflussfaktoren auf die Frühfestigkeitsentwicklung mit Einzelheiten über die Zusammensetzung (Wassergehalt, Sieblinie der Zuschläge, Zement und Zusatzstoffe, Frischbetoneigenschaften), Temperatur (Beton, Beschleuniger, Fels/Luft) und Applikationstechnik (Luftmenge/-druck, Düsenabstand und -winkel, Nachbehandlung).

Nach Informationen über die Festigkeitsentwicklung bei Trockenbaustoffen (Einflussgrößen des Liefergemisches, Beschleunigermenge und Abbindeverhalten, Wassermenge und Nachbehandlung) wurden Hinweise für Ausschreibungen und Nachweise von Frühfestigkeitseigenschaften von Spritzbeton gebracht sowie über Spritzbetonanwendungen auf gefrorenem Untergrund mit Ausführungsbeispielen in Österreich und der Schweiz (Limmatunterquerung) berichtet.

Die praktischen Demonstrationen zur Anwendung beinhalteten die Applikation von Trockenbaustoffen und Spritzbeton bei Nässe sowie die Prüfung der Frühfestigkeiten. Abschließend wurde über Praxiserfahrungen berichtet, etwa beim Bau des 14,3 km langen Solbakk Tunnels zur Fjordquerung in Norwegen.

G. B.



The significance of shotcrete's early strength development for industrial safety was also dealt with at length (topics: causes of shotcrete-related accidents, measures aimed at avoiding them, silicosis, hazards posed by ingressing water, ergonomic work). This was followed by deliberations on factors influencing early strength development with details on composition (water content, grading curve for the aggregates, cement and additives, fresh concrete properties), temperature (concrete, accelerator, rock/air) and application technology (air amount/pressure, nozzle gap and angle, curing).

After details on early strength development for dry construction materials (parameters of influence of the supplied mix, amount of accelerator and setting behaviour, amount of water and curing), pointers were provided for lodging bids and proof of the early strength properties of shotcrete as well as reports on shotcrete applications in frozen subsoil backed up by examples in Austria and Switzerland (Limmat underpass).

The practical demonstrations on applying shotcrete dealt with using dry construction materials and shotcrete in wet conditions as well as the testing of early strengths. Subsequently, reports on practical findings with applying shotcrete were presented, such as during the building of the 14.3 km long Solbakk Tunnel for crossing a fjord in Norway.

G. B.



Österreich

11. Internationale Spritzbetontagung in Alpbach

Mehr als 250 Fachleute aus Forschung und Praxis sowie 55 Aussteller folgten Ende Januar 2015 der Einladung von Prof. Dr. Wolfgang Kusterle von der OTH Regensburg zur 11. Internationalen Spritzbetontagung im Congress Centrum Alpbach /Tirol. 21 Fachvorträge vermittelten Erfahrungen und Forschungsergebnisse. Mitveranstalter der Tagung waren die Hochschule Regensburg, das Institut für interdisziplinäres Bauprozessmanagement der TU Wien, die Ruhr-Universität Bochum, die Universitäten Innsbruck und Leoben, die Österreichische Vereinigung für Beton- und Bautechnik (öbv), Beton Marketing Süd (DBV), die ITA Österreich, die Österreichischen Bundesbahnen (ÖBB) Infrastruktur und die Brenner-Basistunnel-Gesellschaft (BBT SE).

Tunnelbau

Im Themensegment Tunnelbau wurden die Auswirkungen des Spritzbetons auf die Wartungsanfälligkeit des Drainagesystems behandelt. Das Versinterungspotential kann in Österreich als zusätzliche Eigenschaft des Spritzbetons gefordert werden. Die Grundlagen dieser Festlegungen und die Erfahrungen damit sowie die derzeit bestehenden Möglichkeiten der Reduzierung wurden erläutert; demnach ist bei der Herstellung auf geringe

Austria

11th International Shotcrete Conference in Alpbach

More than 250 experts from research and practice as well as 55 exhibitors attended the 11th International Shotcrete Conference in Alpbach/Tyrol in late January 2015 at the invitation of Prof. Wolfgang Kusterle from the OTH Regensburg. 21 papers presented at the Alpbach Congress Centre provided findings and research results. The conference was co-sponsored by the Regensburg Hochschule, the Institute for interdisciplinary Construction Process Management of Vienna Technical University, the Ruhr University Bochum, the universities of Innsbruck and Leoben, the Austrian Society for Construction Technology (öbv), Beton Marketing Süd (DBV), the ITA Austria, the Austrian Federal Railways (ÖBB) Infrastruktur and the Brenner Basistunnel BBT SE.

Tunnelling

The effect of shotcrete on the maintenance requirements of drainage systems was dealt with in the tunnelling segment. In Austria the potential for scale deposits can be assessed as an additional shotcrete characteristic. The principles of these evaluations and the resultant experiences as well as current possibilities afforded in reducing scale deposits were dealt with. Accordingly care must be taken to restrict the leaching factor when producing shotcrete.

Auslaugbarkeit des Spritzbetons zu achten. Die Beiträge über die einschalige Tunnelbauweise befassten sich kritisch mit unterschiedlichen Abdichtungsmöglichkeiten, wie spritzbarer Abdichtung und Folienabdichtung.

Frühfestigkeit des Spritzbetons

Die Bestimmung der Frühfestigkeit des Spritzbetons nach den Frühfestigkeitsklassen J1 bis J3 nach SIA-Norm und deren Prüfung je nach erreichbarer Druckfestigkeit mit Eindringnadelverfahren (0,2–1,2 MPa) oder Treibbolzenverfahren (3–18 MPa) hat sich bewährt. Die zusätzlich vorgestellten Möglichkeiten, die Frühfestigkeitsentwicklung online zerstörungsfrei im Labor zu messen geben Hoffnung, dass die Abstimmung von Erstarrungsbeschleuniger und Bindemittel in Zukunft rascher und einfacher auch im Tunnel möglich sein wird.

Die „Spritzbetonregeln“ zur richtigen Düsenführung, Düsenabstand und Austrittsgeschwindigkeit beruhen auf Erfahrungen und Untersuchungen, die in Spritzbetonständen gemacht wurden; ob diese Erkenntnisse auf die heute im Großtunnelbau eingesetzten Leistungen direkt umzulegen sind, ist nicht bewiesen. Deshalb laufen im Versuchsstollen Hagerbach derzeit Untersuchungen, um diese Zusammenhänge zu hinterfragen.

Betoninstandsetzung

Aggressive Gebirgswässer und Streusalze, Durchfeuchtung und Frost setzen den Tunnelinnenschalen zu. Im Zusammenhang mit der Instandsetzung von Tunnelinnenschalen wurde der Einsatz von in Spritzbeton eingebetteten Anodengittern als Korrosionsschutz; bei gleichzeitig erreichtem Brandschutz; vorgestellt. Weiter wurde über die Erneuerung alter Tunnelbauwerke der DB berichtet, so etwa über den 935 m langen, zweigleisigen Bebenrothtunnel (1875), der im Zuge der Instandsetzung auf eingleisigen Betrieb rückgebaut wurde [2].

Bewehrung

Nur Stabbewehrung mit geringem Durchmesser lässt sich verlässlich einspritzen; über Grenzen bezüglich Durchmesser und Bewehrungsgehalt wurde ausführlich berichtet. Zum Schutz vor Brandbeanspruchungen und zur Vermeidung von Rissen (Biegekrechverhalten) werden dem Spritzbeton Kunststofffasern zugegeben. Näher eingegangen wurde auch auf die Vorteile einer textilen Bewehrung von Spritzmörtel, wie z. B. geringe erforderliche Betondeckung bei gleichzeitig hohem Bewehrungsgrad, was für den Einsatz bei der Betoninstandsetzung und möglicherweise auch im Tunnelbau spricht.

Tagungsbeiträge auf CD

Alle Beiträge der Veranstaltung sind auf einer Tagungs-CD wiedergegeben, die von Prof. Kusterle bezogen werden kann unter spritzbeton@kusterle.net (Preis: 40 Euro). Die nächste Spritzbeton-Tagung in Alpbach ist für Januar 2018 geplant.

G. B.



The reports on monocoque tunnel construction critically examined various waterproofing methods such as sprayable sealing agents and membrane seals.

Early Strength of Shotcrete

Ascertaining the early strength of shotcrete in keeping with early strength classes J1 to J3 according to SIA norm and testing it depending on the compressive strength attained using the penetration needle method (0.2–1.2 MPa) or drive bolt method (3–18 MPa) has proved itself. The other methods presented of measuring the early strength non-destructively online in the lab engender hope that it will also be possible to harmonize accelerators and binders more quickly and straightforwardly in future in tunnels as well.

The “shotcrete rules” relating to correct nozzle guidance, nozzle gap and delivery speed depend on experiences and investigations, obtained from shotcrete test stands. Whether these recognitions can be applied directly to the performances used nowadays in major tunnelling projects, cannot be proved. Consequently, investigations are ongoing in the Hagerbach Test Gallery at present in order to look into these issues.

Repairing Concrete

Aggressive underground water and thawing salt, moisture and frost affect the tunnel inner shell. The application of anode grid embedded in shotcrete as protection against corrosion combined with attaining fire protection at the same time was presented in conjunction with repairing tunnel inner shells. In addition, reports were presented on renewing old DB tunnels, as for example the 935 m long, twin-track Bebenroth Tunnel (1875), which was converted into a single-track structure during a renovation scheme [2].

Reinforcement

Only bar reinforcement with a slender diameter can be sprayed reliably. A great deal of attention was paid to limits regarding the diameter and reinforcement content. Plastic fibres are added to the shotcrete for fire protection and to prevent cracks (flexural creeping behaviour). The advantages of textile reinforcement for sprayed mortars were also discussed. The fact that only a thin layer of concrete is required although a high degree of protection is simultaneously provided by the reinforcement advocates their use for repairing concrete and possibly also for tunnelling.

Conference Papers on CD

All proceedings are available on a conference CD, which can be obtained from Prof. Kusterle by accessing spritzbeton@kusterle.net (price: 40 euros). The next shotcrete conference at Alpbach in Austria is scheduled for January 2018.

G. B.



Literatur/References

- [1] 10. Internat. Fachtagung. Alpbach 2012: Neue Entwicklungen in der Spritzbetontechnologie. Tunnel 5/2012, S. 48–51
- [2] Neuer Bebenrothtunnel: Ortbetoninnenschale mit besonderem Zement. Tunnel 7/2011, S. 11–12

Roads. Bridges. Tunnels

Design, construction and operation of transport infrastructure facilities

Mikhailovsky Manege,
St. Petersburg, Russia
23.–25.09.2015

Contact:
Restec Exhibition Company
Oksana Nikulushkina
Tel./Fax: +7 812 303 88 66
transcon@restec.ru
en.mostdor.com

**11. Hans Lorenz
Symposium für
Baugruddynamik
& Spezialtiefbau**

Technische Universität Berlin
(Campus Humboldthain),
Deutschland
24.09.2015

Leitung:
Univ.-Prof. Dr.-Ing. S.A. Savidis,
Fachgebiet Grundbau und
Bodenmechanik – Degebo
Kontakt:
Fabian Remspecher, M. Eng.
Tel.: +49 30 314-72345/-72341
www.grundbau.tu-berlin.de/
symposium

**Eurock 2015 und
64. Geomechanik
Kolloquium**

Kongresshaus, Salzburg,
Austria
07.–10.10.2015
Kontakt/Contact:
Österreichische Gesellschaft
für Geomechanik
Tel.: +43 662/87 55 19
Fax: +43 662/88 67 48
info@Eurock2015.com
www.Eurock2015.com

**Convention
Expotunnel Milano**

Museo Nazionale della Scienza e della Tecnologia "Leonardo da Vinci", Milan, Italy
08.–09.10.2015
Contact:
Conference Service srl
Tel.: +39 051/42983-11
Fax: +39 051/42983-12
info@expotunnel.it
www.expotunnel.it

**Shotcrete for Under-
ground Support XII**

New Developments in Rock Engineering, TBM tunnelling, Deep Excavation and Underground Space Technology
11.–13.10.2015
Grand Copthorne Waterfront Hotel, Singapore, China
Kontakt/Contact:
Engineering Conferences International
Tel.: +1 212/514-6760
Fax: +1 212/514-6030
info@engconfintl.org
www.engconf.org

**11th Iranian and 2nd
Regional Tunnelling
Conference**

Olympic Hotel, Tehran, Iran
02.–05.11.2015
Contact: IRTA – Iranian Tunnelling Association
Tel.: +98 21/88 63 04 95
Fax: +98 21/88 00 87 54
info@itc2015.ir
www.itc2015.ir

**Tunnels and
Underground
Construction 2015**

Holiday Inn Hotel, Žilina, Slovak Republic
11.–13.11.2015
Slovak Tunnelling Association
tps2015@guarant.sk
www.tps2015.sk

**ITA Tunnelling
Awards 2015**

Versuchsstollen Hagerbach/
Hagerbach Test Gallery, Flums
Hochwiese, Switzerland
19.11.2015
Contact: ITA-AITES Secrétariat
Tel.: +41 21 693 23 10
awards@ita-aites.org
awards.ita-aites.org

34. Baugrundtagung

mit Fachausstellung Geotechnik
Stadthalle Bielefeld,
Deutschland
14.–17.9.2016
Call for Abstracts
bis 20.11.2015
i.piechottka@dggt.de
www.baugrundtagung.com

**3rd Arabian Tunnelling
Conference & Exhibition**

Dubai, United Arab Emirates
23.–25.11.2015
Contact: MCI Middle East
Tel.: +971 4 311 6300
Fax: +971 4 311 6301
atc@mci-group.com
www.atcita.com

**STUVA-Tagung 2015/
STUVA Conference 2015**

Westfalenhallen Dortmund,
Germany
01.–03.12.2015
Kontakt/Contact:
Tel.: +49 221/59795-0
info@stuva.de
www.stuva-conference.com

**2. Fachmesse bui –
Brünig Untertag
Innovation**

Brünig Park Lungern, Schweiz
04.–05.02.2016
Tel.: +41 41/679 77-99
Fax: +41 41/679 77-75
bui@bruenigpark.ch
www.bui-expo.ch

**23. Darmstädter Geo-
technik-Kolloquium/
23rd Conference on Geo-
technics in Darmstadt**

mit Fachausstellung
Technische Universität
Darmstadt, Germany
10.03.2016
Kontakt/Contact:
Tel.: +49 6151/16 22 49
Fax: +49 6151/16 66 83
fischer@geotechnik.tu-
darmstadt.de
www.geotechnik.tu-
darmstadt.de

**7th International
Symposium on
Tunnel Safety and
Security 2016**

Montreal Marriott Chateau
Champlain, Montreal, Canada
16.–18.03.2016
Contact: AQTr
Josiane Lamarre
Tel.: +1 514/523 6444-326
logistique@AQTr.qc.ca
www.istss.se/en

Bauma 2016

*31st Trade Fair for Construction,
Building Material and Mining
Machines and Construction
Vehicles and Equipment*
Messe München/Munich,
Germany
11.–17.04.2016
Contact:
Aussteller/Exhibitors
Tel.: +49 89 949-20267
Fax: +49 89 949-20269
exhibiting@bauma.de
Besucher/Visitors
Tel.: +49 89 949-11348
Fax: +49 89 949-11349
info@bauma.de
www.bauma.de

Inserentenverzeichnis / Advertising list

Advertisers	Internet	Page
A.S.T. Bochum GmbH, Bochum/D	www.astbochum.de	34
bui Brüning Untertag Innovation, Lungern/CH	www.bui-expo.ch	43
CREG TBM Germany GmbH, Erkelenz/D	www.creg-germany.com	U4
DB International GmbH, Berlin/D	www.db-international.de	05
EAB Elektroanlagenbau, Reinhausen/D	www.eabreinhausen.de	07
ELA GmbH, Haren/D	www.ela-container.de	59
EUROCK15, 64. Geomechanik Kolloquium, Salzburg/A	www.eurock2015.com	33

Advertisers	Internet	Page
Heinrich Vorndamme oHG, Horn-Bad Meinberg/D	www.isotemp.de	41
InnoTrans, Berlin/D	www.innotrans.de	37
Maschinen- und Stahlbau Dresden AG, Dresden/D	www.msd-dresden.de	29
Michael GmbH, Oldenburg/D	www.holz-michael.de	57
Relux Informatik AG, Münchenstein/CH	www.relux.com	39
TechnoBochum, Bochum/D	www.techno-bochum.de	43
The Robbins Company, Kent/USA	www.TheRobbinsCompany.com	U2

bau | | verlag

We give ideas room to develop

www.bauverlag.de

tunnel 34. Jahrgang / 34th 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:
Ursula Landwehr
Phone: +49 5241 80-1943
E-Mail: ursula.landwehr@bauverlag.de
Gaby Porten
Phone: +49 5241 80-2162
E-Mail: gaby.porten@bauverlag.de

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

Anzeigenleiter / Advertisement Manager:
Erdal Top
Phone: +49 5241 80-2179
E-Mail: erdal.top@bauverlag.de
(verantwortlich für den Anzeigenteil/
responsible for advertisement)
Rita Srowig
Phone: +49 5241 80-2401
E-Mail: rita.srowig@bauverlag.de
Fax: +49 5241 80-62401
Maria Schröder
Phone: +49 5241 80-2386
E-Mail: maria.schroeder@bauverlag.de
Fax: +49 5241 80-62386

Gültig ist die Anzeigenpreisliste Nr. 32
vom 1.10.2013
Advertisement Price List No. 32
dated 1.10.2013 is currently valid

Auslandsvertretungen / Representatives:

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

Italien/Italy:
Vittorio Camillo Garofalo
ComediA di Garofalo, Piazza Matteotti, 17/5,
I-16043 Chiavari
Phone: +39-0185-590143,
Mobil: +39-335 346932,
E-Mail: vittorio@comediasrl.it
USA/Canada:
Detlef Fox, D. A. Fox Advertising Sales, Inc.
5 Penn Plaza, 19th Floor, New York, NY 10001
Phone: 001-212-896-3881,
Fax: 001-212-629-3988,
E-Mail: detleffox@comcast.net

Geschäftsführer / Managing Director:
Karl-Heinz Müller
Phone: +49 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
Phone: +49 5241 80-90884
E-Mail: leserservice@bauverlag.de
Fax: +49 5241 80-690880

Marketing & Vertrieb / Subscription and Marketing Manager:
Michael Osterkamp
Phone: +49 5241 80-2167
Fax: +49 5241 80-62167

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 € 161,00
Studenten / Students € 97,00
Ausland / Other Countries € 171,00
Einzelheft / Single Issue € 26,00
(inklusive Versandkosten / including postage)
eMagazine € 98,50

Mitgliedspreis STUVA / Price for STUVA members
Inland / Germany € 121,00
Ausland / Other Countries € 129,00

**Kombinations-Abonnement Tunnel und THIS
jährlich inkl. Versandkosten:**
€ 212,20 (Ausland: € 218,80)

**Combined subscription for
Tunnel + THIS including postage:**
€ 212,20 (outside Germany: € 218,80).

(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:

Merkur Druck, D-32758 Detmold

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



tunnel eMagazine



TO ORDER

CALL US

+49 5241 80-90884

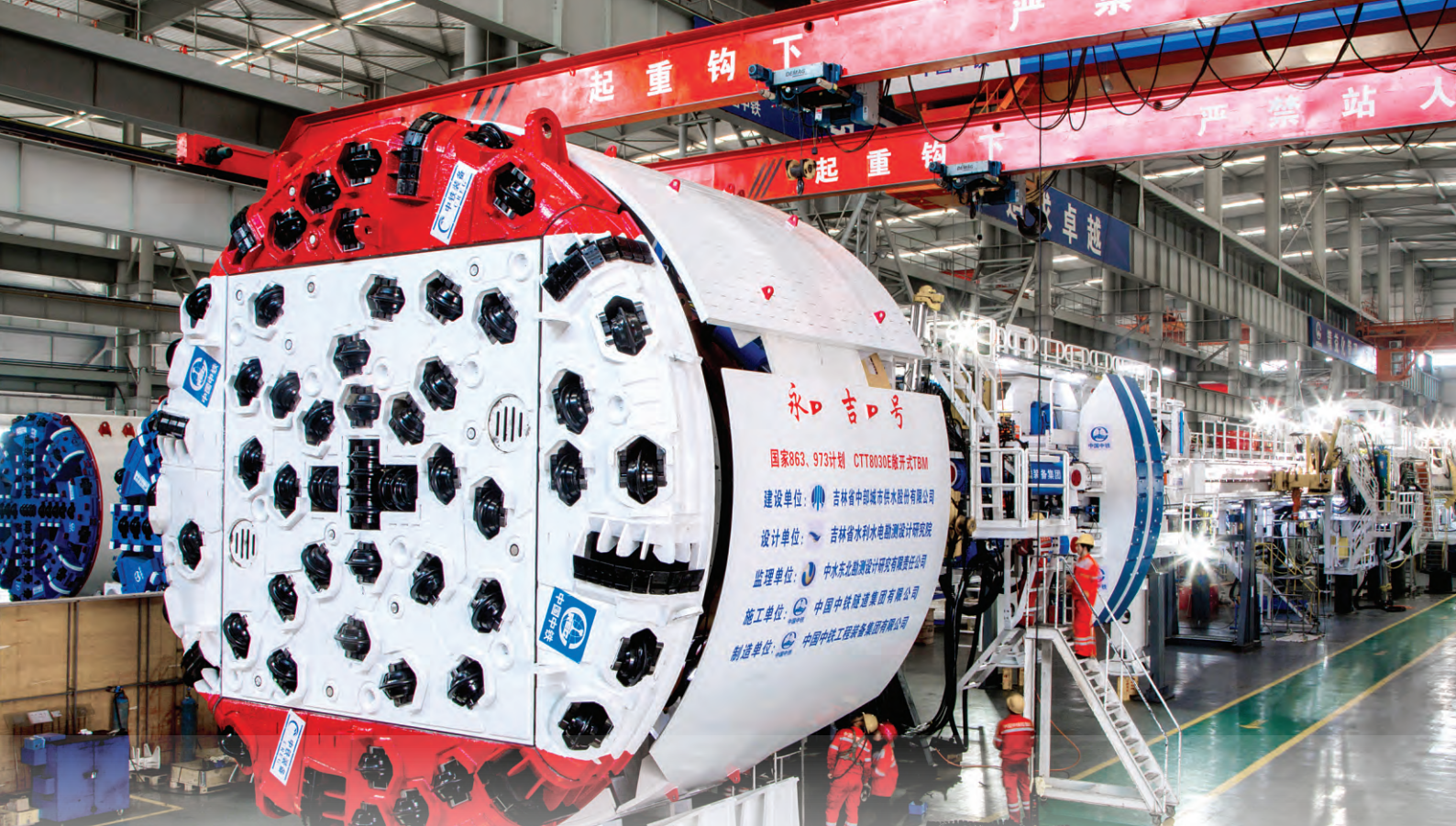
OR SEND US AN EMAIL

customer-service@bauverlag.de

Subscribe
NOW!

tunnel

Official Journal of the STUVA



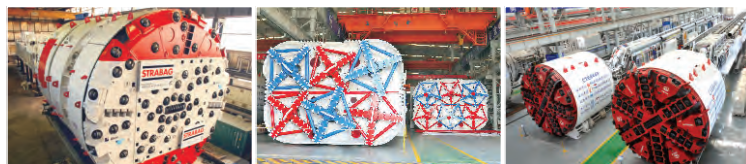
CREG (China Railway Engineering Equipment Group Co., Ltd.), A world leader in manufacturing TBMs and the largest supplier in China

CREG, your one-hand tunnelling solutions provider with:

- Full range of TBMs (EPB, Slurry, Single/Double Shield, Open Gripper, Box Jacking and Pipe Jacking) and auxiliary equipment
- Vast experience in undertaking prestigious and complex tunnelling projects
- Commitment for full after-sales services



Celebration on CREG's Acquisition of Wirth TBM & Shaft Boring IP and Right to Use Wirth Brand



+ China:

Contact: cregoverseas@crectbm.com
Phone: +86 371 60608837
Address:
No. 99, 6th Avenue
National Economic & Technical Development Area
Zhengzhou 450016, Henan Province
People's Republic of China

+ Asia & Africa:

Contact: enquiries@cte-limited.com
Phone: +603 7954 0314
Address:
Unit 908, Block B, Phileo Damansara II
No. 15, Jalan 16/11 off Jalan Damansara
Section 16, 46350 Petaling Jaya
Selangor, Malaysia

+ Europe & America:

Contact: info@creg-germany.com
Phone: +49 2431 9011 538
Address:
CREG TBM Germany GmbH
Juelicherstrasse 10-12
41812 Erkelenz
Germany

Website: www.crectbm.com