

Alpine Tunnelbauerfahrung für hochmechanisierten konventionellen Vortrieb im Himalaja

Der Rohtang Pass Highway Tunnel wird unter schwierigen Bedingungen konventionell mit der Teilausbruch-Methode aufgeföhren. Geologische und terminliche Herausforderungen verlangen eine Parallelität von Vortrieben und Sohlausbau, welche durch eine hochmechanisierte Vortriebsinstallation ermöglicht wird. Die Anlage führt zu einer Rationalisierung der Arbeitsabläufe und somit zu einer bemerkenswerten Produktivitätssteigerung. Außerdem profitieren alle Beteiligten von einer Verbesserung der Arbeitsplatzbedingungen sowie einer gleichzeitigen Erhöhung der Arbeitssicherheit.

Rohtang Pass Highway Tunnel

Der Rohtang Pass gehört mit 3.980 m zu den höchsten befahrbaren Bergpässen der Welt und stellt die einzige Straßenverbindung von der nordindischen Provinz Himachal-Pradesh in die Grenzregion Ladak dar. Wegen heftiger Schneefälle und starker Stürme sind die Ortschaften der westlichen Himalaja-Region nördlich des Passes während der Wintersperre jedes Jahr mindestens 4, oftmals sogar 6 Monate vom Rest des Landes abgeschnitten.

Im September 2009 beauftragte die indische Regierung durch die Border Roads Organisation die Strabag AG/Afcons Joint Venture mit dem Bau des 8,8 km langen Rohtang Pass

A. Belloli, Verwaltungsrat Rowa Tunnelling Logistics AG, Wangen SZ/CH
J. Wenk, Gesamtprojektleiter Rowa Tunnelling Logistics AG, Wangen SZ/CH
www.rowa-ag.ch

Highway Tunnels auf ca. 3.100 m über dem Meeresspiegel. Damit wird der Manali-Leh-Highway eine ganzjährig befahrbare Straße, welche die Fahrt über die schmale und gefährliche Passstraße um mehrere Stunden verkürzt.

Der hufeisenförmige Tunnel wird Platz für eine zweispurige, 8 m breite Fahrbahnfläche sowie einen jeweils 1 m breiten Gehsteig auf jeder Seite bieten. Unter der Hauptfahrbahn wird ein 2,25 m hoher und 3,6 m breiter Fluchtstollen in den Tunnelquerschnitt integriert. Der Vortrieb erfolgt von beiden Portalen aus. Da das Nordportal in den Wintermonaten jedoch

Application of Alpine Tunnelling Experience for Highly Mechanized Conventional Heading in the Himalaya

The Rohtang Pass Highway Tunnel is being built under difficult conditions using the conventional sectional heading method. Geological as well as deadline challenges necessitate sectional headings and invert lining to be carried out simultaneously, using a tailor-made, highly mechanized heading installation. This leads to rationalized work flows and, therefore, to significant productivity increase. Moreover, all participants will benefit from more human work places as well as increased work safety.

Rohtang Pass Highway Tunnel

At 3,980 m a.s.l., the Rohtang Pass is among the highest mountain passes fit for traffic worldwide and represents the only road connection from the North Indian province Himachal-Pradesh to the boarder region Ladak. Each year during winter blockade, every community of the Western Himalaya to the north of the mountain pass is cut off from the rest of the country for 4, often even 6, months because of heavy snowfall and violent storms.

In September of 2009, the Border Roads Organization received the order from the Indian Government to commission

Strabag AG/Afcons Joint Venture with the construction of the 8.8 km long Rohtang pass highway tunnel, approx. 3,100 m a.s.l. This will make the Manali-Leh-Highway fit for traffic during the entire year, thereby shortening the drive through the narrow and dangerous mountain pass by several hours.

The horseshoe-shaped tunnel will offer enough space for an 8 m wide two-lane road, as well as a 1 m wide footpath on either side. Underneath the main road, a 2.25 m high and 3.6 m wide escape tunnel will be integrated into the tunnel cross section. Heading started from both portals. Because the northern portal is not accessible during winter months, the heading will be concentrating on the southern portal.

nicht zugänglich ist, erfolgt der Vortrieb schwerpunktmäßig von Süden aus.

Besondere Herausforderungen bei diesem Bauprojekt sind die Höhe, die extremen klimatischen Verhältnisse sowie die geologischen Bedingungen des Himalajas. Die Überdeckung beträgt durchschnittlich 600 m, maximal 1.900 m. Erwartet werden 3 Störzonen und in Einzelstrecken druckhaftes Gebirge. Aus diesem Grund entschieden sich Bauherr und Projektverfasser für einen konventionellen Vortrieb, welcher ein flexibles Anpassen der Vortriebsarbeiten sowie der Stütz- und Sicherungsmethoden in den unterschiedlichen Gesteinszonen ermöglicht [1].

Weitere Herausforderungen für den Vortrieb stellen die Entsorgung von mehr als 800.000 m³ Ausbruchmaterial und größere Wassereintrüche (bis zu 3 Mio. l/Tag im Juni 2012) dar.

Synchroner Vortrieb in Kalotte und Strosse/Sohle sowie rascher Ringschluss

Bedingt durch den sehr großen Querschnitt von bis zu knapp 135 m² und die geologischen Bedingungen erfolgt der Vortrieb im Teilausbruch. Zunächst wird die Kalotte mit ca. 83 m², in einem zweiten Arbeitsschritt die Strosse mit rund 33 m² mittels Lockerungssprengungen ausgebrochen. Schließlich erfolgt der Ausbruch der Sohle. Bauhilfsmaßnahmen umfassen Felsanker, faserverstärkten Spritzbeton und, je nach Felsklassen, den Einbau von Stahlbögen.

Um einen raschen Ringschluss zu erreichen, müssen

Ausbruch und Bauhilfsmaßnahmen im Strossen- und Sohlbereich dicht dem Kallottenvortrieb folgen. Dazu kommt der Einbau der Fertigelemente des Fluchtstollens. Ohne besondere Maßnahmen und Einrichtungen würde die Ver- und Entsorgungslogistik aller Arbeitsebenen eine sehr komplexe Herausforderung und den limitierenden Faktor für die Vortriebsleistung darstellen.

Die Strabag AG/Afcons Joint Venture setzte somit auf eine hohe Mechanisierung des Sprengvortriebs und beauftragte die Rowa Tunnelling Logistics AG mit der Entwicklung, Herstellung, Lieferung, Montageleitung und Inbetriebnahme einer maßgeschneiderten Vortriebsinstallation.

Konzept der Vortriebs-einrichtungen

Bei der Auslegung der Vortriebsinstallation in enger Zusammenarbeit mit dem Kunden konnte Rowa ihre bei der Vortriebsmechanisierung anderer Untertagbauwerke gewonnenen Erkenntnisse einbringen. So flossen in die Vortriebsinstallation für den Rohtang Pass Highway Tunnel insbesondere die Erfahrungen mit den aufgehängten Arbeits- und Vortriebsbühnen vom Baulos Mitholz des Lötschberg-Basistunnels, vom Baulos Sedrun des Gotthard-Basistunnels [2] sowie von den Hauptvortrieben des Ceneri-Basistunnels ein [3].

Die Materialflüsse innerhalb der Linienbaustelle werden durch eine hochmechanisierte, 370 m lange Vortriebs-einrichtung unterstützt. Diese besteht im Wesentlichen aus 2 Backenbrechern, 1 an Schienensträn-

Particular challenges of this project are the altitude, extreme climatic conditions, as well as the geological conditions of the Himalaya. The overburden is 600 m on average and 1,900 m maximum. Three fault zones are expected, as well as squeezing rock conditions in certain areas. For this reason, the owner and the project designer have opted for a conventional heading method, which will enable flexible adjustment of the heading, as well as the rock support and safety methods in the different rock formations [1]. Additional challenges for the heading are the removal of more than 800,000 m³ of muck, as well as major inrush of water (up to 3 million l/day in June 2012).

Simultaneous heading in crown and bench/invert as well as rapid ring closure

Due to the very large cross section of up to nearly 135 m², and because of the geological conditions, sectional heading is applied. In a first step, the crown with approx. 83 m², and in a second step the bench with roughly 33 m² are broken loose with loosening blasting. Then, the invert is broken out. Rock support measures comprise rock bolts, fiber-reinforced shotcrete and - according to rock class - the installation of steel arches.

To achieve early ring closure, breakout and rock support measures in the bench and invert areas must immediately follow the crown heading. In addition, the prefabricated elements of the escape tunnel must be installed. Without special measures and equipment, supply and removal logistics of all work levels would become a very complex challenge and

represent the limiting factor for heading performance.

For this purpose, the Strabag AG/Afcons Joint Venture aimed for highly mechanized drill and blast heading and gave Rowa Tunnelling Logistics AG the order to develop, produce, supply, assemble and start up a tailor-made heading installation.

Draft of heading installations

When planning the heading installations in close cooperation with the customer, Rowa was able to make use of experience and valuable insight gained from other heading mechanization projects in tunnelling construction. In this context, experiences made with suspended work- and heading-platforms from the Mitholz section of the Lötschberg Base Tunnel, from the Sedrun section of the Gotthard Base Tunnel [2], as well as from the main headings of the Ceneri Base Tunnel [3], could be used for the heading installations of the Rohtang Pass Highway Tunnel.

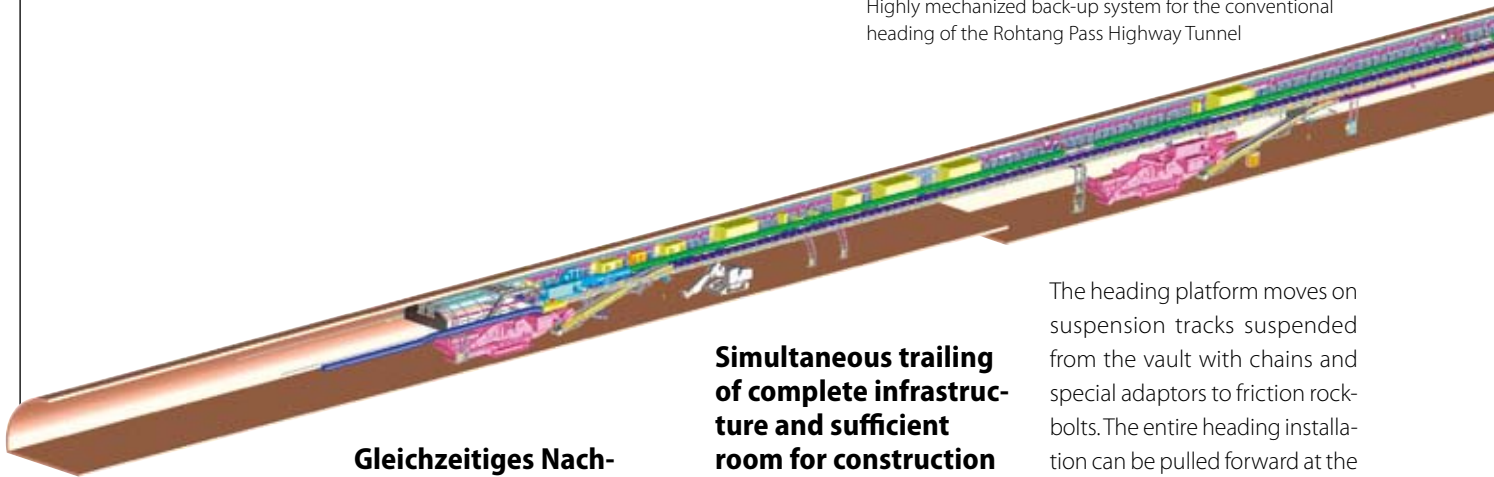
The flow of material within the linear construction site is supported by a highly mechanized, 370 m long heading installation. It basically consists of 2 jaw crushers, a heading platform on suspension tracks with its installations and infrastructure, as well as 3 towing conveyors and 1 continuous conveyor (Figure 1).

Crown heading, bench and invert breakout, as well as the installation of the escape tunnel, are independent construction sites for the most part; their performance may differ from the regular heading process. In order to minimize the interdependencies, the selected platform length allows for a relative difference of 60 m between work places, without problems.

1

Hochmechanisiertes Nachlaufsystem für den Sprengvortrieb des Rohtang Pass Highway Tunnels

Highly mechanized back-up system for the conventional heading of the Rohtang Pass Highway Tunnel



Gleichzeitiges Nachziehen der gesamten Infrastruktur und viel Platz für die Baugeräte

Auf der Vortriebsbühne finden alle Infrastruktur-Aufbauten Platz. Es sind dies insbesondere Entstauber, Ventilatoren für die Frischluftversorgung, Spülventilation und Sprenggasabsaugung, Druckluftkompressoren, Trafos für die Umwandlung der eingezogenen Mittelspannung, ein Notstromaggregat, eine Betonpumpe, eine Hochspannungskabeltrommel sowie eine Frischwasserschlauchtrommel. Zusätzlich befinden sich auf der Bühne ein Contai-

gen hängenden Vortriebsbühne mit dazugehörigen Einrichtungen und Infrastruktur sowie 3 Schleppbändern und 1 Streckenband (Bild 1).

Kalottenvortrieb, Strossen- und Sohlausbruch bzw. der Einbau des Fluchtstollens sind größtenteils eigenständige Baustellen; ihre Leistung kann vom Regelvortrieb abweichen. Um die Abhängigkeiten zu minimieren, lässt die gewählte Bühnenlänge eine relative Abweichung von 60 m zwischen den Arbeitsstellen problemlos zu.

Simultaneous trailing of complete infrastructure and sufficient room for construction equipment

All infrastructure installations can be placed onto the heading platform. They are, in particular, a dedusting unit, the ventilators for fresh air, for blowing and suction ventilation, air compressors, transformers for conversion of medium voltage, an emergency generator, a concrete pump, a high voltage cable drum as well as a fresh water hose drum. In addition, the platform contains a container for the heading management, a container for personnel, a workshop container and a storage container, fuel tanks, additives tanks as well as an air duct cassette.

The heading platform moves on suspension tracks suspended from the vault with chains and special adaptors to friction rock-bolts. The entire heading installation can be pulled forward at the touch of a button and according to the heading progress. Four platform sections with a pair of stepping devices each and corresponding dilatation areas can be controlled according to the sliding-floors-principle.

Below the heading platform on the invert, the tunnel constructors have a second working level and free floor space for working, manoeuvring and parking at their disposal (Figure 2). Working safety has been increased substantially thanks to clearly arranged space conditions, the rationalization of work flows and the generous illumination.

2



Rationalisierung der Arbeitsabläufe und höhere Arbeitssicherheit dank freiem Arbeits- und Parkraum unter der Vortriebsbühne

Rationalization of work flows and increased working safety thanks to free floor space for working and parking

3



Streckenband mit Abwurftrum bei der Zwischendeponie

Continuous conveyor and discharge tower at the intermediate muck disposal site

ner für die Vortriebsleitung, ein Mannschaftscontainer, ein Werkstattcontainer und ein Lagercontainer, Treibstofftanks, Zusatzmitteltanks sowie ein Luttenpeicher.

Die Vortriebsbühne verfährt in Hänigeschienensträngen, welche mittels Ketten und Spezialadapter an Reibrohrankern am Gewölbe aufgehängt sind. Die gesamte Vortriebsinstallation kann per Knopfdruck und dem Vortriebsfortschritt entsprechend nach vorne gezogen werden. Vier Bühnenabschnitte mit je 1 Paar Schreitwerken und entsprechenden Dilatationsbereichen lassen sich nach dem Sliding-Floors-Prinzip steuern. Unter der Vortriebsbühne steht den Tunnelbauern eine zweite Arbeitsfläche und ein abstützungsfreier Arbeits-, Manövrier- und Parkraum zur Verfügung (Bild 2). Mit den übersichtlichen Platzverhältnissen, durch die Rationalisierung der Arbeitsabläufe und dank der großzü-

gigen Beleuchtung konnte die Arbeitssicherheit maßgebend erhöht werden.

Rascher Zugang zur Ortsbrust und humanere Arbeitsbedingungen dank blasender und saugender Bewetterung

Optimale Lüftung und Kühlung sind wichtige Maßnahmen zur Gewährleistung des Gesundheitsschutzes und der Arbeitssicherheit im Tunnelvortrieb. Die Frischluft wird am Portal angesaugt und über Lutten mit 2.800 mm Durchmesser bis zum Heck der Vortriebsbühne geblasen. Ein Ventilator übernimmt hier einen Teil der Luft und befördert diese in einer Lutte mit 2.000 mm Durchmesser bis zum vorderen Bereich der Vortriebsbühne.

Zur effizienten Spülung der Sprengschwaden wird mittels einem dedizierten Ventilator und einer am linken Schienenstrang hängenden Lutte mit 900 mm Durchmesser zusätz-

Blowing and suction ventilation provides fast access to rock face and health protection

Optimal ventilation and cooling are important measures to guarantee health protection and work safety in tunnel headings. Fresh air is sucked in at the portal and blown via air ducts with 2,800 mm diameter to the rear of the heading platform. Here, part of the fresh air is picked up with a ventilator and transferred to the front of the platform by an air duct of 2,000 mm diameter.

For the efficient flushing of blasting fumes, additional air is blown to the rock face with a dedicated ventilator and an air duct of 900 mm diameter, suspended from the left suspension track. On the right side, next to the blasting protection, the blasting fumes are vacuumed off with a suction ventilator as well as the deduster and transferred with 2 air ducts of 900 mm diameter to the rear of the heading platform.

The tunnel constructors of the crown and bench/invert headings and the workers of the rear invert and escape tunnelling

construction sites are, therefore, rarely exposed to unhealthy blasting fumes, while the additional ventilation platform enables a fast clearing of the rock face for muck removal and rock support work.

Jaw crushers, towing conveyors and continuous conveyor for removal logistics of the 3 headings

Rowa Tunnelling Logistics AG and their client, Strabag AG/Afcons Joint Venture, have implemented a logistics system which allows for direct material transport from the rock face all the way to the discharge tower of the intermediate muck disposal site at the touch of a button (Figure 3).

The excavated material is transported after every blast from the rock face of the crown heading by a wheel loader with side tipping bucket over a distance of 50 to 70 m to the mobile crawler type crusher (Figure 4).

The muck crushed by the jaw crusher, with a maximum grain size of 200 mm, is transferred onto the ascending area of the 217 m long towing conveyor placed on the hanging platform.



4 Backenbrecher im Bereich des Kalottenvortriebs
Jaw crusher in the crown heading area



5 Vortriebsbühne, Backenbrecher und Schleppband im Bereich des Ausbruch Strosse/Sohle

Suspended heading platform, jaw crusher and towing conveyor in the area of the bench/invert breakout



Aufgehängtes Schleppband und Streckenband im Fluchttunnel

Suspended towing conveyor and continuous conveyor in the escape tunnel

liche Luft zur Ortsbrust geblasen. Die Sprengschwade wird auf der rechten Seite, auf Höhe des Sprengschutzes, von einem Ventilator sowie durch den Entstauber abgesaugt und durch 2 Lutten mit 900 mm Durchmesser bis zum Heck der Vortriebsbühne geführt.

Die Tunnelbauer beim Kalotten- und Strossen-/Sohlvortrieb sowie die Arbeiter der rückwärtigen Sohl- und Fluchttollenbaustelle sind somit der gesundheitsschädigenden Sprengschwade kaum noch ausgesetzt; die Ortsbrust ist möglichst schnell wieder frei und für die Schutterungs- und Sicherungsarbeiten zugänglich.

Backenbrecher, Schleppbänder und 1 Streckenband für die Entsorgungslogistik der 3 Vortriebe

Rowa Tunnelling Logistics AG und ihr Auftraggeber Strabag AG/Afcons Joint Venture haben ein Logistiksystem umgesetzt, mittels welchem der Material-

transport per Knopfdruck von der Brust bis zum Abwurftrum der Zwischendeponie gesteuert werden kann (Bild 3).

Das ausgebrochene Material wird nach jedem Abschlag von der Ortsbrust des Kalottenvortriebs mit einem Radlader mit Seitenkippschaufel über eine Distanz von 50 bis 70 m zum raupenmobilen Brecher transportiert (Bild 4).

Das vom Backenbrecher zerkleinerte Ausbruchmaterial mit einer maximalen Korngröße von 200 mm wird auf den Steigebereich eines 217 m langen Schleppbandes aufgegeben, welches auf der Hängebühne aufliegt. Ebenfalls per Radlader wird ein zweiter, baugleicher Backenbrecher mit dem Material aus dem Strossenvortrieb bzw. aus dem Ausbruch der Sohle beschickt (Bild 5). Das Material wird auf ein zweites, 110 m langes verfahrbares Schleppband aufgegeben, welches unter der Hängebühne hängt. Dessen Verfahrensweg beträgt 60 m.

Simultaneously, a second identical jaw crusher is loaded with material from the bench, and from the invert breakouts, respectively (Figure 5). The material is loaded onto a second 110 m long movable (60 m travelling distance) towing conveyor suspended from the hanging platform.

Both towing conveyors drop the excavation material onto a third, 245 m long towing conveyor suspended from the prefabricated elements of the escape tunnel and transporting the material to the continuous conveyor installed in the escape tunnel (Figure 6). Thereby, the entire carriageway is free of equipment and the lining work can proceed without interruption. The continuous conveyor is elongated every 200 m.

Heavy duty crane, material handling cranes and various pipelines ensure direct supply of the headings

A self-propelling heavy duty crane with a load capacity of

12 t guarantees the supply of rock support material, operational and wear and tear material as well as explosives across the invert construction site to the crown, respectively bench headings. The material is delivered by trucks driving on the completed escape tunnel. Any stop on the way to the rear of the jaw crusher of the bench breakout can be supplied with material. From this point, a travelling crane with 2 x 1.6 t load capacity serves as supply unit for the crown heading. A cross travelling electric chain hoist with 1.6 t load capacity is placed behind the ascending area of each towing conveyor for handling of materials. A lengthwise travelling electric chain hoist takes care of handling of materials from the transport vehicles to the suspension platform and to the storage/workshop container.

Shotcrete for rock support is supplied via truck to the rear of the heading platform, and transferred with 2 shotcrete pumps to the invert construction site,



Spritzbetonmanipulator mit schwenk- und teleskopierbarem Spritzarm. Der Arbeitsbereich beträgt 12 m und 210°
Shotcrete manipulator with swiveling and telescopic spraying arm. The working area covers 12 m and 210°

Beide Schleppbänder werfen das Ausbruchmaterial auf ein drittes, von den Fertigelementen des Fluchtstollens hängendes, 245 m langes Schleppband ab. Dieses übergibt schließlich das Material dem im Fluchtstollen aufgestellten Streckenband, welches in Abschnitten von 200 m verlängert wird (Bild 6). Somit ist die gesamte Fahrbahn frei von Gerätschaften und der weitere Ausbau kann ungehindert erfolgen.

Schwerlastkran, Materialumschlagkrane und mehrere Leitungssysteme sichern direkte Versorgung der Vortriebe

Ein selbstfahrender Schwerlastkran mit einer Nutzlast von 12 t stellt die Versorgung des Kalotten- bzw. des Strossenvortriebs mit Sicherungsmaterialien, Betriebs- und Verschleißmaterialien sowie Sprengstoff über die Sohlbaustelle hinweg sicher. Die Materialien werden per Lkw auf dem fertig erstellten Fluchtstol-

len in den dafür vorgesehenen Behältnissen angeliefert. Beliebige Zwischenstationen bis hinter den Backenbrecher des Strossenvortriebs können bedient werden.

Die Versorgung des Kalottenvortriebs erfolgt ab hier mit einem Flächenkran mit 2 x 1,6 t Nutzlast. Hinter dem Steigbereich der Schleppbänder steht je ein quer verfahrbarer Elektrokettenzug (Nutzlast 1,6 t) für den Materialumschlag zur Verfügung. Der Materialumschlag ab Transportfahrzeug auf die Hängebühne respektive in den Magazin-/Werkstattcontainer erfolgt mit einem längs verfahrbaren Elektrokettenzug.

Der Spritzbeton für die Fellsicherung wird am Heck der Vortriebsbühne per Lkw angeliefert und mittels 2 Spritzbetonpumpen bis zur Sohlbaustelle bzw. hinter den Backenbrecher des Kalottenvortriebs befördert. Eine Weiche in den Betonleitungen ermöglicht das effiziente Umschalten zwischen den beiden Verbrauchern. Zu-

or to the rear of the jaw crusher of the crown heading. A switch in the concrete pipes enables an efficient redirection between the 2 receiving areas. Additives for shotcrete are equally supplied via truck and transferred through pipes into the 2 additives tanks on the heading platform. Fuel for construction machines can also be transferred and stored temporarily in 2 fuel tanks on the heading platform.

Fresh air and electrical power are continuously supplied via the

tunnel mains and distributed to all the users on and below the heading platform via hose drum, high voltage cable drum, water conduits and electric installations.

Construction of invert area with self-propelling shotcrete manipulator, heavy duty crane and travelling crane

A self-propelling shotcrete manipulator suspended from the heading platform reinforces

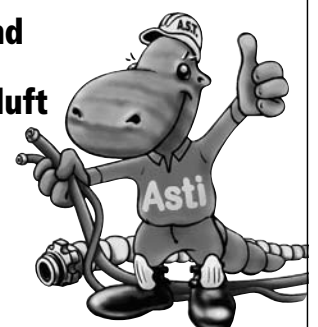
A.S.T. Bochum

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



satzmittel für den Spritzbeton werden ebenfalls per Lkw angeliefert und über Leitungen in die beiden Zusatzmitteltanks auf der Vortriebsbühne umgepumpt. Auch Treibstoff für die Baugeräte kann umgepumpt und in 2 Treibstofftanks auf der Vortriebsbühne zwischengelagert werden.

Frischwasser und Strom werden per Tunnelleitung angeliefert und über Schlauchtrommel, bzw. Hochspannungskabeltrommel, Wasserleitungen und Elektroinstallation auf alle Verbraucher auf und unter der Vortriebsbühne ohne Unterbrechung verteilt.

Ausbau des Sohlbereichs mit verfahrbarem Spritzbetonmanipulator, Schwerlastkran und Flächenkran

Unter der Vortriebsbühne aufgehängt arbeitet ein verfahrbarer Spritzbetonmanipulator zur Konsolidierung der Ulme und der Sohle (Bild 7). Das Gerät besteht aus einem Chassis mit integriertem Längsfahrantrieb und einem schwenk- und teleskopierbaren Spritzarm. Der Spritzbetonmanipulator kann in einem 60 m langen Bühnenab-

schnitt eingesetzt werden; sein Arbeitsbereich beträgt 12 m und 210°. Die dazugehörige Spritzbetonpumpe mit Zusatzmitteltank befindet sich oberhalb der Vortriebsbühne. Mit der gleichen Einrichtung kann in einem späteren Arbeitsschritt auch der Sohlbeton für den Fluchtstollen eingebracht werden. Für diese sehr exponierte Baustelle waren eine robuste Konstruktion und eine einfache Bedienung wichtige Faktoren, die es bei Erstellung des Konzepts zu berücksichtigen galt [4].

Die per Lkw angelieferten Fertigelemente für den Fluchtstollen werden mit dem bereits erwähnten Schwerlastkran umgeschlagen und eingebaut (Bild 8). Dazu kann der Kran 1 m quer verfahren.

Nachdem der Sohlbereich seitlich am Fluchtstollen mit Beton aufgeschüttet und schichtweise verdichtet wurde, können die Gewölbeanschlüsse in Ortbeton ausgeführt werden. Mit einem an der Vortriebsbühne aufgehängten, längs und quer verfahrbaren Flächenkran können Einbaumaterial umgeschlagen bzw. die Betonierschalung umgesetzt werden. Mit dem gleichen Kran (Nutzlast von 2



Umschlag und Einbau der Fertigelemente für den Fluchtstollen mit dem Schwerlastkran

Transfer and installation of the prefabricated elements for the escape tunnel with the heavy duty crane



Flächenkran zum Materialumschlag, Umsetzen der Schalung für den Gewölbeanschluss und Versetzen von vorgefertigten Leitungselementen

Travelling crane for transferring installation material, repositioning the kicker formwork and installing the prefabricated line segments

walls and invert (Figure 7). The device consists of a chassis with integrated lengthwise traction drive, and a swiveling and telescopic spraying arm. The shotcrete manipulator can be employed on a 60 m long platform section; its working area covers 12 m and 210°. The appropriate shotcrete pump with additives tank is located above on the heading platform. The same installation allows for the provision of invert concrete for the escape tunnel at a later stage. For this very exposed construction site, robust construction and simple operation were major factors which had to be considered during planning [4].

The prefabricated elements for the escape tunnel delivered by truck are transferred and installed with the heavy duty crane previously mentioned (Figure 8). For this purpose, it can travel 1 m crosswise.

After the invert area next to the escape tunnel has been filled up with concrete and com-

pacted in layers, the kickers can be effected with insitu concrete. A cross- and lengthwise travelling crane suspended from the heading platform is used for transferring installation material, as well as repositioning the formwork. The same crane (loading capacity of 2 x 2.8 t) can install prefabricated line segments at a later stage (Figure 9).

Early Experiences

Until June 2012, approx. 3.5 km of tunnel were excavated. Upon completion, the Rohtang Pass Highway Tunnel with its 8.8 km will undoubtedly be the worldwide longest tunnel located above 3,000 m a.s.l.

In the past months, all functions of the heading installation supplied by Rowa Tunnelling Logistics AG could be put into operation successfully. Even though the learning phase is far from completion, the entire system has proven to be satisfactory even under such difficult conditions. The

x 2,8 t) können später vorgefertigte Leitungselemente verlegt werden (Bild 9).

Erste Erfahrungen


Bis Juni 2012 waren ca. 3,5 km Tunnel ausgebrochen. Nach Vollendung soll der Rohtang Pass Highway Tunnel mit seinen 8,8 km der weltweit längste auf über 3.000 m über dem Meeresspiegel liegende Tunnel sein. In den vergangenen Monaten konnten alle Funktionen der von der Rowa Tunnelling Logistics AG gelieferten Vortriebsinstallation erfolgreich in Betrieb genommen werden. Obschon die Lernphase noch nicht abgeschlossen ist, konnte sich das Gesamtsystem auch unter solch schwierigen Bedin-

gungen bewähren. Die gewählte Konstruktion ermöglicht die Gleichzeitigkeit von Vortrieb und Sohlausbau und macht überhaupt möglich – soweit die Geologie den erwarteten Bedingungen entsprechen wird – den Endtermin einzuhalten.

Mit der beschriebenen Anlage verfolgt die Rowa Tunnelling Logistics AG die stetige Weiterentwicklung der Mechanisierung im Tunnelbau. Diese führt zu einer Rationalisierung der Arbeitsabläufe und somit zu einer bemerkenswerten Produktivitätssteigerung. Des Weiteren profitieren alle Beteiligten von einer Humanisierung der Arbeitsplätze sowie einer gleichzeitigen Erhöhung der Arbeitssicherheit. 

chosen construction enables sectional headings and invert lining to be carried out simultaneously. This ultimately makes it possible to keep the deadline of this project – provided geology will match the expected conditions.

With the illustrated installation, Rowa Tunnelling Logistics AG carries on to pursue the continuous development of mechani-

zation in tunnelling construction. It will lead to a rationalization of work flows and, therefore, to a significant increase in productivity. And last but not least, all persons involved will profit from more humane work places and increased work safety. 

Literatur/References

- [1] Reynolds, P.: Drilling Rohtang. Tunnels & Tunnelling Asia (Oktober 2010), S. 10-12
- [2] Alptransit Gotthard AG (Hrsg.): Das Jahrhundertbauwerk entsteht. Gotthard-Basistunnel – der längste Tunnel der Welt. 1. Auflage. Bern: Stämpfli Verlag AG (2010)
- [3] Belloli A.; Jenni, H.: Hohe Mechanisierung für die konventionellen Hauptvortriebe des Ceneri-Basistunnels. Tunnel 4 (Mai 2011), S. 48-54
- [4] Jenni, H.; Belloli A.: Herausforderungen an Spritzbetonmanipulatoren im maschinellen und konventionellen Vortrieb. Spritzbeton-Tagung 2012, Alpbach, Januar 2012. Prof. Wolfgang Kusterle (Hrsg.)

 **krampe harex**[®]

Stahlfasern | steelfibres | Strahlmittel | abrasives

Zeit für Lösungen
KrampeHarex[®] Stahl- und Kunststofffasern

Tunnelbau

Schneller:

Bis zu 2,5-mal schneller als bei konventioneller Betonstahlbewehrung.

Besser:

Fasern erhöhen Betonfestigkeiten und den Brandschutz.

Wirtschaftlicher:

Geringere Material- und Lohnkosten sorgen für Vorteile in Kalkulation und Angebot.