



Der Bau des Katzenbergtunnels mit einer Tunnelvortriebsmaschine

Für den Bau des Katzenbergtunnels kamen grundsätzlich zwei gleichwertige Vortriebs- und Bauverfahren in Betracht: die Spritzbetonbauweise, auch „Neue Österreichische Tunnelbauweise“ (NÖT) genannt und die Bauweise mit Tunnelvortriebsmaschine. Aus technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten fiel die Entscheidung zu Gunsten der zweiten Variante: Die beiden jeweils 8.984 Meter langen Tunnelröhren werden mit zwei jeweils 220 Meter langen und 2.500 Tonnen schweren Tunnelvortriebsmaschinen aufgeföhren. Lediglich im Bereich der beiden Tunnelportale wird auf einer Länge von 286 Meter im Norden beziehungsweise 115 Meter im Süden der Tunnel in offener Bauweise erstellt und anschließend überschüttet.

Bei den beiden baugleichen Tunnelvortriebsmaschinen handelt es sich um so genannte Erddruckschilde, bei denen das an der Ortsbrust abgebaute Material auch zur Tunnelbruststützung genutzt werden kann. Mit einer Antriebsleistung von 3.200 Kilowatt – dies entspricht 4.350 PS – wird der Ausbruch des Gesamtquerschnitts einer Tunnelröhre von rund 95 Quadratmeter in einem Arbeitsgang abgetragen. Das Drehmoment der Maschine beträgt 19.800 Kilonewtonmeter.

Der eigentliche Bohrschild ist 10 Meter lang, das Schneidrad hat einen Durchmesser von 11,16 Meter. Die Blechstärke des Frontschildmantels, der Druckwand und der Stützwand beträgt jeweils 70 Millimeter. Mit einem um die Tunnelachse rotierenden Schneidrad löst die Tunnelvortriebsmaschine bei einem möglichen Betriebsdruck von 5 bar das Gesteins- und Bodenmaterial. Das Felgenrad verfügt über acht Schneidarme, es kann sowohl in linker als auch in rechter Drehrichtung betrieben werden. Das Bohrwerkzeug des Schneidrades setzt sich aus 14 Doppel- und 28 Einfachdisken, 5 Zentrumsrollen und 164 Schälmessern zusammen. Die Disken und Schälmesser sind von hinten austauschbar.

Das gelöste Gesteins- und Erdmaterial dringt durch Öffnungen im Schneidrad in die Abbaukammer und vermischt sich mit dem dort bereits vorhandenen Erdbrei. Einem unkontrollierten Eindringen des Bodens von der Ortsbrust in die Abbaukammer wird durch die Übertragung der Vortriebspresenkräfte von der Druckwand auf den Erdbrei begegnet. Das gesamte hydraulische System umfasst 24 Doppelvortriebspresen.

Eine Teleskop-Förderschnecke von circa 19 Meter Länge leitet das Material aus der Abbaukammer auf ein erstes Förderband. Das Fördervolumen der Schnecke liegt bei circa 1.309 Kubikmeter losem Abbaumaterial pro Stunde. Über weitere Förderbänder gelangt der Abraum schließlich bis zur Baustelleneinrichtung am Südportal.

Die vorgesehene mittlere Vortriebsleistung beträgt 15 Meter pro Tag; die Maschinen sind jedoch für höhere Geschwindigkeiten von mehr als 20 Meter pro Tag ausgelegt, sofern dies die geologischen Verhältnisse zulassen. Bei einer erforderlichen Anpassung an die Festigkeit des Gesteinsmaterials werden die Schneidwerkzeuge am Schild gewechselt.

Präzise durch den Berg

Das Steuerleitsystem ist ein computergestütztes System von Messeinrichtungen, das die jeweilige Schildlage sowie den Tübbingausbau ermittelt und dokumentiert. Das System mit automatischer Positionsbestimmung durch einen sichtbaren Laserstrahl gibt dem Schildfahrer ständig aktualisierte Informationen über die räumliche Position der Tunnel-



Das Schneidrad der Tunnelvortriebsmaschine hat einen Durchmesser von 11,16 Metern.



vortriebsmaschine. Die Steuerung selbst erfolgt jedoch manuell, das heißt die Druckdifferenzen zwischen den Pressengruppen werden basierend auf den Daten des Steuerleitsystems von Hand eingestellt. Durch permanente Kontrolle und Korrekturen kann eine präzise Schildfahrt innerhalb eines relativ kleinen Toleranzkreises um die Sollachse gehalten werden. Das Steuerleitsystem bietet Programme sowohl zur Vorausberechnung der Ringbaufolge als auch von Korrekturfahrten. Durch eine umfassende Prozessdatenerfassung des Steuerleitsystems und der Aufzeichnung von Störmeldungen wird der Vortriebsprozess protokolliert.

Der Einbau der Tübbinge

Beim Vortrieb mit der Tunnelvortriebsmaschine erfolgen Sicherung, Abdichtung und die endgültige Auskleidung in einem Arbeitsgang. Die Tübbinge werden unmittelbar nach dem Bohrvorgang im Schutz des insgesamt rund 11 Meter langen Schildschwanzes eingebaut. Als Schildschwanzabdichtung kommen außen eine Bürstendichtung und Federblech, innen eine Lynaceldichtung zum Einsatz.

Ein hydraulischer Teleskoperektor mit einem Vakuumgreifsystem nimmt die Tübbinge auf und versetzt die einzelnen Segmente. Der Erektor ist auf einem Fahrträger installiert. Die Kinematik des Erektors erlaubt das passgenaue Versetzen der Tübbinge; die Bewegungs-funktionen Teleskopieren, Drehen und Fahren in Längsrichtung sind proportional angesteuert. Großzügig bemessene Kraftreserven in allen Bewegungsfunktionen erlauben ein feinfühliges Versetzen der Elemente. Die Steuerung des Erektors erfolgt über ein tragbares Funk- sowie über ein fest installiertes Steuerpult.

Nach Fixierung der Tübbinge durch gegenseitige Verschraubung wird der etwa 17 bis 25 Zentimeter breite Spalt zwischen Tübbingring und Gebirge unverzüglich mit Mörtel verfüllt. Diese Ringspaltverpressung mit Nassmörtel erfolgt kontinuierlich beim Vortrieb des Schildes aus dem Schildschwanz heraus. Nach dem Erhärten der Ringspaltverpressung werden die Verschraubungen zur Fixierung wieder entfernt.

Im vorderen Teil der Vortriebsmaschine befindet sich zudem noch eine Personenschleuse sowie eine Materialschleuse – beide sind auf einen Betriebsdruck von 5 bar bemessen.



Der Tübbingausbau wird mit einem computergestützten Steuerleitsystem durchgeführt.



Der hydraulische Teleskoperektor nimmt die Tübbinge auf und versetzt die einzelnen Segmente.



Der Nachläuferbereich der Tunnelvortriebsmaschine

Das Nachlaufsystem der Maschine wird durch drei Nachlaufbereiche gebildet, eine Brücke gewährleistet die Verbindung zum Schild. Die Nachläufer fahren auf Radkästen durch den Tunnel. Hier befinden sich das Tübbingmagazin, das als Zwischenspeicher für einen kompletten Ring dient und mit dem die Segmente durch die Verschiebevorrichtungen bis zur Übergabeposition unter dem Erektor transportiert werden.

Mit einem Tübbingumschlagkran werden die Tübbinge von den Schwerlastfahrzeugen entladen und in den vorderen Nachläuferbereich transportiert. Dort werden sie durch einen Schacht in das Unterdeck abgesenkt. Ein weiterer Tübbingkran übernimmt die Segmente und befördert sich schließlich zum Tübbingmagazin.

Im Nachlaufsystem befinden sich zudem die Mörtelverpressanlage, die Druckluftversorgung, das Kühl-, Industrie- und Entwässerungssystem, die Ventilationseinrichtungen, die Elektro- und Hydraulikausrüstungen sowie der Steuerstand. Im Nachlaufbereich der Tunnelvortriebsmaschine erfolgt auch direkt der Ausbau der Tunnelsohle.

In 31 Monaten durch den Berg

Der erste Vortrieb in der östlichen Röhre startete im Juni 2005, die zweite identisch gebaute Tunnelvortriebsmaschine nahm ihre Arbeit im Oktober 2005 auf. Für die Montage der ersten Tunnelvortriebsmaschine benötigten die zeitweise bis zu 90 vor Ort eingesetzten Spezialisten rund drei Monate. Mit der Werkmontage hatte die Firma Herrenknecht am Produktionsstandort Schwanau bereits im Frühjahr 2004 begonnen.

Die Maschinen arbeiten sich im Drei-Schicht-Betrieb an sieben Tagen die Woche – lediglich unterbrochen durch Wartungsarbeiten – durch den Berg. Geplant ist dabei eine Einsatzzeit von maximal 31 Monaten, bis auf der anderen Seite des Katzenbergs nördlich von Bad Bellingen das Ende des bergmännischen Vortriebs erreicht ist.



Tunnelvortriebsmaschine bei der Endmontage



Im Steuerstand



Endlos wirkender Gang in der Tunnelvortriebsmaschine