

Schnittstellenoptimierung bei Schildvortrieben in Sotchi

Im russischen Sotchi laufen die Vorbereitungen für die Olympischen Winterspiele 2014 auf Hochtouren. Hierzu gehört auch die Realisierung umfangreicher Infrastruktur-Baumaßnahmen. Die Besonderheiten bei der Umsetzung der Tunnelvortriebe wird im folgenden Beitrag an einem Beispiel dargestellt, das ihm Rahmen der STUVA-Tagung 2011 in Berlin ebenfalls vorgestellt wurde.

Im russischen Sotchi werden die olympischen Winterspiele im Jahr 2014 mit Hochdruck vorbereitet. Neben dem Bau von Sportstätten und Unterkünften entsteht eine hochmoderne leistungsfähige Verkehrsinfrastruktur. Zur Erschließung des Gebietes werden zwischen der Schwarzmeerküste und dem Skigebiet Alpika-Servis im

Dr.-Ing. E.h. Martin Herrenknecht; Dr.-Ing. Gerhard Wehrmeyer,
Herrenknecht AG, Schwanau/D

Kaukasus eine kombinierte Eisenbahnlinie und Schnellstraße gebaut, die das Kernstück der Verkehrsinfrastruktur darstellt. Auf der 48 km langen Strecke zwischen dem Flughafen Adler und der Skistation Krasnaja Poljana werden 6 der insgesamt 12

Optimising Interfaces for Shield Drives in Sochi

The preparations for the 2014 Winter Olympics are forging ahead in Sochi in Russia. This includes the accomplishing of extensive infrastructural building measures. The following report, which was also presented at the 2011 STUVA Conference in Berlin, looks into the special features associated with the tunnel drives based on an example.

Preparations are in full swing for the 2014 Winter Olympics in Sochi, Russia. Apart from sports facilities and accommodation, an ultra-modern and efficient traffic infrastructure is also being built. In order to develop the area, a railway line and highway combi-

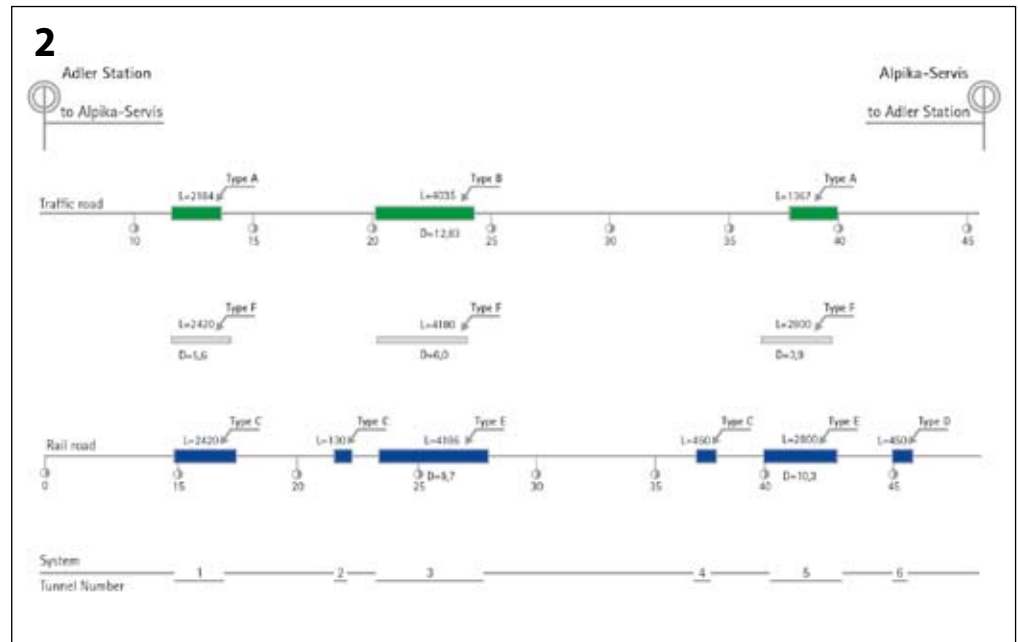
nation is being built between the Black Sea coast and the Alpika-Servis ski resort in the Caucasus which represents the core piece of the traffic infrastructure. Along the 48 km route between Adler Airport and the Krasnaya Polyana ski resort, 6 of a total of 12 tunnels extending more than 20 km are being mechanically driven. In the complex geology, an EPB Shield with a diameter of 10.62 m is being deployed for railway tunnel no. 5 and a single-shield TBM with a diameter of 13.21 m for road tunnel no. 3.

The tight realization schedule for this major project makes high operative demands on the construction companies. To comply with this challenge in an optimum manner, the individual technical equipment and systems involved in and around the tunnel must be perfectly coordinated to achieve the primary goal of high and consistent production output. With its full-range concept, Herrenknecht is moving closer to this goal. Apart from cutting-edge tunnel boring machines, additional equipment and services



Tunnel mit einer Gesamtlänge von mehr als 20 km maschinell aufgeföhren. In der komplexen Geologie kommt für den Eisenbahntunnel Nr. 5 ein Erddruckschild mit einem Durchmesser von 10,62 m und für den Straßentunnel Nr. 3 ein Einfachschild mit einem Durchmesser von 13,21 m zum Einsatz.

Der eng gesteckte Realisierungszeitplan dieses Großprojektes stellt hohe operative Anforderungen an die bauausführenden Unternehmen. Um dieser Herausforderung optimal zu entsprechen, müssen die einzelnen technischen Einrichtungen und Systeme, die am und um den Tunnelvortrieb beteiligt sind, ideal aufeinander abgestimmt sein, um das primäre Ziel einer hohen, durchgängigen Produktionsleistung erreichen zu können. Herrenknecht kommt diesem Ziel mit seinem Full-Range-Konzept näher. Neben modernen Tunnelvortriebsmaschinen wurde zusätzliches Equipment aus dem eigenen Haus und Servicedienstleistungen für das Großprojekt zur Verfügung gestellt. So lieferte die Herrenknecht Tochter H+E Logistik 3 maßgeschneiderte Bandanlagen, die einen schnellen Transport des Abraums



Übersicht Tunnel Adler – Alpika Servis

Overview of Adler Tunnel – Alpika Servis

garantieren. Um die Baustelle just in time mit Tübbing zu versorgen, wurde von der Herrenknecht Formwork Technology GmbH die derzeit größte Tübbingfabrik der Welt konzipiert und geliefert. Weitere Baustelleneinrichtungen wie Portalkräne, Multi-Service-Fahrzeuge, Kühltürme und Mörtelmischanlagen sowie Servicepersonal wurden ebenfalls zur Verfügung gestellt. Die Optimierung von technischen und operativen Schnittstellen ist das Resultat.

have also been made available for this major project. Herrenknecht subsidiary H+E Logistik, for example, has supplied 3 tailor-made conveyor plants guaranteeing fast transport of the excavated material. In order to supply the site just in time with segments, Herrenknecht Formwork Technology GmbH has designed and delivered the world's largest segment factory. Other site equipment such as gantry cranes, multi-service vehicles, cooling towers and grout mixers as well as service personnel has

also been made available. The result is optimized technical and operative interfaces.

1 Project

On the occasion of the 2014 Winter Olympics in Sochi, an efficient traffic infrastructure is currently being built on the Russian side with the aim of creating optimum connections between the various venues. Accordingly, one project involves a road and rail combination extending 21 km between Adler Airport and the Alpika-Servis ski resort as

Maschinen
Stahlbau



Dresden
Unternehmensgruppe Herrenknecht AG

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

Ihr Spezialist für

Schachtinstallationen in jedem Winkel.

Besuchen Sie uns für weitere Lösungen
unter www.msd-dresden.de

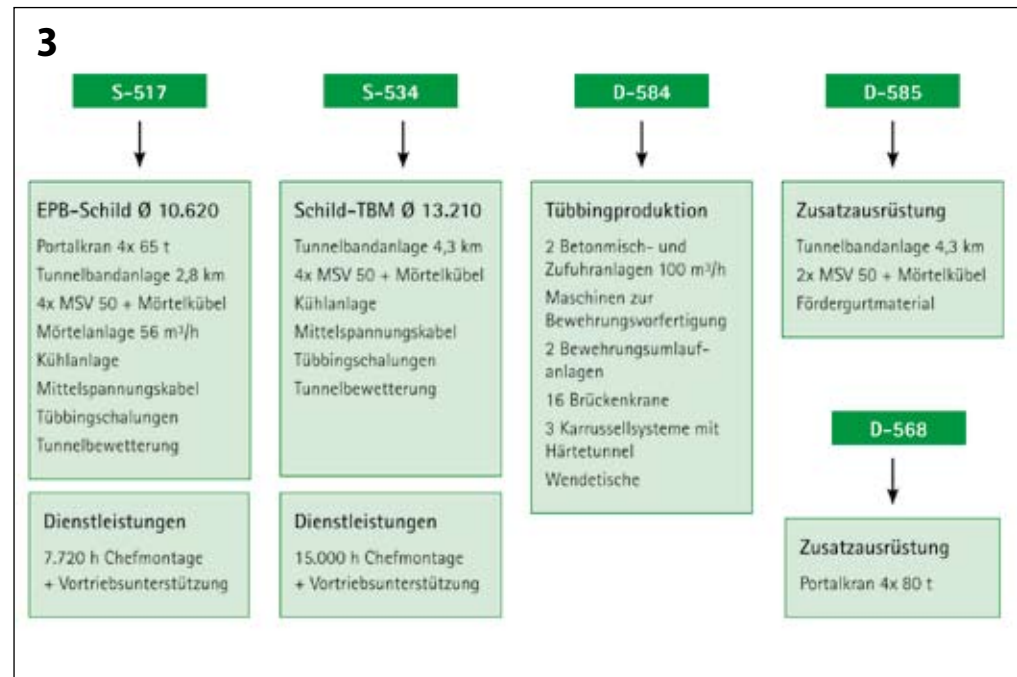


Schrägschacht St. Petersburg, Schachtinstallationen und Logistik.

1 Projekt

Für die olympischen Winterspiele 2014 in Sotchi erfolgt von russischer Seite gegenwärtig die Schaffung einer leistungsfähigen Verkehrsinfrastruktur, um die verschiedenen Austragungsstätten optimal mit einander zu verbinden. So wird u.a. eine kombinierte Straßen- und Eisenbahnverbindung über 21 km Länge zwischen dem Flughafen Adler und dem Skigebiet Alpika-Servis als Austragungsort der alpinen Wettbewerbe nahe dem Gebirgsort Krasnaja Poljana gebaut (Bild 1). Aufgrund der gebirgigen Topologie des Kaukasus sind dazu diverse Ingenieurbauwerke, d.h. insgesamt 12 Tunnel in maschineller und bergmännischer Bauweise sowie mehrere Brücken erforderlich. Im Bereich der erforderlichen Tunnelbauwerke erfolgt die Bündelung der verschiedenen Verkehrsträger durch eine jeweils außen liegende zweispurige Schnellstraße und eine zweigleisige Eisenbahnlinie. Zur Versorgung der Verkehrstunnel ist in der Mitte dazwischen jeweils ein Servicetunnel angeordnet. Dieses Grundprinzip wurde bei den Tunneln Nr. 1 (Tunnellängen 2.184 bis 2.420 m), Nr. 3 (Tunnellängen 3.169 bis 4.565 m) und Nr. 5 (Tunnellängen 1.367 bis 2.864 m) angewendet. Aufgrund der systembedingt geringeren Steigfähigkeit der Eisenbahn benötigt die Eisenbahnverbindung 3 weitere kürzere Tunnel (Bild 2).

In der Ursprungsplanung der russischen Auftraggeber war vorgesehen, die Vortriebsmaschine mit Erddruckschild (EPB) S-517 (10,62 m Durchmesser) von Herrenknecht für den Tunnel Nr. 4 (2 x 4.150 m) einzusetzen,



Leistungs- und Lieferumfang Herrenknecht für Großprojekt Sotchi

Scope of services supplied by Herrenknecht for the Sochi major project

zen, welcher sich entlang der parallel zur Schwarzmeerküste verlaufenden Verbindung zwischen Rostov am Don und der Olympiaregion Sotchi befindet (Bild 1). Aufgrund der engen Termsituation der Verbin-

den, welcher sich entlang der parallel zur Schwarzmeerküste verlaufenden Verbindung zwischen Rostov am Don und der Olympiaregion Sotchi befindet (Bild 1). Aufgrund der engen Termsituation der Verbin-

den, welcher sich entlang der parallel zur Schwarzmeerküste verlaufenden Verbindung zwischen Rostov am Don und der Olympiaregion Sotchi befindet (Bild 1). Aufgrund der engen Termsituation der Verbin-

Tunnelvortriebsmaschinen Sotchi (S-517 EPB-Schild links, S-534 Schild-TBM rechts)

Sochi tunnelling machines (S-517 EPB shield on the left, S-534 shield TBM on the right)



derung Adler-Krasnaja-Poljana und zur Sicherstellung der Fertigstellung des Gesamtprojektes wurde entschieden, den Erddruckschild S-517 beim Eisenbahntunnel Nr. 5 (L = 2.864 m) einzusetzen (Bild 2). In Übereinstimmung zur Ursprungsplanung kam der Einachschild S-534 (13,21 m Durchmesser) beim maschinellen Vortrieb des Straßentunnels Nr. 3 (L = 3.169 m) zum Einsatz.

2 Full-Range-Konzept

Der eng gesteckte Realisierungszeitraum eines Großprojektes und die hohen operativen Anforderungen an die bauausführenden Firmen stellen für einen Maschinenlieferanten besondere Herausforderungen dar, insbesondere wenn sich der mögliche Liefer- und Leistungsumfang

nicht nur auf die Maschine beschränkt. Mit dem Anspruch als Komplettanbieter für den maschinellen Tunnelvortrieb bot sich die Chance, sich den Herausforderungen dieses Großprojektes mit einem übergeordneten Projektmanagement zu stellen. So stand ein zentraler Ansprechpartner dem russischen Kunden, der OAO USK Most bzw. BAMtunnelstroy als übergeordneter Auftraggeber, gegenüber, welcher wiederum im Projektverlauf mehrere Arbeits- und Leistungspakete an verschiedene russische Baufirmen unter vergab. Die straffe Projektorganisation erwies sich deshalb im weiteren Projektverlauf neben den wechselnden Ausführungspartnern auf Kundenseite als günstig bei der Erstellung maßgeschneiderter technischer Lösungen und bei der enormen logistischen Abwicklung der Lieferungen. So ergeben sich mit dem Anspruch „Alles aus einer Hand“ für den Kunden

with a service tunnel arranged in between to ensure supplies to the traffic tunnels. This basic principle was applied for tunnel nos. 1 (tunnel lengths of 2,184 to 2,420 m), 3 (tunnel lengths of 3,169 to 4,565 m) and 5 (tunnel lengths of 1,367 to 2,864 m). On account of the low system-related pitch associated with railways, the railway connection requires three additional shorter tunnels (Fig. 2).

The Russian client's original plans envisaged using the Herrenknecht S-517 EPB (10.62 m diameter) for tunnel no. 4 (2 x 4,150 m) along the connection parallel to the Black Sea coast between Rostov on the Don and the Olympic region of Sochi (Fig. 1). Owing to the tight schedule associated with the Adler-Krasnaya Polyanna connection and to ensure completion of the overall project, a decision was made to use the S-517 Earth Pressure Balance Shield for railway tunnel no. 5 (L = 2,864 m) (Fig. 2). In agreement with the original plans, the S-534 Single Shield TBM (13.21 m diameter) was used for mechanized tunnelling of road tunnel no. 3 (L = 3,169 m).

2 Full-range concept

The tight realization schedule for such a major project and the high operative requirements on the construction companies involved represent particular challenges for a machine supplier, especially when the possible scope of delivery and performance is not limited to a single machine. In our capacity as a full-range provider of mechanized tunnelling services, we took advantage of the opportunity to face the challenges offered by this major project by applying superordinate project management. With the result that a central contact person was available to our Russian client, OAO USK Most and BAMtunnelstroy, as a superordinate client who, in turn, awarded performance and service packages to various Russian construction companies during the course of the project. The lean project organization proved favorable as the project went on in terms of developing tailor-made technical solutions and the enormous logistical effort involved in handling deliveries as well as continuously changing construction partners on the client side as the project progressed. True to the motto of „everything from a single source“, the client was able to benefit from technical and economical advantages by transferring responsibility for the various interfaces to the machine manufacturer. Worth mentioning in this context: this safeguarded the logistics, short delivery times, schedule reliability, flexibility and adaptability to modifications within the project. Apart from the ambitious schedule and logistical targets associated with such a wide-ranging project (handling volume of 32,000 m³; weight: 9,250 t with a total of 276 con-



durch die Übertragung der Schnittstellenverantwortung auf den Maschinenhersteller technische und wirtschaftliche Vorteile. Zu nennen sind in diesem Zusammenhang die Sicherstellung der Logistik, kurze Lieferzeiten, Terminalsicherheit und Flexibilität und Anpassungsfähigkeit bei Änderungen im Projekt. Neben den hochgesteckten terminlichen und logistischen Zielen dieses ehrgeizigen Großprojektes (Umschlagvolumen: 32.000 m³; Gewicht: 9.250 t mit insgesamt 276 Containern auf 7 Seeschiffen) bietet das Full-Range-Konzept die Realisierung neuer technisch erforderlicher Lösungen, welche ein Großprojekt oftmals erst ermöglichen. Einen Überblick über den Leistungs- und Lieferumfang für das Großprojekt Sochi durch Herrenknecht vermittelt Bild 3.

3 Erläuterung der einzelnen Komponenten

3.1 Tunnelbohrmaschinen (TBM)

Zum Auffahren des Eisenbahntunnels Nr. 4 mit einer Vortriebslänge von 4.150 m wurde ein Erddruckschild S-517 mit einem Schilddurchmesser von 10,62 m angeboten und beauftragt (Bild 4a). Die Maschine wurde als Erddruckschild zum Auffahren von Lehm-, Sand- und Kiesschichten mit der Option für festes Gestein ausgelegt. Aufgrund der Änderungen im Gesamtprojekt ergab sich die Fragestellung, ob der bereits im Bau befindliche Erddruckschild zum Auffahren des Eisenbahntunnels Nr. 5 (L = 2.864 m) geeignet sei. Fragestellungen wie die Eignung des zwischengeschalteten Schneckenförderers im Materialtransport des EPB-Schildes im

		Erddruckschild S-517	Einfachschild-TBM S-534
Projekt		Sotchi Eisenbahntunnel Nr. 5	Sotchi Straßentunnel Nr.3
Tunnellänge	[m]	2.864	4.035 (3.169)
Tübbing	[-]	6+1	8+1
Außen-/Innendurchmesser	[mm]	10.300/9.400	12.830/11.830
Ringlänge	[mm]	1.800	1.800
Schilddurchmesser	[mm]	10.620	13.210
Schildlänge	[mm]	9.365	10.245
Gesamtgewicht Schildmaschine	[t]	1.068	1.493
Nominale Vortriebskraft	[kN]	70.500	63.000
Abraumförderung	[mm]	1.150, Schneckenförderer	Muckring Bohrkopfzentrum
Bohrdurchmesser	[mm]	10.650	13.260
Abbauwerkzeuge	[-]	62 x 17" wedge lock Schneidrollen back loading	76 x 17" wedge lock back loading
Gesamtleistung Schneidradantrieb	[kW]	2.800, elektro-hydraulisch	3.520, elektrisch mit FU
Drehmoment 1. Stufe		21.203 kNm @ 0,85 min ⁻¹	-
Drehmoment 2. Stufe		9.117 kNm @ 1,95 min ⁻¹	-
Nenn Drehmoment		-	13.424 kNm @ 2,34 min ⁻¹
Überlastmoment		-	20.136 kNm @ 2,34 min ⁻¹
Installierte Anpresskraft	[kN]	33.778	28.953
Gesamtlänge Nachläufer	[m]	54	80
Gesamtgewicht Nachläufer	[t]	560	713
Tübbingumschlag		Andienung per MSV 2er Stapel, NL-Umschlag: Tübbingkran (11 t) & segment feeder	Andienung per MSV 3er Stapel, NL- Umschlag: Tübbingkran (15 t) & segment feeder
Abraumförderung	[mm]	1.000, Nachläuferband	1.200, Nachläuferband + 1.400, Querband
Tunnelband Gurtbreite	[mm]	800	1.000

Tabelle 1: Technische Daten der Vortriebsmaschinen Sochi

Hinblick auf die aufzufahrende Tunnellänge wurden intensiv diskutiert. Die anstehende Geologie im Eisenbahntunnel Nr. 5 mit Sandstein, Mergel erwies sich für das Auffahren des Tunnels durch einen EPB-Schild im Open Mode als geeignet und die kurzfristige Umplanung des Maschineneinsatzes wie der beauftragten Zusatzeinrichtungen wurde begonnen.

Für den Straßentunnel Nr.3 (ursprünglich L = 4.035 m, in Ausführung dann L = 3.169 m) im Kalkstein wurde eine offene Schild-TBM für einen Straßentunnel im Bereich > 13 m angefragt. Aufgrund der zur Verfügung stehenden Komponenten wurde ein Einfachschild mit

containers on 7 ships), the full-range concept enables the realization of new technical solutions often only ever possible within the confines of a major project. Fig. 3 provides an overview of the scope of performance and delivery by Herrenknecht for this major project in Sochi.

3 Explanations to individual components

3.1 Tunnel Boring Machines (TBMs)

In order to drive railway tunnel no. 4 with a tunnelling length of 4,150 m, an S-517 Earth Pressure Balance Shield with a shield diameter of 10.62 m was offered and commissioned (Fig. 4a). The machine was designed as an Earth

Pressure Balance Shield for tunnelling through layers of loam, sand and grit with an option for more consolidated rock. On account of modifications to the project as a whole, the question arose as to whether the Earth Pressure Balance Shield already in use for driving railway tunnel no. 5 (L = 2,864 m) was suitable. Aspects such as the suitability of the screw conveyor involved in material transport for the EPB Shield were discussed intensively as regards the tunnel length to be driven. The sandstone and marl geology prevalent in railway tunnel no. 5 proved to be suitable for driving the tunnel using an EPB Shield in open mode and machine deploy-

einem Schilddurchmesser von 13,21 m und einem elektrischen Antrieb (3.520 kW) mit 5,6 m Lagerdurchmesser angeboten (Bild 4b). Die technischen Daten beider Vortriebsmaschinen sind in Tabelle 1 aufgeführt.

3.2 Materialtransport

Bestandteil des Liefer- und Leistungsumfangs für den Materialtransport waren weiterhin 3 Tunnelbandanlagen der H+E Logistik GmbH. Zwei Bandanlagen mit einer Bandbreite von 1.000 mm und einer Kapazität von 1.300 t/h wurden mit einer Bandlänge von 4.320 m (Straßentunnel Nr. 3, S-534) bzw. 4.900 m (Eisenbahntunnel Nr. 5, S-517) beauftragt. Die Antriebsleistung betrug jeweils 2 x 355 kW zuzüglich

einer Boosterstation für den Ober- und Untergurt im Tunnel von jeweils 90 kW. Eine weitere Bandanlage mit einem 800er Band wurde für eine Kapazität von 1.000 t/h bei einer Bandlänge von 2.850 m (Eisenbahntunnel Nr. 5, S-517) dimensioniert. Installiert waren 3 x 160 kW. Alle Anlagen wiesen einen vertikalen Bandspeicherturm mit einer Speicherkapazität von jeweils 400 m auf (Bild 5).

3.3 Tübbingfertigung

Für die Tübbingversorgung aller maschinell aufzufahren den Tunnel wurde vom Auftraggeber, der OAO USK Most, eine zentrale Tübbingproduktion auf einer Fläche von rund 180.000 m² in Vesolye (Adler-Distrikt) vorgesehen (Bild 6). Die

ment and additional equipment was swiftly planned anew. The client inquired about an open TBM shield for road tunnel no. 3 (with an original length of 4,035 m and then changed to 3,169 m) in limestone and within the range of > 13 m. On the basis of the components available, a Single Shield TBM was offered with a shield diameter of 13.21 m and an electric drive (3,520 kW) featuring a bearing diameter of 5.6 m (Fig. 4b). The technical data on both TBMs is indicated in Table 1.

3.2 Material transport

Another component of the scope of performance and delivery for material transport by the Herrenknecht Group involved 3 tunnel belt systems from H+E Logistik GmbH. Two conveyor plants

with a belt width of 1,000 mm and a capacity of 1,300 t/h were commissioned along with a belt length of 4,320 m (road tunnel no. 3, S-534) and 4,900 m (railway tunnel no. 3, S-517). The drive output was 2 x 355 kW plus a booster station with 90 kW for the upper and lower belts in the tunnel. Another conveyor plant with an 800 mm belt was dimensioned for a capacity of 1,000 t/h and a belt length of 2,850 m (railway tunnel no. 5, S-517). 3 x 160 kW plants were installed, each of which featured a vertical belt storage tower with a storage capacity of 400 m (Fig. 5).

3.3 Segment manufacture

The client, OAO USK Most, planned central segment production on an area spanning 178,149 m²



Wir können es besser. Und wirtschaftlicher.



Rowa vereint hohe Kompetenz im Anlagenbau und langjährige Erfahrung im Untertagebau. Intelligente Gesamtlösungen vom Vortrieb bis zur Deponie sind unser Markenzeichen: Sie garantieren eine überdurchschnittliche Betriebssicherheit und eine hohe Wirtschaftlichkeit.

Wir können es besser – weltweit. Das Vertrauen unserer Kunden beweist es.

Rowa Tunnelling Logistics AG, Leuholz 15, CH-8855 Wangen SZ
Telefon +41 (0)55 450 20 30, Fax +41 (0)55 450 20 35
rowa@rowa-ag.ch, www.rowa-ag.ch

Größe und Leistung der Anlage zur Tübbingproduktion wurde zur parallelen Versorgung von 4 TBM ausgelegt. Das Konzept sieht eine flexible Gesamtanlage vor, die später nach Abschluss der Tübbingproduktion für das Sothi-Projekt in 4 Einzelanlagen getrennt werden kann, die dann bei weiteren Tunnelprojekten unabhängig voneinander genutzt werden können. Für die Tübbingproduktionsanlage des Sothi-Projekts wurden 3 vollautomatische Tübbingumlaufanlagen mit Kränen, Handlinggeräten und Härtetunnel mit Heizung (Tübbingversorgung Straßentunnel Nr. 3, 11,83 m Innendurchmesser, und Eisenbahntunnel Nr. 5, 9,40 m Innendurchmesser) sowie eine Halle mit Einrichtungen zur Beschickung von Standschalungen (Servicetunnel Nr. 3, 4,50 bis 5,80 m Innendurchmesser) geliefert.

Der Lieferumfang der Herrenknecht Formwork Technology GmbH sah weiter Maschinen zur Bewehrungsvorfertigung (Stäbe herstellen und biegen, Schneiden der Bewehrungsstäbe auf Länge) und 2 Bewehrungskorbkarusselle mit je 5 Arbeitsplätzen zum Schweißen der Bewehrungskörbe vor. Daneben wurden 2 x 6 Schalsätze (54 bzw. 42 Tübbingschalungen) zur Umlauffertigung für die Tunnel Nr. 3 (S-534) und Nr. 5 (S-517) geliefert. Betonmisch-, Betonzufuhr- und Krananlagen runden neben Pressrahmen zur Montage der Tübbingdichtungen, Vakuumsaugplatten und Wendetischen den Lieferumfang ab. Dabei lag die Komplettplanung und Chefmontage der schlüsselfertigen Produktionsanlagen inklusive Inbetriebnahme in einer Hand.

		Earth Pressure Balance Shield S-517	Single Shield TBM S-534
Project		Sochi railway tunnel no. 5	Sochi road tunnel no. 3
Tunnel length	[m]	2,864	4,035 (3,169)
Segment dimensions	[-]	6+1	8+1
Outer/Inner diameter	[mm]	10,300/9,400	12,830/11,830
Length of ring	[mm]	1,800	1,800
Shield diameter	[mm]	10,620	13,210
Shield length	[mm]	9,365	10,245
Total weight of shield machine	[t]	1,068	1,493
Nominal tunnelling force	[kN]	70,500	63,000
Excavated material transport	[mm]	1,150, Screw conveyor	Muck ring cutterhead center
Drill diameter	[mm]	10,650	13,260
Cutting tools	[-]	62 x 17" wedge lock back-loading	76 x 17" wedge lock back-loading
Disc cutters			
Total power, drive	[kW]	2,800, electro-hydraulic	3,520, electrical with FC
Torque, 1 st stage		21,203 kNm @ 0.85 rpm	-
Torque, 2 nd stage		9,117 kNm @ 1.95 rpm	-
Nominal torque		-	13,424 kNm @ 2.34 rpm
Overload torque		-	20,136 kNm @ 2.34 rpm
Installed contact force	[kN]	33,778	28,953
Total length	[m]	54	80
Total weight	[t]	560	713
Segment handling		Access via MSV, stacks of 2, back-up handling: Segment crane (11 t) & segment feeder	Access via MSV, stacks of 3, back-up handling: Segment crane (15 t) & segment feeder
Excavated material transport	[mm]	1,000, Back-up belt conveyor	1,200, Back-up belt conveyor + 1,400, cross belt conveyor
Tunnel belt width	[mm]	800	1,000

Table 1: Technical data on Sochi TBMs

Materialtransport und Peripherieausrüstung: (1) Mörtelmischanlage, (2) Kühlturm, (3) Bandanlage, (4) Multi-Service-Fahrzeug

Material transport and peripheral equipment: (1) mortar mixing unit, (2) cooling tower, (3) conveyor system, (4) multi service vehicle





Tübbingproduktionsanlage zur Versorgung von 4 TBM: (1) – (4) Produktionslinien 1-4, (5) Bewehrungskorbproduktion, (6) Betonlager, (7) Tübbinglager

Segment production plant for supplying the 4 TBMs: (1) – (4) production lines 1-4, (5) reinforcing cage production, (6) concrete storage, (7) segment storage

Im April 2009 wurde mit dem Start der Bauarbeiten auf der „grünen Wiese“ begonnen. Im Dezember 2009 war die Anlage unter voller Produktion und er-

reichte damit ihre Nennleistung 9 Monate nach Auftragsvergabe. Mit einer Hallenfläche von über 20.000 m² ist sie gegenwärtig das weltgrößte Tübbing-

in Vesyolye (Adler District) to ensure segment supplies for all mechanized tunnelling projects (Fig. 6). The size and output of the plant for segment production

was designed to supply 4 TBMs simultaneously. The concept envisaged a flexible overall plant which can be segregated into 4 individual plants after completion of segment production for the Sochi project enabling them to be used independently in other tunnel projects. Three fully-automatic segment circulating lines with cranes, handling equipment and heated curing tunnel were delivered for the segment production plant required by the Sochi project (segment supply for road tunnel no. 3 with 11.83 m inner diameter and railway tunnel no. 5 with 9.40 m inner diameter) as well as a hall with equipment for supplying stationary moulds (service tunnel no. 3 with 4.50 to 5.80 m inner diameter).

Ihr zuverlässiger Partner im Tunnelbau Separieranlagen - Technologie weltweit



Schauenburg MAB GmbH • Weseler Str. 35 • 45478 Mülheim a. d. Ruhr
website: www.schauenburg-mab.com • e-mail: sales@schauenburg-mab.com
Tel.: +49 (0)208 - 9991 - 0 • Fax: +49 (0)208 - 59 24 09

SCHAUENBURG MAB

werk. Die Gesamtherstellkapazität beträgt 350 Tübbinge/Tag, welches einer Länge von 90 m Tunnel entspricht.

3.4 Weiterer Lieferumfang

Als weiterer Lieferumfang wurden die Steuerleitsysteme der Tunnelvortriebsmaschinen (VMT GmbH), 10 Multi-Service-Fahrzeuge mit einer Zuladung von 50 t (Techni Métal Entreprise), Mörtelbehälter (10 Stück), separate Personenkabine, Tübbinggreifer und Saugplatten (Maschinen- und Stahlbau Dresden) sowie Mörtelmischanlagen (56 m³/h) zur Ringspaltmörtelproduktion, Kühlturmanlagen und Rücksteifen geliefert.

4 Projektverlauf

4.1 Eisenbahntunnel Nr. 5

(L = 2.864 m; EPB-Schild S-517; 10,62 m Durchmesser)

Im Januar/Februar 2010 begann die Baustellenmontage der TBM, der Bandanlage sowie der weiteren Peripherieausrüstungen (Mörtelanlage, Kühlturm). Die erforderliche Rücksteife (nach Zeichnungsvorgaben Herrenknecht) zum Anfahren der Vortriebsmaschine erfolgte durch lokale Beschaffung. Mit dem Vortrieb wurde am 4. April 2010 begonnen. Der Start erfolgte in einem schleifenden Anschnitt, infolgedessen die Vortriebsmannschaften eingeringfügiges Absacken der Maschine über die ersten 3 Ringe und einen schleichenden Einbruch bewältigen mussten. So waren die ersten Wochen durch die Interaktion Mensch-Maschine-Gebirge und die damit verbundene typische Lernkurve (Mörtel, Konditionierung) und anfängliche Stillstände geprägt.

Nach Bewältigung dieser Anfangsschwierigkeiten und des Verständnisses aller Betei-

ligten für die Anforderungen des offenen EPB-Vortriebs stiegen die Vortriebsleistungen kontinuierlich an. So konnten Bestleistungen von 23,4 m/Tag oder 450,6 m/Monat erzielt werden. Während des Vortriebs wurde je eine Schneidrad- und eine Förderschneckenrevision durchgeführt. Unabhängig von diesen Ereignissen erreichte die Vortriebsmaschine eine durchschnittliche Wochenleistung von 49 Ringen/Woche (oder 88 m/Woche). Das Ende des Vortriebs konnte mit dem Durchschlag in die Zielkaverne am Gegenportal am 8./9. Februar 2011 vollzogen werden. Die Demontage der TBM war ab August 2011 vorgesehen.

4.2 Straßentunnel Nr. 3

(L = 3.169 m; Einfaßschild-TBM S-534; 13,21 m Durchmesser)

Im Zeitraum März bis April 2010 erfolgte die Baustellenmontage der TBM und der Bandanlage. Für die TBM-Montage wurde ein Portalkran mit Hubwerken von 4 x 80 t genutzt.

Aufgrund der anstehenden Geologie war ein Voreinschnitt mit Kalottenvortrieb im Schutze eines Rohrschirms für die ersten 150 m Tunnel vorgesehen, ehe standfester Kalkstein für den offenen Maschinenvortrieb prognostiziert wurde. Im Schutze dieses Rohrschirms sollte die Maschine die verbliebene Strosse und Sohle auffahren und den Restquerschnitt der Ortsbrust mit dem Bohrkopf und den Fördereinrichtungen als Partial Face Excavation auffahren. Aufgrund der Interpretation der angetroffenen Geologie und der engen terminlichen Vorgaben mit der Zielsetzung des Einhaltens des Starttermins wurde dieser Rohrschirm aber auf die ersten 75 m beschränkt.

The scope of supply by Herrenknecht Formwork Technology GmbH also involved additional machinery for reinforcement prefabrication (manufacturing and bending rods, cutting the reinforcing rods to length) and 2 reinforcing basket carousels each with 5 workstations for welding the reinforcing baskets. 2 x 6 sets of moulds (54 and 42 segment moulds) were also supplied for carousel production for tunnel nos. 3 (S-534) and 5 (S-517). The scope of supply was rounded off by concrete mixers, concrete feed and crane systems as well as press frames for installing the segment sealings, vacuum suction plates and turning benches, whereby the entire planning and chief assembly of the turn-key production plants including commissioning was realized from a single source.

April 2009 saw commencement of construction work in the „green belt“. By December 2009, the plant was in full production mode thereby achieving its nominal output a mere 9 months after the contract had been awarded. With a hall area of more than 20,000 m², it is currently the largest segment plant in the world with overall manufacturing capacity comprising 350 segments/day which is equivalent to 90 m of tunnel.

3.4 Additional scope of supply

Further scope of supply involved the guidance systems for the tunnel boring machines (VMT GmbH), 10 multi-service vehicles with a payload of 50 t (Techni Métal Entreprise), grout tanks (10 pieces), separate personnel cabs, segment grabs and suction plates (Maschinen- und Stahlbau Dresden) as well as grout mixers (56 m³/h) for annular gap grout production, cooling tower plants and reaction frames.

4 Project process

4.1 Railway tunnel no. 5

(L = 2,864 m; S-517 EPB Shield; 10.62 m diameter)

January/February 2010 saw commencement of site assembly for the TBM, the conveyor plant and other additional peripheral equipment (grout plant, cooling tower). The requisite reaction frame according to Herrenknecht drawing specifications for driving the TBM was provided locally. Tunnelling commenced April 4, 2010 in a grinding cut necessitating the tunnelling teams to cope with minor sagging by the machine across the first 3 rings as well as gradual collapse. The first few weeks were therefore characterized by the interaction between man, machine and the mountainous terrain as well as the typical learning curve (grout, conditioning) and initial downtimes associated with such a process.

After mastering these initial difficulties and once everyone had understood the requirements of open EPB tunnelling, tunnelling output steadily increased – enabling top performances of 23.4 m/day or 450.6 m/month. During the tunnelling process, both the cutting wheel and screw conveyor were revised. Independent of these results, the TBM achieved an average weekly output of 49 rings/week (or 88 m/week). Tunnelling was completed on breaking through to the target cavern on the other side on February 8-9, 2011. Dismantling of the TBM is planned as of August 2011.

4.2 Road tunnel no. 3

(L = 3,169 m; Single Shield TBM S-534; 13.21 m diameter)

Over the period March through April 2010, the TBM and conveyor plant were assembled on

Das Auffahren der Strosse und Sohle als Partial Face Excavation mit der Schild-TBM erwies sich als problemlos, sodass mit dem Vortrieb am 15. Mai 2010 begonnen wurde. Es zeigte sich unmittelbar, dass die Festlegung eines Voreinschnitts richtig, dieser aber nicht weit genug ausgeführt worden war. So war die Geologie aufgrund fehlender Standfestigkeit für einen offenen Maschinenvortrieb noch nicht geeignet. Es kam zu einem Verbruch der Maschine mit Blockade des Schneidrades. Zur Bewältigung der Vortriebs-situation wurden Injektionen von oben und das Bohren von Rohrschirmen aus der Maschine ausgeführt. Parallel dazu

wurden über Querschläge bergmännische Hilfsvortriebe ausgeführt.

Auf maschinentechnischer Seite wurde eine Änderung der Getriebeübersetzung des Bohrkopfantriebs vorgenommen. Durch den Einbau neuer Getriebe mit reduzierter Übersetzung (geringere Drehzahl, aber größeres übertragbares Drehmoment) konnte die Situation verbessert werden, die geologischen Probleme aber nicht grundlegend gelöst werden. In der Einbruchsituation hätte auch die Installation des fünffachen Drehmoments nicht ausgereicht, die Lage zu bewältigen.

Auf der Basis der Erkenntnisse aus dem Vortrieb kann

site. A gantry crane with lifting devices of 4 x 80 t was used for dismantling the TBM.

Owing to the prevailing geology, a preliminary cut was planned with crown heading protected by a pipe arch for the first 150 m of tunnel before stable limestone was projected for open mechanized tunnelling. Protected by this pipe arch, the machine was intended to tunnel through the remaining bench and invert excavating the residual cross-section of the tunnel face with the cutterhead and conveyor equipment as partial-face excavation. On account of how the prevailing geology was interpreted and the tight schedule restrictions aimed at

maintaining the starting date, this pipe arch was however limited to the first 75 m.

Driving the bench and invert by means of partial-face excavation using a shield TBM did not result in any problems enabling commencement of tunnelling on May 15, 2010. It soon became evident that although specifying a preliminary cut was the right decision, this process had not been performed to the requisite extent. Accordingly, poor stability meant that the geology was not yet suitable for open mechanized tunnelling and collapsing material blocked the cutting wheel. In order to handle this tunnelling situation, injections were performed from above



We understand our business

Our many years of experience in the planning and production of simple to complex conveyor systems have made us into a reliable partner worldwide. Conveyor systems and transport systems are individually adapted to your needs.

Marti Technics Ltd. produces tailor-made, practical solutions based on its own construction site experience.

Talk to us. We will provide you with professional and correct consultation and know all the possibilities that can be used for a qualified realisation of your projects.

We also offer gravel plants, formwork systems, electrical engineering and special constructions.

Marti Technics Ltd. Lochackerweg 2 CH-3302 Moosseedorf
Fon. +41 31 858 33 88 Fax +41 31 858 33 89 info@martitechnik.ch www.martitechnik.ch


rückblickend abgeleitet werden: Mit einem um 100 m längeren Voreinschnitt oder dem Einsatz einer Erddruckmaschine wären die beschriebenen Schwierigkeiten zu vermeiden gewesen. Im eng gesteckten Projektzeitplan kann hier eine Ursache für die Schwierigkeiten gesehen werden. Um ihn zu bewältigen, war die bekannte Geologie des Nachbarberges entlang eines Tales auf den Streckenabschnitt des Tunnels Nr. 5 übertragen worden, ohne die aufzufahrende Trasse selbst geologisch analysieren zu können. Grundsätzlich ließ die gewachsene Geologie diese Vorgehensweise zwar noch zu, die Lage und Ausdehnung der Verbruchzonen jedoch nicht.

Mit den Erfahrungen aus dem Vortrieb aller 3 Tunnel Nr. 3 (Straße, Schiene, Service) wurden für den Straßentunnel Nr. 5 drei weitere Querschläge und Stollen in schlechter Geologie vorangetrieben. Für den Straßen- und den Servicetunnel wurde eine Verkürzung der Vortriebsstrecke aufgrund der Geologie von 4.200 auf 3.169 m bei entsprechender Änderung der Trasse vorgenommen.

Mitte Juli 2011 hat die Maschine mittlerweile 1.776 m Tunnel aufgefahren. Die Vortriebsleistungen betragen rund 300 m/Monat. Zielsetzung für das Ende des Vortriebs ist um den Jahreswechsel 2011/2012.

5 Zusammenfassung

Im russischen Sotchi entstehen umfangreiche Ingenieurbauwerke, die insgesamt eine leistungsfähige Straßen- und Schieneninfrastruktur für die Olympischen Winterspiele 2014 zum Ziel haben. Unter anderem entstehen mehrere Großdurchmesser-Tunnel. Die Herausfor-

derungen eines solchen Großprojektes verlangen erhebliche technisch maßgeschneiderte und logistisch anspruchsvolle Lösungen, von denen jede einzelne auf hohem Niveau konzipiert und umgesetzt werden muss. Darüber hinaus spielt die Optimierung der großen Zahl von Schnittstellen zwischen den Komponenten und Baustellenabläufen eine herausragende Rolle für hohe und verlässliche Produktionsleistungen. Das Full-Range-Konzept mit integrierten Tunnelbau-Lösungen für Maschinentechnik, Zusatzeinrichtungen sowie Serviceleistungen schafft hier die Voraussetzungen. Es beinhaltet gleichzeitig die Verantwortung, den Kunden bei der Realisierung und bei Änderungen im Projekt zu begleiten und kurzfristige Lösungen für alle Bereiche bereitzuhalten. Der bisherige Verlauf dieses Großprojektes zeugt von einer starken Bereitschaft aller Beteiligten, das Projekt in Angriff zu nehmen und es trotz aller Widrigkeiten im gesteckten Rahmen abzuschließen. Insgesamt zeigt das Vorhaben Sotchi, dass durchdacht aufeinander abgestimmte Systemlösungen für das bauausführende Unternehmen eine gute Basis schaffen um hohe Vortriebsleistungen im maschinellen Tunnelvortrieb zu erreichen. 

and a pipe arch was drilled out of the machine. Additional smaller auxiliary headings were also performed in parallel by means of cross-passages.

On the technical side, a modification was made to the cutterhead drive gear ratio. By fitting new gears with a reduced transmission ratio (lower speed yet greater transmissible torque), it was possible to improve the situation although the geological problems could not be fundamentally solved. The installation of a five-fold torque would not even have sufficed in such a collapse.


Based on the discoveries made during tunnelling, it is possible to derive the following information in retrospect: with a 100-meter preliminary cut or the use of an Earth Pressure Balance Shield, the difficulties described would have been avoidable. The tight project schedule can be regarded as a reason for the difficulties encountered. In order to handle these difficulties, the familiar geology of the neighbouring mountain along a valley on the section was transferred to tunnel no. 5 without being able to analyze the geology of the actual route to be driven. The respective geology allowed this approach in general but the location and expansion of the collapse zones did not.

Using the experience gained in tunnelling each of the 3 sections in tunnel no. 3 (road, rail and service), 3 additional crosscuts and tunnels were driven in poor geology for road tunnel no. 5. Necessitated by this geology, the tunnelling route for the road and service tunnel was reduced from 4,200 to 3,169 m and the route altered accordingly.

By mid-July 2011, the machine had meanwhile driven 1,776

m of tunnel. Tunnelling output comprises around 300 m/month. The tunnelling completion date is planned for the turn of the year 2011/2012.

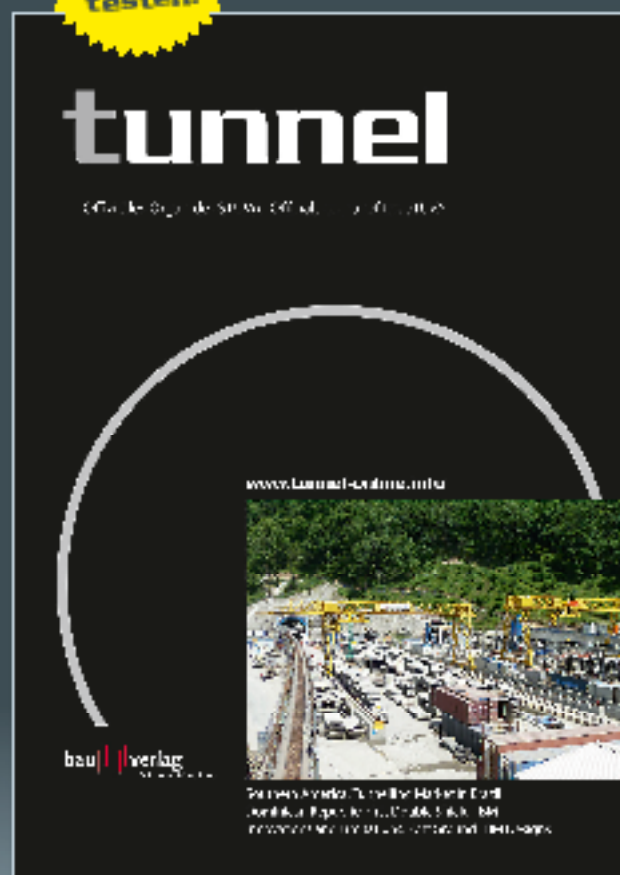
5 Summary

Extensive engineering projects aimed at constructing an efficient road and rail infrastructure in time for the 2014 Winter Olympics are currently underway in Sochi, Russia. One aspect involves the construction of several large-diameter tunnels. The challenges of such a major project demand significant technical tailor-made and logistically demanding solutions – each of which needs to be designed and implemented at a high level. Furthermore, optimization of the large number of interfaces between the components and site processes also plays an outstanding role in terms of high and reliable production output. The full-range concept featuring integrated tunnelling solutions for machine technology, additional equipment and services provides the basis for these conditions. It also includes the responsibility associated with supporting the client during realization and modifications to the project as well as coming up with speedy solutions in all areas. The progress made by this major project to date bears witness to the great willingness by everyone involved to meet the challenges presented and complete the project within the specified timeframe despite all of the difficulties encountered along the way. All in all, the Sochi project is evidence of the fact that well-conceived and coordinated system solutions create a good basis for the construction company when it comes to achieving high tunnelling output rates in mechanized tunnelling processes. 

Alle Vorteile eines Abonnements + einen iPod als Geschenk.

4

Ausgaben testen!



4 Ausgaben tunnel im Kennenlern-Paket:
Sie sparen 14,50 EUR im Vergleich zum Einzelheftkauf
und erhalten

1 x iPod Shuffle 2 68 kostenlos dazu!

Jetzt ausfüllen und Prämie sichern

Firmenschrift

Privatschrift

Firmenname

Branche

Vorname, Name

Straße

PLZ, Ort

Telefon

eMail

Datum/Unterschrift

2011TUNAG210

[] Ja, ich lese die nächsten 4 Ausgaben der Fachzeitschrift tunnel zum Vorzugspreis von nur 73,50 EUR statt 88,00 EUR im Einzelverkauf. Mein Geschenk erhalte ich direkt nach Zahlungseingang. Das Abonnement läuft nach vier Ausgaben automatisch aus.

[] Ja, ich bin damit einverstanden, dass mich der Bauverlag und die DOUGroup per E-Mail über interessante Zeitschriftenangebote informieren. Diese Einwilligung kann ich jederzeit widerrufen. Ich kann der Verarbeitung und Nutzung meiner Daten für Zwecke der Werbung jederzeit beim Verlag widersprechen.

Noch mehr Infos unter: www.tunnel-online.info