

BRENNER BASISTUNNEL GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO

BBT
Galleria di Base del Brennero
Brenner Basistunnel BBT SE



**DIE TBM
TUNNELBOHRMASCHINE
LA TBM
TUNNEL BORING MACHINE**

Zwei Vortriebsmethoden

Der Bau des Brenner Basistunnels ist aufgrund seiner Größe und Komplexität eine besondere technische Herausforderung.

Bei der Realisierung werden zwei unterschiedliche Vortriebsmethoden angewandt: der bergmännische (konventionelle) und der maschinelle Vortrieb. Die Wahl zwischen diesen beiden Varianten wird durch unterschiedliche Faktoren beeinflusst. Entscheidend sind vor allem die Vortriebslänge (wirtschaftliche und logistische Bewertungen) und die Art des aufgefahrenen Gesteins (geologische Merkmale).

Due tipi di scavo

La realizzazione della Galleria di Base del Brennero rappresenta un'importante sfida di carattere tecnico per via di dimensioni e complessità.

I metodi di scavo sono di due tipi: tradizionale (convenzionale) e meccanizzato. La scelta tra le due soluzioni è influenzata da diversi fattori: tra quelli decisivi, per esempio, la lunghezza del tratto da scavare (valutazioni economiche e logistiche) e il tipo di roccia che si incontra (caratteristiche geologiche).

Das Tunnelsystem des BBT wird zu 50 % bergmännisch vorgetrieben, d.h. der Tunnel wird mit Sprengungen ausgebrochen. Die restlichen 50% werden maschinell vorgetrieben, d.h. es kommen riesige Tunnelbohrmaschinen (TBM) zum Einsatz.

Il sistema di gallerie dell'opera BBT è realizzato fino al 50% con scavo in tradizionale, ovvero utilizzando esplosivi che frantumano la roccia in modo da poterla rimuovere. Il restante 50% è invece scavato con metodo meccanizzato, ovvero impiegando enormi frese chiamate Tunnel Boring Machine (TBM).

Die TBM kann als „Fabrik im Berg“ bezeichnet werden. Sie besteht aus einem rotierenden Bohrkopf samt einer Nachläuferkonstruktion und ist oft mehr als 200 Meter lang.

La TBM può essere descritta come una “fabbrica dentro la montagna”, si compone di una testa fresante con struttura a traino e supera spesso i 200 metri di lunghezza.

Der maschinelle Vortrieb mittels TBM hat gegenüber dem bergmännischen zwei entscheidende Vorteile: höhere Vortriebsgeschwindigkeit und höhere Arbeitssicherheit. Aufgrund der beachtlichen Herstellungs-, Transport- und Montagekosten sind die TBM im Vergleich zum Sprengvortrieb nur bei langen Strecken rentabel. Beim Bau des BBT setzt man auf zwei Arten von „klassischen“ Tunnelbohrmaschinen: die „geschlossene“ TBM und die „offene“ TBM.

I due principali vantaggi offerti dallo scavo meccanizzato mediante TBM sono l'elevata velocità di avanzamento e la maggiore sicurezza durante lo scavo. Tuttavia, visti gli alti costi di produzione, trasporto e montaggio delle frese, queste possono essere utilizzate solo per tratti di scavo molto lunghi affinché risultino convenienti rispetto al metodo tradizionale. Per la realizzazione dell'opera BBT si adoperano due tipologie di frese “classiche”: le TBM “chiuse” e “aperte”.

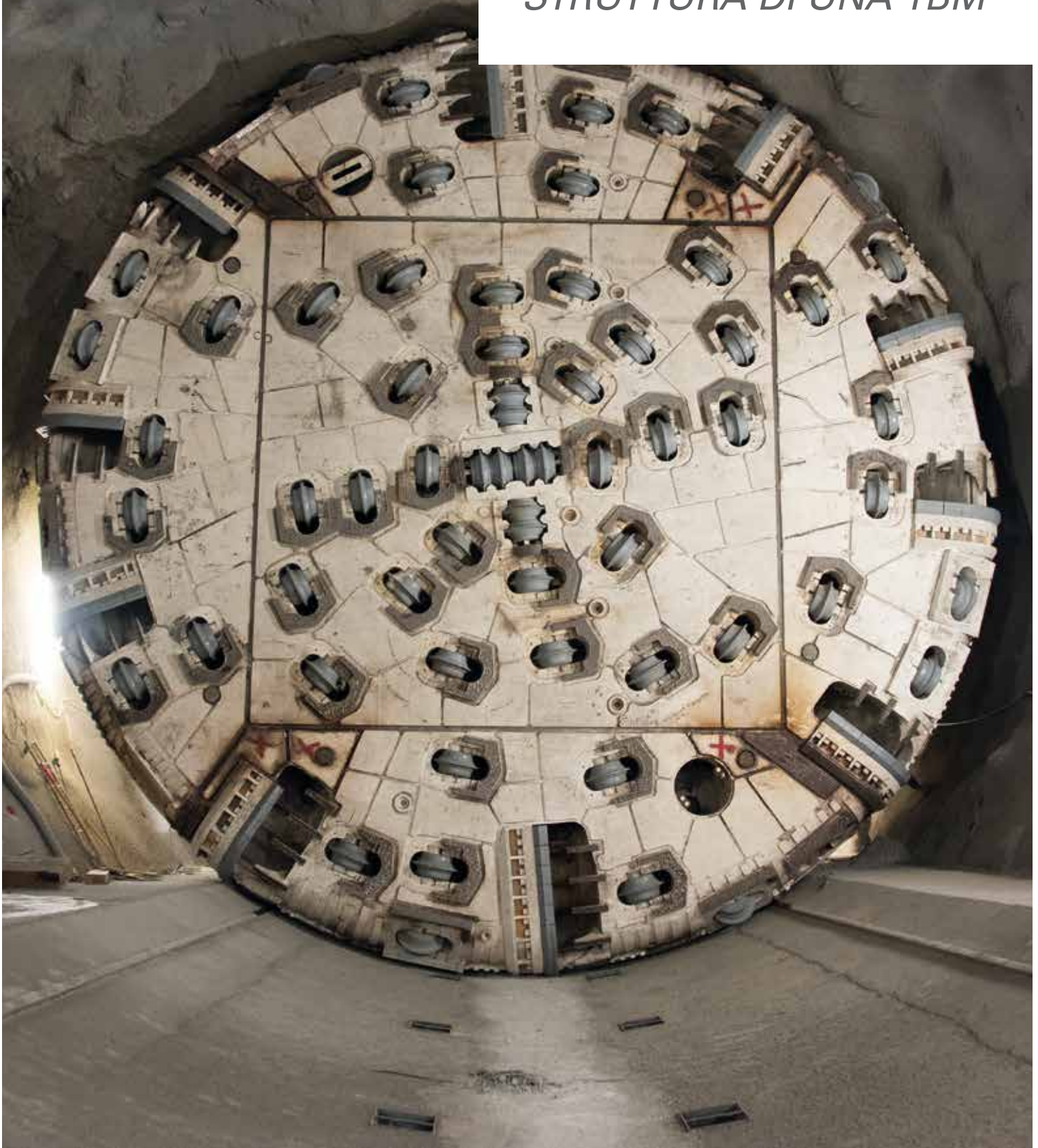


Im Steuerstand der TBM wird der maschinelle Vortrieb gelenkt und kontrolliert
Nella postazione di controllo della TBM si guida e si controlla lo scavo meccanizzato



Ortsbrust - bergmännischer Vortrieb
Fronte di scavo - metodo tradizionale

AUFBAU EINER TBM *STRUTTURA DI UNA TBM*



Bohrkopf der TBM Flavia
Testa della TBM Flavia

Die sogenannte „geschlossene“ TBM führt neben dem Vortrieb auch die Innenauskleidung der Tunnelwände aus. Dabei werden vorgefertigte, bogenförmige Betonelemente (Tübbing), die aneinandergereiht den Ring der Innenschale bilden, mit einem automatisierten, mechanischen System montiert. Diese Art von Tunnelbohrmaschine kommt beim Brenner Basistunnel am häufigsten zum Einsatz.

Die „offene“ TBM führt hingegen nur die Vortriebsarbeiten aus. Die Auskleidung wird anschließend von den Tunnelbauarbeitern ausgeführt. Sie montieren Stahlgitter und kleiden die Tunnelwände mit Spritzbeton aus.

„Offene“ Gripper TBM

Am 26. September 2015 wurde die erste TBM auf österreichischem Projektgebiet namens „Günther“ beim Baulos „H33 Tulfes-Pfons“ angedreht. Sie nahm, ausgehend von der Baustelle im Ahrental bei Innsbruck, Fahrt Richtung Süden auf und öffnete den Erkundungsstollenabschnitt in Richtung Brennergrenze. **Mit einer Leistung von knapp 4.760 PS arbeitete sie sich durch den Berg.**

Inbetriebnahme

Genau drei Monate zuvor traf der erste von 75 Spezialtransporten mit den Bestandteilen dieser TBM ein. Das schwerste Einzelteil wog 120 Tonnen. In dreimonatiger Tag- und Nachtarbeit wurde das 1.800 Tonnen schwere Vortriebsgerät montiert. Der gesamte vordere Teil der Maschine wurde in einer 120x15x15 Meter großen Montagekaverne, welche sich 3,5 Kilometer im Berg befindet, zusammengebaut. Die ca. 200 Meter lange Nachläuferkonstruktion wurde auf der Baustelleneinrichtungsfläche an der Oberfläche teilweise montiert und anschließend durch den Zufahrtstunnel unter Tage gebracht.

La cosiddetta TBM “chiusa” esegue, oltre allo scavo, anche il rivestimento definitivo delle pareti della galleria, posizionando con un sistema meccanico automatizzato i “conci”, elementi prefabbricati a forma d’arco in calcestruzzo che, una volta allineati, costituiscono l’anello del rivestimento definitivo. Si tratta della tipologia di TBM maggiormente utilizzata per la realizzazione della Galleria di base del Brennero.

La TBM “aperta” esegue invece soltanto lo scavo. L’operazione di rivestimento viene realizzata successivamente da parte degli operai che lavorano in galleria, i quali montano le reti in acciaio e ricoprono le pareti della galleria con calcestruzzo proiettato (spritz beton).

Fresa “aperta” con gripper

*Il 26 settembre 2015 è stata attivata la prima TBM sull’area di progetto austriaca presso il lotto costruttivo “H33 Tulfes-Pfons”; la fresa è stata battezzata “Günther”. Partendo dal cantiere di Ahrental presso Innsbruck, la fresa si è fatta strada verso sud, scavando il tratto del cunicolo esplorativo verso il confine di Stato del Brennero. **Ha avanzato attraverso la montagna con una potenza pari a 4.760 cavalli.***

Messa in esercizio

Esattamente tre mesi fa è giunto a destinazione il primo di 75 trasporti eccezionali per le componenti della fresa. La componente più pesante pesava 120 tonnellate. In tre mesi, lavorando notte e giorno, è stata montata la macchina di scavo, con un peso pari a 1.800 tonnellate. Tutta la parte anteriore della macchina è stata assemblata a una profondità di 3,5 chilometri, direttamente nella montagna, in un camerone di montaggio grande 120x15x15 metri. La struttura a traino, lunga circa 200 metri, è stata assemblata in parti all’aperto, nell’area di cantiere, e poi trasportata in sotterraneo attraverso la galleria di accesso.

DIE TBM TUNNELBOHRMASCHINE

Die Förderbänder des maschinellen Vortriebs hatten eine Kapazität von 600 Tonnen Ausbruchsmaterial pro Stunde. Im Bohrkopf waren fünf der 46 Schneidrollen mit dem innovativen System DCLM (Disc Cutter Load Monitoring) ausgestattet. Es maß die auf die Schneidrollen wirkende Schneidlast, die Rückschlüsse auf die Beschaffenheit der Ortsbrust und dadurch eine Optimierung der Vortriebsparameter erlaubte. Weitere fünf Schneidrollen waren mit dem System DCRM (Disc Cutter Rotation Monitoring) ausgestattet, das die Drehbewegung und Temperatur der Schneidrollen überwachte, wodurch die Werkzeugwartungsintervalle optimiert werden konnten. Zusätzlich lieferte ein Kamerasystem Fotos der Ortsbrust auf die Monitore des Steuerstandes. So wurden von dieser TBM auch Störzonen gemeistert.

Eine wichtige Besonderheit der „offenen“ Gripper-Maschine ist – wie der Name schon sagt – ihre Bauart mit einem vergleichsweise kurzen Schild hinter dem Bohrkopf. Dies ermöglichte gerade im Erkundungsstollen eine direkte Sichtung des Gebirges, da der Blick auf den Fels nicht durch ein Stahlschild verdeckt wird - ein wesentlicher Vorteil für unsere Fachleute bei der Beurteilung des zu durchörternden Gesteins.

Versorgung der TBM

Diese TBM hatte auch logistische Unterstützung: Eine Besonderheit beim Bau des Brenner Basistunnels ist der Einsatz mehrerer Multiservice Vehicle (MSV) – das sind innovative Versorgungszüge auf Rädern. Ihre Aufgabe war es, das Baumaterial und Fertigbetonteile, welche aneinandergereiht nach dem maschinellen Tunnelausbruch die Fahrbahn bilden („Sohlsteine“), zur Tunnelbohrmaschine zu bringen.

I nastri trasportatori dello scavo meccanizzato avevano una capacità di 600 tonnellate di smarino (trasporto del materiale) all'ora. Nella testa fresante, 46 dei taglienti a disco erano dotati del sistema innovativo DCLM (Disc Cutter Load Monitoring). Questo misurava il carico di taglio che agisce sui taglienti a disco, permettendo di trarre conclusioni sulle condizioni del fronte di scavo e di ottimizzare così i parametri di scavo. Altri cinque taglienti a disco sono stati dotati di sistema DCRM (Disc Cutter Load Monitoring), che monitorava la rotazione e la temperatura dei taglienti a disco, così da poter ottimizzare gli intervalli di manutenzione dell'attrezzatura. Un sistema di telecamere inviava inoltre foto del fronte di scavo ai monitor nella postazione di controllo. La fresa ha potuto così superare le zone di faglia.

Un'importante particolarità della fresa "aperta" con gripper è, come indica il nome, la struttura con uno scudo relativamente corto dietro la testa fresante. Ciò ha permesso una visuale diretta sulla roccia, in particolare nel cunicolo esplorativo, che non venisse ostacolata da uno scudo d'acciaio. Un netto vantaggio per i nostri professionisti alle prese con la valutazione della roccia da attraversare.

Fornitura della TBM

La TBM ha ricevuto anche supporto logistico: una particolarità della costruzione della Galleria di base del Brennero è l'impiego di diversi "veicoli multiservizio" (Multiservice Vehicles - MSV): si tratta di innovativi treni di approvvigionamento su ruote. Il compito di questi veicoli era trasportare alla fresa i materiali di costruzione e i prefabbricati, che in seguito allo scavo della galleria con TBM formano, una volta allineati, la massicciata (i cosiddetti "conci di base").



Das sogenannte „Multi Service Vehicle“ für die Versorgung der TBM im Erkundungstollen Ahrental-Pfons
Il cosiddetto „Multi Service Vehicle“ per l’approvvigionamento della fresa nel cunicolo esplorativo di Ahrental-Pfons



Durchschlag des Erkundungstollens auf Höhe Steinach am Brenner
Abbattimento del diaframma del cunicolo esplorativo al livello di Steinach am Brenner

Technische Daten der Gripper-TBM *Caratteristiche tecniche della fresa con gripper*

| | |
|--|--|
| Maschinentyp <i>Tipologia di macchina</i> | offene Gripper-TBM S-932 <i>TBM S-932 aperta con gripper</i> |
| Durchmesser <i>Diametro</i> | 7,91 m 7,91 m |
| Länge TBM inkl. Nachläufer <i>Lunghezza della TBM comprensiva di backup</i> | 200 m 200 m |
| Gewicht TBM inkl. Nachläufer <i>Peso della TBM comprensiva di backup</i> | 1.800 t 1.800 t |
| Gewicht Bohrkopf <i>Peso della testa della fresa</i> | 146 t 146 t |
| Antriebsleistung <i>Potenza motrice</i> | 3.500 kW 3.500 kW |
| Drehmoment <i>Momento torcente</i> | 7.666 kNm 7.666 kNm |
| Max. Drehzahl <i>Velocità massima di rotazione</i> | 7 Umdrehungen/min (0-7 regelbar) <i>7 rotazioni/min (0-7 regolabile)</i> |
| Anpresskraft <i>Capacità di spinta</i> | 14.490 kN entspricht fast 1.500 t <i>14.490 kN che corrisponde a circa 1.500 t</i> |
| Schneidrollen <i>Taglienti a disco</i> | insgesamt 46+3 Stück, Durchmesser 19" (38 Einzel- und 4 Doppel-Schneidrollen im Zentrum und 3 Übermaß-Rollen) <i>46+3 cutter totali, diametro 19" (38 taglienti a disco singolo e 4 a disco doppio al centro, 3 di dimensioni maggiori)</i> |
| Räumer <i>Aperture</i> | 6 Stück 6 pezzi |
| Durchstieg <i>Passaggio</i> | 2 Mannlöcher je 0,6 m <i>2 passi d'uomo di 0,6 m ognuno</i> |
| Ausbauverfahren <i>Potenziamento</i> | Felssicherung <i>consolidamento della roccia</i> |
| Höchste Gebirgsüberlagerung TBM <i>Massima copertura della roccia della TBM</i> | 1.300 m 1.300 m |
| Vortriebslänge <i>Lunghezza dello scavo</i> | 16.630 m 16.630 m |
| Ausbruchsdurchmesser <i>Diametro di scavo</i> | 8,13 m (mit Überschneidung von 10 cm im Radius) <i>8,13 m (con sovrascavo di 10 cm radiali)</i> |
| Geologie <i>Geologia</i> | Quartzphyllit, Schiefer <i>fillade quarzifera, calcescisti</i> |
| Hersteller <i>Impresa produttrice</i> | Herrenknecht AG, Schwanau D <i>Herrenknecht AG, Schwanau (Germania)</i> |
| Fertigstellung <i>Completamento</i> | Mai 2015 Maggio 2015 |
| Auftragnehmer <i>Appaltatore</i> | ARGE Tulfes-Pfons, Strabag SE (technische Federführung) <i>ATI Tulfes Pfons, Strabag SE (capogruppo tecnico)</i> |

Weltrekord

Im Mai 2017 brach die Gripper-TBM weltweit erstmalig 61,04 Meter innerhalb von 24 Stunden im Quarzphyllit aus. Die mittlere Vortriebsleistung betrug 11 Meter pro Tag.

Record mondiale

Nel mese di maggio 2017, la macchina TBM con gripper è riuscita a scavare, per la prima volta al mondo, 61,04 metri in 24 ore attraverso la fillade quarzifera. La produzione media di scavo giornaliera era pari a 11 metri.

Als Alleinstellungsmerkmal des Projekts Brenner Basistunnel gilt der Erkundungsstollen (EKS), den diese TBM auf österreichischem Gebiet freimachte. Während der Bauphase dient er der Vorerkundung des Gesteins sowie der Baulogistik – später, in der Betriebsphase, der Entwässerung und der Instandhaltung.

Durchschlag des Erkundungsstollens

Nach 16,6 Kilometern Vortrieb war am 6. Juli 2020 die Verbindung zwischen den beiden Baulosen „H33 Tulfes-Pfons“ und „H51 Pfons-Brenner“ hergestellt. Um 08:27 Uhr bohrte sich die Gripper-Maschine Richtung Italien durch die letzten Gesteinsbrocken. Der Durchschlag erfolgte im Gemeindegebiet von Steinach am Brenner. Zuvor wurde die Tunnelröhre vom Wipptal gegen Norden auf 1,7 Kilometer Länge bergmännisch mittels Sprengvortrieb ausgebrochen, um dem maschinellen Vortrieb, also der TBM, begegnen zu können. Ein wegweisender Meilenstein für das europäische Infrastrukturprojekt im Herzen Europas war damit erreicht. Auch der Sicherheits- bzw. Logistikfaktor für künftige Arbeiten wurde dadurch wesentlich erhöht.

Baulos „H41 Sillschlucht-Pfons“

Beim Baulos „H41 Sillschlucht-Pfons“ kommen zur Öffnung der Haupttunnelröhren jene TBM zum Einsatz, die bereits im Baulos „H61 Mauls 2-3“ erfolgreich ihre Arbeit verrichten. Dieser Maschinentyp wird auf den folgenden Seiten näher beschrieben.

La caratteristica che rende il progetto della Galleria di base del Brennero unico nel suo genere è il cunicolo esplorativo (CE), scavato dalla TBM sul territorio austriaco. Durante la fase di costruzione il cunicolo viene utilizzato per attività di prospezione preliminare della roccia e per la logistica di cantiere; in seguito, nella fase operativa, verrà utilizzato per il drenaggio delle acque e la manutenzione.

Abbattimento del diaframma del cunicolo esplorativo

Dopo 16,6 chilometri di scavo meccanizzato, il 6 luglio 2020 è stato portato a termine il collegamento tra i due lotti costruttivi “H33 Tulfes-Pfons” e “H51 Pfons-Brennero”. Alle ore 08:27, la fresa meccanica “Günther” si è fatta strada verso l’Italia, perforando gli ultimi massi rocciosi. L’abbattimento del diaframma è avvenuto nel comune di Steinach am Brenner. In precedenza, la galleria era stata scavata in tradizionale per 1,7 km, partendo dalla valle Wipptal in direzione nord, fino al punto di incontro con la TBM, quindi con le operazioni di scavo meccanizzato, proveniente dalla direzione opposta. È così stata posta un’importantissima pietra miliare nel progetto infrastrutturale europeo che attraversa il cuore dell’Europa. Anche il fattore di sicurezza e logistica per i futuri lavori è stato così notevolmente aumentato.

Lotto costruttivo “H41 Gola del Sill-Pfons”

Le TBM utilizzate per lo scavo delle gallerie principali nel lotto costruttivo “H41 Gola del Sill-Pfons” sono le stesse in funzione nel lotto costruttivo “H61 Mules 2-3”, dove stanno dando ottimi risultati. La tipologia di macchina è descritta in dettaglio di seguito.



Vorteil der offenen Gripper-TBM: Sicht auf das Gestein
Il vantaggio della TBM aperta con gripper consiste nel poter vedere la roccia



Auf einer „geschlossenen“ Doppelschild TBM
Su una fresa „chiusa“ a doppio scudo

„Geschlossene“ Doppelschild-TBM

Staatsgrenze erreicht

Dieser TBM-Typ wird beim Vortrieb im Baulos „H61 Muls 2-3“ eingesetzt. Von Mai 2018 bis November 2021 arbeitete sich „Serena“ im Erkundungsstollen 14 Kilometer bis zur Staatsgrenze vor - ein historischer Schritt war erstmals erreicht! Seit dem Frühjahr 2019 verrichten „Flavia“ und „Virginia“ jeweils in einer der beiden Haupttunnelröhren ihren Dienst. Vom Süden sind diese beiden mit Ummantelungen bzw. Schutzschildern ausgestatteten Doppelschild-Maschinen in Richtung Norden unterwegs. Dank der sofortigen Sicherung der Tunnelwände, noch ehe Tübbingteile von der Nachläuferkonstruktion der Maschine versetzt werden, gewährleistet diese Bauart der TBM den Tunnelbauarbeitern einen besonders hohen Schutz. Die Anzahl der Schilde ist von der Art der TBM abhängig. Dementsprechend wird zwischen Einfach- und Doppelschild-TBM unterschieden.

Struktur

Die Doppelschild-TBM setzt sich aus verschiedenen Baugruppen und Modulen zusammen und kann eine Länge von bis zu 300 Metern erreichen. Der wichtigste Bestandteil ist auch bei diesem Maschinentyp der Bohrkopf, der direkt gegen die auszubrechende Felsoberfläche – „Ortsbrust“ genannt – drückt. Der Durchmesser des Bohrkopfs ist vom nötigen Tunnelquerschnitt abhängig. **Der Bohrkopf der TBM für den Erkundungsstollen in Italien hatte einen Durchmesser von 6,82 Metern, während für die Haupttunnel ein Bohrkopf mit einem Durchmesser von 10,71 Metern verwendet wird.**

Unmittelbar hinter dem **Bohrkopf** befindet sich das erste Schild zum Schutz der verschiedenen, anschließenden Maschinenteile. Im Schildinneren befinden sich der Materialtrichter, in dem das vom Bohrkopf abgetragene Material angesammelt wird, der Hauptantrieb und das Hauptlager. Weiter hinten unter dem Schild sind die **Vortriebszylinder** positioniert, die den Bohrkopf mit enormer Schubkraft nach vorne drücken. Somit kann der Bohrkopf Druck auf die Ortsbrust ausüben.

Fresa “chiusa” a doppio scudo

Raggiunto il confine di Stato

Questa tipologia di fresa è utilizzata per gli scavi nel lotto costruttivo „H61 Mules 2-3“. Da maggio 2018 a novembre 2021 „Serena“ ha scavato 14 chilometri di cunicolo esplorativo fino al confine di Stato, segnando così un momento storico! Dalla primavera 2019 “Flavia” e “Virginia” sono impiegate rispettivamente nelle due gallerie principali. Sono quindi due le macchine a doppio scudo operative in direzione nord e si contraddistinguono per gli scudi di rivestimento e protezione di cui sono dotate. Tale struttura garantisce un alto livello di protezione per gli operai che lavorano in galleria grazie all’intervento immediato di messa in sicurezza delle pareti della galleria, anche prima che i conci prefabbricati siano spostati dalla struttura a traino della macchina. Il numero degli scudi può variare a seconda del tipo di fresa che, in base a questa caratteristica, si dividono in TBM a scudo singolo e a doppio scudo.

Struttura

*La TBM a doppio scudo si compone di diversi elementi e moduli che complessivamente possono raggiungere una lunghezza di 300 metri. La parte principale della TBM è la testa fresante, che si trova a diretto contatto con la parete di roccia da scavare (il “fronte di scavo”). Il diametro della testa varia in base alla sezione trasversale della galleria. **La testa fresante per il cunicolo esplorativo in Italia aveva un diametro di 6,82 metri, mentre per le gallerie di linea viene utilizzata una testa fresante con diametro pari a 10,71 metri.***

*All’interno della **testa fresante** si trovano la tramoggia (che raccoglie il materiale scavato dalla testa), il motore di spinta principale della macchina e il cuscinetto principale. Dietro lo scudo sono posizionati anche i **cilindri**, che offrono una fortissima spinta in avanti alla testa fresante, così che possa esercitare pressione sul fronte di scavo.*

DIE TBM TUNNELBOHRMASCHINE

Zwischen dem **Frontschild** und dem **Gripper-schild** befinden sich die sogenannten Gripper: Diese bestehen aus zwei **Gripperschuhen**, die mit hydraulischem Druck gegen die Tunnelwände gepresst werden, um das Frontschild wie ein **Teleskop**, unabhängig vom Gripperschild, vorzuschieben. Die Position der Gripper zwischen Front- und Gripperschild bietet erhebliche technische Vorteile beim eigentlichen Tunnelvortrieb.

Der Schildschwanzbereich schützt jenen Maschinenteil, der für die Montage der Tübbing vorgesehen ist. Der sogenannte **“Tübbing-Erektor”** ermöglicht das Anheben der einzelnen Tübbingsegmente durch ein pneumatisches System. Die bogenförmigen Betonsegmente werden nacheinander montiert bis ein geschlossener Ring die Tunnelwand auskleidet. Hinter dem Tübbing-Erektor befinden sich weitere Einrichtungen, die den Betrieb der TBM ermöglichen.

Etwa die Steuerkabine, von der aus die TBM gestartet und gesteuert wird. Hier werden sämtliche Informationen gesammelt und verarbeitet, die für den ordnungsgemäßen Betrieb der Maschine unerlässlich sind. Laserdetektoren sind hier von besonderer Bedeutung – sie geben den Bauarbeitern die korrekte Bohrrichtung vor. Luftkompressoren und Ölpumpen sind weitere Hilfsanlagen, die für den Betrieb der TBM benötigt werden. Diese Einrichtungen werden über ein Kabel, das mit zunehmendem Baufortschritt stets nachgeführt werden muss und somit immer länger wird, von außen mit Strom versorgt.

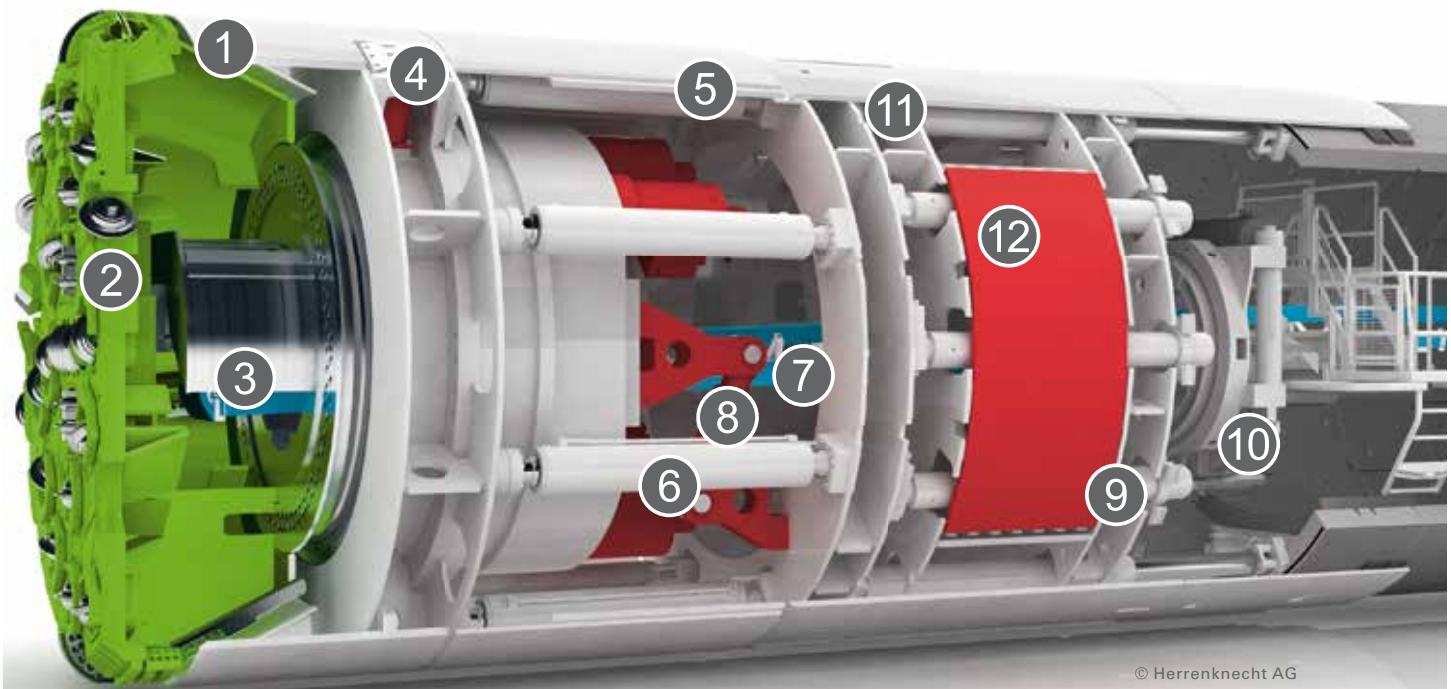
Damit die Tunnelbohrmaschine einwandfrei funktioniert, muss Wasser von der oberirdischen Baustelle durch Rohrleitungen bis zur TBM gepumpt werden, um dort die Aggregate zu kühlen. Im Anschluss wird es wieder aus dem Tunnel gepumpt. Daneben wird kontinuierlich frische Luft von außen zur TBM geführt, um gesunde Luftverhältnisse für die Tunnelbauarbeiter gewährleisten zu können.

*Tra il primo e secondo **scudo** si trovano i **gripper**, costituiti da due paratie che vengono spinte a movimenti idraulici verso le pareti della galleria per ancorare la macchina alla roccia e quindi consentire l'avanzamento del **scudo telescopico**. In questa posizione, i gripper separano il primo e il secondo scudo, offrendo notevoli vantaggi tecnici in fase di scavo.*

*Il secondo scudo funge da protezione al meccanismo dedicato al montaggio dei conci di rivestimento. Un macchinario detto **erettore** permette il sollevamento dei singoli conci mediante un sistema pneumatico. Gli elementi in calcestruzzo a forma d'arco vengono allineati finché non si ottiene un "anello" chiuso che ricopre integralmente la parete della galleria. Dietro l'erettore sono montate una serie di strutture di supporto che permettono il funzionamento della TBM.*

Per esempio è la camera di controllo, da cui gli operatori attivano e gestiscono le frese. Al suo interno vengono raccolte ed elaborate tutte le informazioni indispensabili per il corretto funzionamento della macchina. Fondamentali sono i rilevatori laser, che indicano agli operatori la corretta direzione dell'avanzamento della macchina. Altri importanti impianti di supporto sono i compressori d'aria e le pompe dell'olio, dalle quali dipende gran parte del funzionamento della TBM. Queste strutture vengono alimentate da corrente elettrica trasportata dall'esterno mediante un cavo. Con l'avanzamento dei lavori, questo viene progressivamente allungato.

Per il corretto funzionamento della macchina, è necessario che venga pompata acqua mediante tubazioni dal cantiere in superficie fino alla TBM, di modo da raffreddare gli aggregati. L'acqua verrà poi pompata nuovamente verso l'esterno della galleria. Viene inoltre apportata continuamente aria pulita dall'esterno fino alla TBM per garantire condizioni di salubrità agli operai che lavorano in galleria.



© Herrenknecht AG

1. Frontschild

Umfasst Bohrkopf, Hauptlager und Antrieb und bildet den ausfahrbaren Teleskopschild.

2. Bohrkopf

Hartgesteinsschneidrollen brechen durch Rotation und hohen Anpressdruck Felschips aus der Ortsbrust.

3. Muckring

Das von den Räumern aufgenommene Bohrklein fällt durch den trichterförmigen Muckring auf das Förderband.

4. Stabilisatoren

Reduzieren Vibrationen während des Vortriebs und vermindern dadurch den Verschleiß einzelner Komponenten.

5. Teleskopschild

Die Überlappung von Front- und Gripperschild bildet den ausfahrbaren Teleskopschild mit Teleskopfuge.

6. Hauptvortriebszylinder

Stützen sich am Gripperschild ab und drücken den rotierenden Bohrkopf an die Ortsbrust.

7. Maschinenband

Fördert das Bohrklein vom Zentrum des Bohrkopfs zu nachgelagerten Fördereinrichtungen.

8. Drehmoment-Stützzylinder

Nehmen die Drehmomentkräfte des Schneidrads auf und verhindern damit eine Verrollung.

9. Hilfsvortriebszylinder

Dienen zur Lagesicherung der gesetzten Tübbingsegmente und zum Nachschieben des Gripperschildes.

10. Tübbingerektor

Fernbedienter, verfahrbarer Vakuummanipulator zum Versetzen der Tübbingsegmente beim Ringbau.

11. Gripperschild

Umfasst Gripperschneidwerk, Hilfsvortriebszylinder und Schildschwanz und bildet den hinteren Teil des Teleskopschildes.

12. Gripperschuhe

Verspannen die Doppelschild-TBM mithilfe hydraulischer Verspannzylinder seitlich an der Tunnelwand.

1. Scudo frontale

Comprende la testa della fresa, il cuscinetto principale e il motore; costituisce lo scudo telescopico estensibile.

2. Testa fresante

I taglienti a disco per la roccia dura operano tramite rotazione ed elevata pressione di appoggio dal fronte di scavo.

3. Apertura per la rimozione dei detriti

I detriti prelevati dal cucchiaio caricatore passano per l'apertura a forma di imbuto nella paratia stagna e vengono depositati sul nastro trasportatore.

4. Stabilizzatori

Riducono le vibrazioni durante lo scavo minimizzando così l'usura dei singoli componenti.

5. Scudo telescopico

La sovrapposizione tra scudo frontale e scudo dei gripper (primo e secondo scudo) costituisce lo scudo telescopico estensibile.

6. Cilindri di spinta principali

Si appoggiano allo scudo dei gripper e premono la testa rotante della fresa contro il fronte di scavo.

7. Nastro trasportatore

Preleva i detriti dal centro della testa fresante portandoli verso i dispositivi di trasporto situati a valle.

8. Martinetto di serraggio per la rotazione

Rallentano la forza del movimento torcente del tagliente a disco evitando così il rollio.

9. Cilindri di spinta

Servono per il consolidamento della posa in opera dei conci prefabbricati e per la spinta dello scudo dei gripper.

10. Erettore

Manipolatore a vuoto telecomandato, mobile, per la posa in opera dei conci prefabbricati per l'anello di ancoraggio.

11. Scudo dei gripper

Comprende il serraggio del gripper, i cilindri di spinta e la coda dello scudo; costituisce la parte posteriore dello scudo telescopico.

12. Paratie del gripper

Effettuano il serraggio della TBM a doppio scudo mediante cilindri di serraggio idraulici al piedritto laterale.

**Aufbau der TBM: in Grün der Bohrkopf, in Rot die Gripperschuhe und die Vortriebszylinder
Struttura della TBM: in verde la testa fresante, in rosso le paratie del gripper ed i cilindri di spinta**



Die durch den Vorschub der TBM gezogenen Nachläufer fahren auf Schienen
I carri di backup vengono trainati dall'avanzamento delle TBM

Das von der TBM ausgebrochene Gestein wird hinter den beiden Schildern in der Brechanlage zerkleinert und über ein Förderbandsystem zum Tunnelportal und anschließend bis zu den Deponien befördert. Am Ende der Bauphase werden die Förderbänder in beiden Ländern jeweils rund 80 Kilometer lang sein. Beim Bau des BBT werden verschiedene Förderbänder eingesetzt: Förderbänder mit einer Breite zwischen 0,8 und 1,6 Metern. Letztere haben etwa eine Förderleistung von 1.200 Tonnen Felsmaterial pro Stunde (ca. 622 m³/Stunde).

Aufgrund all dieser Anlagen erreicht die TBM ein Gesamtgewicht von etwa 2.750 Tonnen. Die für die Haupttunnelvortriebe verwendeten TBM haben alleine für den Bohrkopf einen Leistungsbedarf von 4.200 kW (bzw. 8.000 kW, wenn alle angeschlossenen Anlagen berücksichtigt werden). Der Leistungsbedarf für den Vortrieb des Erkundungsstollens beträgt etwa 4.000 kW. Eine enorme Leistung, wenn man bedenkt, dass etwa Formel 1-Rennwagen mit Geschwindigkeiten von ca. 300 km/h einen Leistungsbedarf von 800 kW haben.

Die durch den Vorschub der TBM gezogenen Nachläufer fahren auf Schienen, die nach und nach verlegt werden. Diese werden nicht nur für die Fortbewegung der TBM, sondern auch für den schienengebundenen Transport des erforderlichen Materials, der Arbeiter und der Tübbing verwendet.

Funktionsweise

Die Funktionsweise der TBM ergibt sich aus dem synchronen Zusammenwirken sämtlicher beschriebener Komponenten. Der Bohrkopf wird gegen die Ortsbrust gepresst, dreht sich und zerkleinert somit das Gestein. Dies ist dank der seitlichen Gripper möglich, welche sich seitlich gegen die Tunnelwände stemmen und den Auflagepunkt für die riesigen Hydraulikzylinder bilden. Die Zylinder sorgen wiederum für den Vorschub des Frontschilds und das Anpressen des Bohrkopfs gegen die Ortsbrust.

La roccia scavata dalla fresa viene frantumata nel cosiddetto crusher (frantoio) posto dietro i due scudi e condotta, attraverso un sistema di nastri trasportatori, verso l'uscita della galleria e, infine, al deposito. Al termine dei lavori, la lunghezza dei nastri trasportatori in entrambi i paesi sarà di circa 80 km. Per la realizzazione dell'opera BBT vengono utilizzate diverse tipologie di nastri trasportatori, con una larghezza compresa tra 0,8 e 1,6 metri. Questi ultimi hanno una capacità di carico di circa 1.200 tonnellate all'ora, ossia circa 622 m³/ora.

Tutti questi macchinari fanno sì che il peso della TBM raggiunga le 2.750 tonnellate circa. Le TBM impiegate per le gallerie di linea richiedono una potenza di 4.200 kW soltanto per la testa fresante (8.000 kW considerando tutti gli impianti connessi). La potenza necessaria per la TBM che scava il cunicolo esplorativo è di circa 4.000 kW; una potenza enorme a confronto, ad esempio, alle auto che corrono in Formula 1 a 300 km/h, la cui potenza non supera gli 800 kW.

I carri di backup vengono trainati dall'avanzamento delle TBM e scorrono su rotaie montate progressivamente. Questi vengono utilizzati, oltre che per il movimento della TBM, anche per il trasporto mediante convogli ferroviari del materiale occorrente, degli operai e dei conci di rivestimento.

Funzionamento

Il funzionamento della TBM è il risultato e la combinazione del lavoro di tutte le componenti descritte, che a loro volta devono funzionare in maniera coordinata. Quando la testa fresante è in pressione contro il fronte di scavo, ruotando, frantuma la roccia. Questo è possibile grazie ai gripper laterali che, facendo pressione lateralmente sulle pareti della galleria, forniscono il punto d'appoggio per i giganteschi cilindri idraulici, i quali provvedono a loro volta all'avanzamento dello scudo frontale e alla spinta della testa fresante verso il fronte di scavo.

DIE TBM TUNNELBOHRMASCHINE

Durch die Gripper können im Schildschwanzbereich die Tübbinge montiert werden, selbst während der Bohrkopf in Betrieb ist. Dadurch werden, im Vergleich zu einer Einfachschild-TBM, zwei Tätigkeiten gleichzeitig und unabhängig voneinander ausgeführt. Folglich wird die Geschwindigkeit des Vortriebs erhöht. Dies erfolgt unter sofortiger Festigung der Tunnelwände.

Die Vorschubbewegung des Bohrkopfs beträgt ca. 1,50 Meter, was der Breite eines Tübbings im Erkundungsstollen entspricht. In den Haupttunnelröhren haben die Tübbinge eine Breite von 1,75 m. Nach Abschluss eines Vorschubtaktes werden die Gripperschuhe gelöst und wieder eingezogen, um das sogenannte "Regripping" zu ermöglichen, während durch Anstützen an die soeben montierten Tübbinge die gesamte TBM nachgeschoben wird und der Bohrkopf erneut an die Ortsbrust angenähert wird. Danach werden die Gripper wiederum gegen die Tunnelwände verspannt, und die Arbeiten im Front- und im Gripperschild (Vortrieb und Montage der Tübbinge) werden erneut, unabhängig voneinander aufgenommen.

Jede TBM wird im Rahmen einer sogenannten „Andrehfeier“ in Betrieb genommen bevor sie mit der Ausörterung des Tunnelbauwerks beginnt. Die TBM sind ununterbrochen in Betrieb, mit Ausnahme von planmäßigen Wartungsstillständen und geologischen Messungen. Das technische Personal arbeitet rund um die Uhr, 7 Tage die Woche, in drei Schichten zu je 8 Stunden. In jeder Schicht arbeiten ca. 17 Personen auf einer TBM und ca. 10 Personen auf der Baustelle im Freien, welche die Arbeiten an der TBM unterstützen.

La presenza del gripper permette, nel secondo scudo, di svolgere le operazioni di montaggio dei conci di rivestimento anche mentre la testa fresante è operativa. Rispetto a una TBM a scudo singolo, ciò permette di svolgere due operazioni contemporaneamente e in maniera indipendente, aumentando la velocità di avanzamento con un immediato consolidamento delle pareti della galleria.

Il movimento telescopico di avanzamento della testa è di 1,50 m circa, che corrisponde alla larghezza di un conchio di rivestimento nel cunicolo esplorativo; nelle gallerie di linea i conci hanno invece una larghezza pari a 1,75 m. Raggiunta questa distanza, le paratie del gripper vengono ritirate e poi riposizionate per consentire il cosiddetto "regripping", mentre l'intera TBM viene spinta in avanti, poggiandosi sui conci appena montati e avvicinando nuovamente la testa al fronte di scavo. I gripper vengono quindi spinti nuovamente contro le pareti della galleria e i lavori nel primo e secondo scudo (scavo e montaggio dei conci) riprendono nuovamente in maniera indipendente.

Ogni TBM viene azionata durante una cerimonia di avvio dei lavori, prima che inizi lo scavo della galleria. Il lavoro delle TBM procede in maniera ininterrotta salvo interventi di manutenzione programmati e rilievi geologici. Il personale tecnico lavora 24 ore al giorno, sette giorni su sette, in tre turni di 8 ore ciascuno. Ogni turno vede all'opera circa 17 persone operative su una TBM, oltre a circa 10 persone di supporto tecnico all'esterno presso il cantiere.



Transportzug im Baulos Mals 2-3. Man beachte die Tunnelauskleidung mit Fertigbetonteilen
Treno di trasporto nel lotto costruttivo Mules 2-3. Da notare il rivestimento della galleria con elementi prefabbricati in calcestruzzo



Mit vereinten Kräften kann Großes geschaffen werden
Unendo le forze si possono realizzare grandi cose



TÜBBINGVERSATZ
SPOSTAMENTO DEI CONCI

Die Produktion von Tübbingen erfordert hohe Präzision
La produzione di segmenti richiede un'alta precisione

Ein Tübbing ist ein vorgefertigtes Stahlbetonsegment, das sowohl als Außen- wie auch Innenschale beim Tunnelbau fungiert. In den Haupttunnelröhren des BBT bilden 7 Segmente und 1 Sohlstein einen vollständigen Ring. Im Erkundungsstollen wurden dafür 6 Fertigteile und 2 Sohlsteine verbaut.

Un concio è un segmento prefabbricato in calcestruzzo armato che funge sia da rivestimento esterno che interno nella realizzazione della galleria. Nella gallerie principali dell'opera BBT, un anello completo è costituito da sette elementi e un concio di base. Nel cunicolo esplorativo sono stati utilizzati a questo scopo sei elementi prefabbricati e due conci di base.

Tübbingversatz der TBM

„Geschlossene“ Doppelschild-Tunnelbohrmaschinen arbeiten meist mit automatischem Tübbingversatz. Das bedeutet, dass gleich im Anschluss an den Ausbruch und an die Stabilisierung des Tunnels Betonfertigteile verlegt werden.

Der Tunnel setzt sich schließlich aus einer Vielzahl von Ringen zusammen. Die Auskleidung mit aneinandergereihten Tübbingungen geschieht vollautomatisch, der Einbau kann bei einer Doppelschild-TBM auch während der Vortriebsphase erfolgen.

Tübbingfabrik Hinterigger

Die Tübbinge des BBT auf Südtiroler Seite werden in Hinterigger im Riggertal, unweit vom Portal des Erkundungsstollens in Aicha, produziert. Für die Herstellung der Tübbinge wird Ausbruchsmaterial wiederverwendet. Da der Beton direkt in der Tübbingfabrik hergestellt wird, werden Transportkosten reduziert und eine zusätzliche Umweltbelastung vermieden. Nach dem Zerkleinern des Ausbruchsmaterials wird dieses mit Zement vermischt und in die entsprechenden Schalungen gepumpt, in welche zuvor sowohl eine Stahlbewehrung als auch ein Dichtungsband integriert wurden. Dann werden die Schalungen erhitzt und die Tübbingteile quasi „gebacken“. Jedes einzelne Betonsegment wird im Anschluss vermessen und überprüft, bevor es zum Aushärten zwischengelagert werden kann.

Spostamento dei conci con TBM

Le frese "chiuse" a doppio scudo operano solitamente con spostamento automatico dei conci, il che significa che gli elementi prefabbricati in calcestruzzo vengono posati immediatamente in seguito allo scavo e alla stabilizzazione della galleria.

Il risultato finale sarà una galleria composta da una serie di anelli. Il rivestimento in conci prefabbricati allineati viene eseguita in maniera del tutto automatica e, nel caso di TBM a doppio scudo, la posa può avvenire anche in fase di scavo.

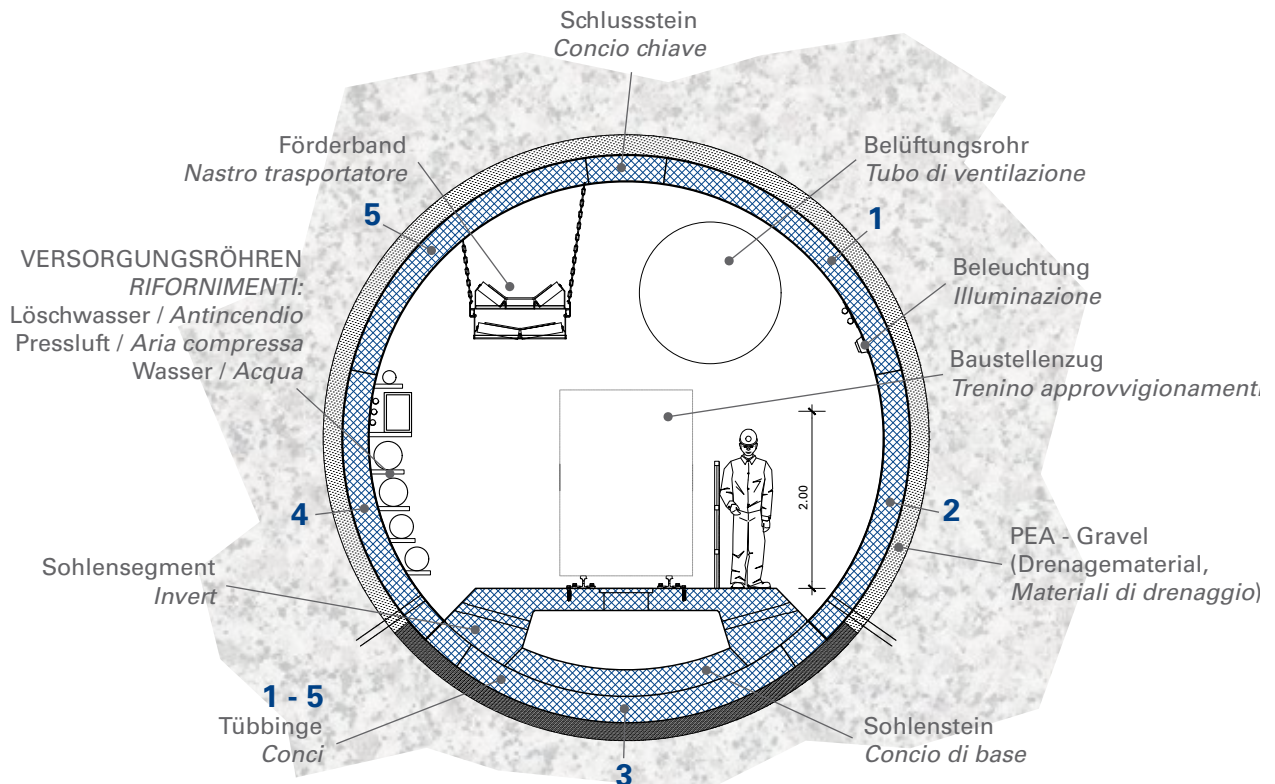
La fabbrica di Hinterigger

I conci dell'opera BBT sul lato altoatesino vengono prefabbricati ad Hinterigger nella Val di Riga (Riggertal), non lontano dal portale del cunicolo esplorativo di Aicha, riutilizzando materiale di scavo condotto verso l'esterno dai nastri trasportatori. Poiché il calcestruzzo è prodotto direttamente nell'impianto di prefabbricazione dei conci, i costi di trasporto e l'impatto ambientale sono ridotti. Dopo che il materiale di scavo è stato frantumato, viene miscelato al cemento e pompato negli appositi stampi, dove sono stati in precedenza integrati sia un'armatura in acciaio che un nastro di impermeabilizzazione. Gli stampi vengono quindi riscaldati e i conci prefabbricati lasciati a "cuocere". Ogni singolo segmento di calcestruzzo viene poi misurato e controllato prima di essere temporaneamente stoccato per completarne l'indurimento.



Zahlreiche Tübbingschalungen sind zur Fabrikation der Betonfertigteile vonnöten
 Sono necessari diversi stampi per conci per poter realizzare gli elementi prefabbricati

Querschnitt Erkundungstollen - Sezione cunicolo esplorativo



Querschnitt des ausgekleideten Erkundungstollens
 Sezione del cunicolo esplorativo rivestito

Schließlich können die Tübbingteile schienengebunden ins Tunnelinnere bis zur TBM transportiert werden. Der Transport von der Tübbingfabrik bis zur Maschine dauert etwa 3 Stunden, wobei maximal die Betonsegmente für zwei Ringe transportiert werden können: Für den Erkundungsstollen entspricht dies 10 normalen Tübbing, 2 Schlusssteinen und 2 Sohlelementen. An der engsten Stelle des Tübbingringes wird der kleinere Schlussstein eingesetzt, der als letztes Keilelement den Ring schließt und verspannt. Die Sohlelemente hingegen sind flach und liegen am Tunnelboden auf. Dadurch entsteht eine ebene Fläche, auf der die Gleise für das Vorankommen der TBM verlegt werden. Unterhalb des Sohlelements verbleibt ein Hohlraum, in dem das Tunnelwasser drainiert wird und abfließen kann.

I conci possono infine essere trasportati su rotaia all'interno della galleria fino alla TBM. Il trasporto dall'impianto di prefabbricazione dei conci fino alla macchina dura circa 3 ore e prevede come carico massimo gli elementi in calcestruzzo necessari per due anelli: per il cunicolo esplorativo, 10 conci normali, due "chiavi" e due conci di base. In quanto elemento più piccolo, le chiavi sono montate per ultime a chiudere e bloccare l'anello nel punto più stretto. I conci di base sono invece strutture a ponte che poggiano sulla base della galleria. Questo crea una superficie piana sulla quale vengono posati i binari per l'avanzamento della TBM. Sotto la base rimane una cavità dove viene drenata l'acqua presente in galleria, così che possa defluire.

Tübbingdaten Haupttunnel

Dati dei conci prefabbricati gallerie principali

| | |
|--|---|
| Normaltübbing <i>Concio normale</i> | ca. 9,4 t, L/B/H – ca. 4,8 m / 1,75 m / 0,45 m <i>ca. 9,4 t, lunghezza/larghezza/altezza – ca. 4,8 m / 1,75 m / 0,45 m</i> |
| Schlussstein <i>Concio chiave</i> | ca. 3,2 t <i>ca. 3,2 t</i> |
| 1 Sohltübbing <i>1 concio di base</i> | ca. 16,9 t <i>ca. 16,9 t</i> |

Tübbingdaten Erkundungsstollen

Dati dei conci prefabbricati cunicolo esplorativo

| | |
|---|---|
| Normaltübbing <i>Concio normale</i> | ca. 4,5 t, L/B/H – ca. 4,5 m / 1,5 m / 0,30 m <i>ca. 4,5 t, lunghezza/larghezza/altezza – ca. 4,5 m / 1,5 m / 0,30 m</i> |
| Schlussstein <i>Concio chiave</i> | ca. 2,8 t <i>ca. 2,8 t</i> |
| 2 Sohltübbinge zusammen <i>2 conci di base insieme</i> | ca. 9,28 t <i>ca. 9,28 t</i> |



AUFSTELLUNG DES BOHRKOPFES *COLLOCAZIONE DELLA TESTA DELLA FRESA*

Aufstellung des in drei Segmente geteilten Bohrkopfes vor den BBT-Tunnelwelten Steinach am Brenner
Collocazione della testa della fresa suddivisa in tre segmenti davanti al Pianeta Galleria BBT di Steinach am Brenner

Bohrkopf

Der wichtigste Teil der hochtechnologischen Fabrik unter Tage ist ihr Bohrkopf. Der Bohrkopf ist mit sogenannten Disken oder Cuttern bestückt: Dabei handelt es sich um Schneidrollen aus einer äußerst widerstandsfähigen Metalllegierung, die das Gestein einschneiden, brechen und zertrümmern. Dies ist möglich, da sich die Disken drehen während sich der Bohrkopf mit enormem Druck gegen die Felswand presst. Räumler befördern das Gestein hinter den Bohrkopf. Von dort erfolgt der Transport mittels Förderbänder automatisch aus dem Tunnel auf die Deponie.

Testa fresante

La parte più importante di questo complesso sotterraneo ad alta tecnologia è la testa fresante. Sulla testa fresante sono montati i cosiddetti cutter veri e propri taglienti a disco di lega metallica ad alta resistenza che, ruotando, incidono e frantumano la roccia sgretolandola. Questo è possibile grazie alla rotazione e all'altissima pressione sulla parete rocciosa dalla testa fresante. Subito dietro alla testa fresante si trova il primo scudo, che funge da protezione per diversi macchinari posizionati dietro. Condotto di scarico trasportano la roccia dietro la testa fresante. Da lì, il materiale scavato viene trasportato automaticamente tramite nastri trasportatori dalla galleria fino al deposito.

Nach dem Abbau der Gripper-Maschine wurde der Bohrkopf zum Ausstellungsstück. Das Vortriebswerkzeug mit einem Durchmesser von rund 8 Metern kann nun vor dem Infocenter Tunnelwelten in Steinach am Brenner besichtigt werden. Mehr Details zur „Reise“ des Bohrkopfes in diesem Kurz-Clip.

In seguito allo smontaggio della macchina gripper, la testa della fresa è diventata un elemento espositivo. Ora è possibile vedere questo strumento di scavo dal diametro di circa 8 metri davanti al centro informativo Pianeta Galleria a Steinach am Brenner. Troverete ulteriori informazioni sulla "corsa" della testa della fresa in questo breve video.

> Kurzes Video



> Breve Video



Haben Sie Interesse an einer Besichtigung?

Anmeldungen zu Besichtigungen nehmen wir gerne auf unserer Homepage unter www.bbt-se.com/besucher/besichtigung/ entgegen. Die BBT SE veranstaltet jährlich den Tag des offenen Tunnels. Interessierte können den Tunnel besichtigen und sich vom Baufortschritt überzeugen.

Infopoints

Eintritt frei

BBT Tunnelwelten Steinach am Brenner

Alfons-Graber-Weg 1
A-6150 Steinach
www.tunnelwelten.com



Infopoint Franzensfeste

Konsortium Beobachtungsstelle
Festung Franzensfeste
I-39045 Franzensfeste, Brennerstraße
Di - So von 10 bis 18 Uhr (Mai bis Oktober)
Di - So von 10 bis 16 Uhr (November bis April)
www.bbtinfo.eu/infopoint
T. +39 0472 057200

Ausstellung Hauptbahnhof Innsbruck

6 bis 22 Uhr

www.bbt-se.com

Aktuelle Informationen rund um das Projekt Brenner Basistunnel. Anmeldung zu Führungen, Ausschreibungen für Bauarbeiten und Dienstleistungen.

BRENNER BASISTUNNEL BBT SE

Amraser Straße 8
A-6020 Innsbruck
T. + 43 512 4030
F. + 43 512 4030 110
bbt@bbt-se.com
www.bbt-se.com

Siete interessati a visitare la Galleria di Base del Brennero?

Le prenotazioni per le visite avvengono attraverso il nostro sito internet www.bbt-se.com/it/visitatori/visite-ai-cantieri/. La BBT SE organizza annualmente una "Giornata delle porte aperte", dove i visitatori possono scoprire di più sull'avanzamento dei lavori.

Gli Infopoint

Ingresso libero

Pianeta Galleria BBT

*Alfons-Graber-Weg 1
A-6150 Steinach
www.tunnelwelten.com*



Infopoint Fortezza

*Osservatorio per l'Ambiente e la Sicurezza del Lavoro
Forte Asburgico di Fortezza
I-39045 Fortezza
Mar - Dom: 10.00 - 18.00 (da maggio a ottobre)
Mar - Dom: 10.00 - 16.00 (da novembre ad aprile)
www.bbtinfo.eu/infopoint
T. +39 0472 057200*

Esposizione Stazione centrale Innsbruck

6.00 - 22.00

www.bbt-se.com

Aggiornamento continuo sul progetto della Galleria di Base del Brennero. Prenotazione di visite guidate, informazioni su appalti di lavori e servizi.

GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO

*Piazza Stazione 1
I-39100 Bolzano
T. + 39 0471 0622 10
F. + 39 0471 0622 11
bbt@bbt-se.com
www.bbt-se.com*