

Arlberg-Straßentunnel

Generalsanierung sowie Flucht- und Rettungswege über den Zuluftkanal

Tirol – Vorarlberg, im Bau

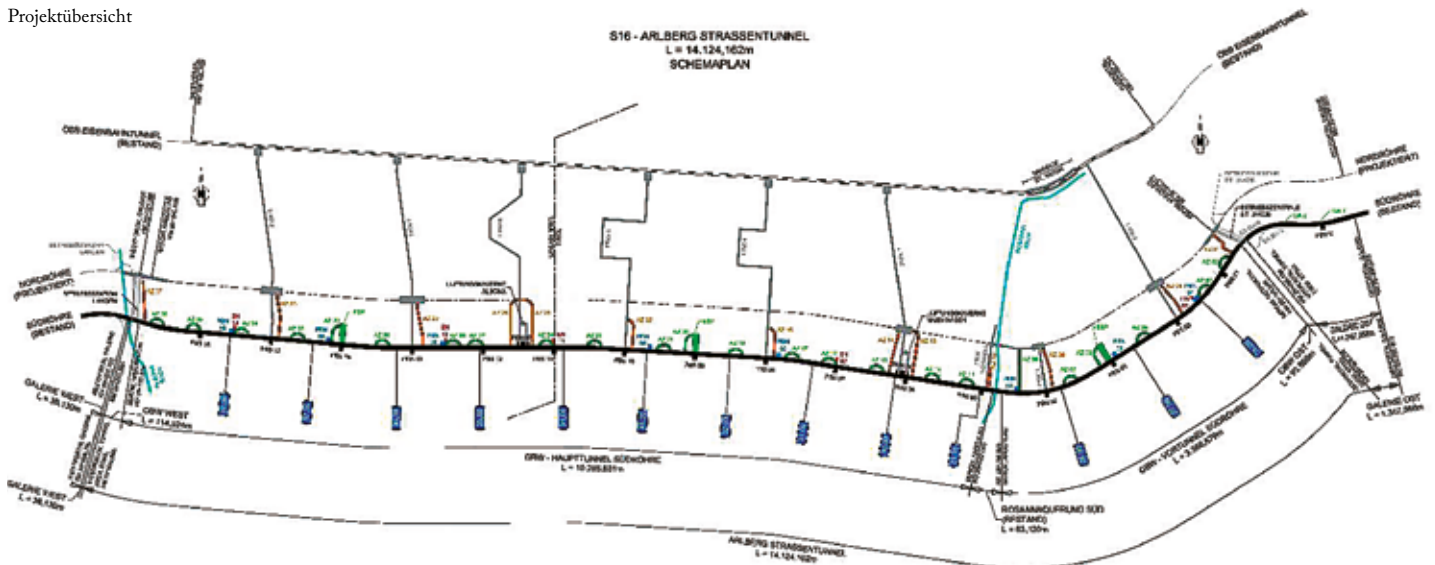
TEXT | Michael Höllrigl, Josef Tschofen, Christoph Wanker

BILDER | © ASFINAG, ASAB

GRAFIKEN | © ASFINAG, ASAB

Der Arlberg-Straßentunnel mit einer Länge von knapp 14 Kilometern ist der längste Straßentunnel Österreichs und neben dem Arlberg-Eisenbahntunnel die wichtigste Ost-West-Verbindung zwischen Tirol und Vorarlberg. Mit dem Bau des Arlberg-Straßentunnels wurde 1974 begonnen. Bereits vier Jahre später konnte das damals 4-Milliarden-Schilling-Projekt dem Verkehr übergeben werden. Nach mehr als 35 Jahren Betriebszeit wird der Tunnel von 2014 bis 2017 einer Generalsanierung unterzogen, die ganz im Zeichen einer erhöhten Verkehrssicherheit steht. Die wesentlichen Maßnahmen dieser 160-Millionen-Euro-Investition sind der Neubau von acht Pannenbuchten am Nordulm und drei Kavernen für Versorgungsanlagen, ein zusätzlicher Fluchtweg im Bereich des Zuluftkanals auf einer Länge von 14 Kilometern mit 37 neuen Auf- und Abgängen, die Errichtung einer modernen Hochdruck-Sprühnebel- und Thermoscanneranlage sowie die Erneuerung der elektrotechnischen Einrichtungen.

Projektübersicht



Der Arlberg-Straßentunnel ist Teil des transeuropäischen Straßennetzes und hat regional eine sehr große Bedeutung, weil er in der Tourismusregion die einzige gesicherte, ganzjährig befahrbare Verbindung zwischen den Bundesländern Tirol und Vorarlberg ist. Neben der Erfüllung der Anforderungen des Straßentunnelsicherheitsgesetzes (STSG) – Fluchtweg, Pannenbuchten etc. – bis spätestens April 2019 ist für den seit 1978 in Betrieb befindlichen Straßentunnel eine Generalsanierung erforderlich. Aufgrund der Verkehrszahlen und der Prognosewerte wird der Arlberg-Tunnel als Gegenverkehrstunnel weiterbetrieben (heute rollen bis zu 8.000 Fahrzeuge pro Tag durch den Tunnel, bis 2025 sollen es schon etwa 9.500 sein). Der Arlberg-Tunnel wird durch die Sanierungs- und Adaptierungsmaßnahmen zum sichersten Gegenverkehrstunnel ausgebaut.



Abgesicherter Baustellenbereich bei wechselseitigen Portalanhaltungen in Phase I

Projektübersicht

Das Fluchtwegkonzept mit Fluchtwegen im Abstand von maximal 500 Metern beinhaltet die bereits 2004 bis 2007 hergestellten Flucht- und Rettungswege (FRW) zwischen Arlberg-Eisenbahntunnel und Arlberg-Straßentunnel sowie weitere 37 Fluchtwegen, welche künftig größtenteils als halbkreisförmige Aufgänge vom Fahrraum in den Zuluftkanal führen. Von dort führen die Fluchtwegen bis zu den Ab- bzw. Ausgängen in sogenannte Sammelräume oder auch ins Freie.

Bedingt durch die ursprüngliche Projektkonzeption „Errichtung einer zweiten Tunnelröhre“ wurden die bestehenden 16 Pannenbuchten am Südulum hergestellt. Daher sind im Zuge der Adaptierungsmaßnahmen am Nordulum acht neue Pannenbuchten zu errichten. In allen neuen und bestehenden Pannenbuchten werden Feuerlöschnischen entsprechend dem sicherheitstechnischen Standard gebaut. Mit der Errichtung einer neuen Schlitzrinne wird das Entwässerungssystem von einem Mischsystem auf ein Trennsystem umgebaut und dem Stand der Technik angepasst. Die gesamte Löschwasseranlage im Tunnel wird erneuert. Nachdem der gesamte nördliche erhöhte Seitenstreifen (LÖWA, Schlitzrinne usw.) erneuert wird, erfolgt auch die Adaptierung von 167 Revisionsnischen am Nordulum im Zuge der gegenständlichen Sanierungsarbeiten.

Des Weiteren sind baulich drei Betriebsräume (Stummel mit FQ Querschnitt mit ca. 50 m Länge) für die Mittelspannungsanlagen und Trafos im Tunnel zu errichten. Für die Galerien am Ost- und Westportal mit einer Länge von 1.600 m sind umfangreiche Betonsanierungsmaßnahmen umzusetzen. An beiden Portalen

des Arlbergtunnels werden Thermoscanneranlagen aufgestellt, um LKWs mit auffälligen Überhitzungserscheinungen auszufiltern und nicht in den Tunnel einfahren zu lassen.

Für den Fahrraum des Tunnels wird eine Hochdruck-Sprühnebelanlage installiert, um vor allem im Ereignisfall einen sicheren Fluchtweg zur Verfügung stellen zu können. Neben der Adaptierung und Revision der gesamten Lüftungsanlage werden die Tunnelbeleuchtung sowie die gesamte Betriebs- und Sicherheitsausstattung (Video, Funk, Notruf, Verkehrs- und Leittechnik) inkl. der gesamten Verkabelung und Steuerung erneuert. Parallel dazu werden die bestehenden Türen und Tore ausgetauscht und der Tunnelanstrich ertüchtigt.

Projektvorbereitung

Bereits zu Planungsbeginn im November 2010 war klar, dass für die bauliche Umsetzung Sperren der wichtigsten Ost-West-Verbindung unumgänglich sind. Für diese Phasen wurde auch die Umsetzung eines LKW-Schienenersatzverkehrs für den Bereich Schnann bis Langen in die Planungsüberlegungen einbezogen. Mehrere Ausführungsvarianten wurden ausgearbeitet und gegenübergestellt. Sowohl ein Bauen unter Verkehr als auch der Bau einer zweiten Tunnelröhre wurden als nicht umsetzbar ausgeschieden. Unter größtmöglicher Berücksichtigung der regionalen Bedeutung des Arlbergtunnels sowie der Wichtigkeit der Tourismusregion wurde im Zuge der Planung eine saisonale Gliederung der Baumaßnahme entwickelt, die sicherstellt, dass der Arlbergtunnel in den Wintermonaten (November bis April) am Tag behinderungsfrei befahren werden kann. Die Zeiten für Vollsperrungen des Tunnels wurden auf die Sommermonate 2015 und 2017 begrenzt

und zusätzlich noch eine definierte Anzahl von einzelnen Nachtsperren zugelassen. Die Gesamtmaßnahme wurde gegliedert in Tätigkeiten ohne Verkehrsbeeinträchtigung, für deren Ausführung keine Begrenzung vorgenommen wurde, und diese daher sowohl am Tag als auch bei Nacht möglich ist. Tätigkeiten im Verkehrsraum oder mit Beeinflussung des Verkehrsraumes wurden auf die Nachtstunden begrenzt, da für die Nacht wechselseitige Portalanhaltungen erfolgen, die sicherstellen, dass der Verkehr an den erforderlichen Behinderungen gesteuert vorbeigeführt wird. Neben der detaillierten Untersuchung zu den Ausweichrouten für die Sperrzeiten wurde bereits zwei Jahre vor Baubeginn eine umfangreiche Informationskampagne zu allen Stakeholdern und Betroffenen eingeleitet.

Aufgrund der komplexen Zusammenhänge und Verknüpfungen zwischen den baulichen Erfordernissen und Tätigkeiten und den Teilen der Elektro- und Maschinenteknik (E+M) wurde von der ASFINAG die Ausschreibung und Vergabe eines Generalunternehmers als zwingend erforderlich erachtet. Für Sanierungsprojekte wurde ein derartiges Modell bereits mehrfach erfolgreich ausgeführt. Die Schnittstellenkoordination und die Organisation der detaillierten Abläufe werden in diesem Fall mit der Beauftragung an den Unternehmer überbunden.

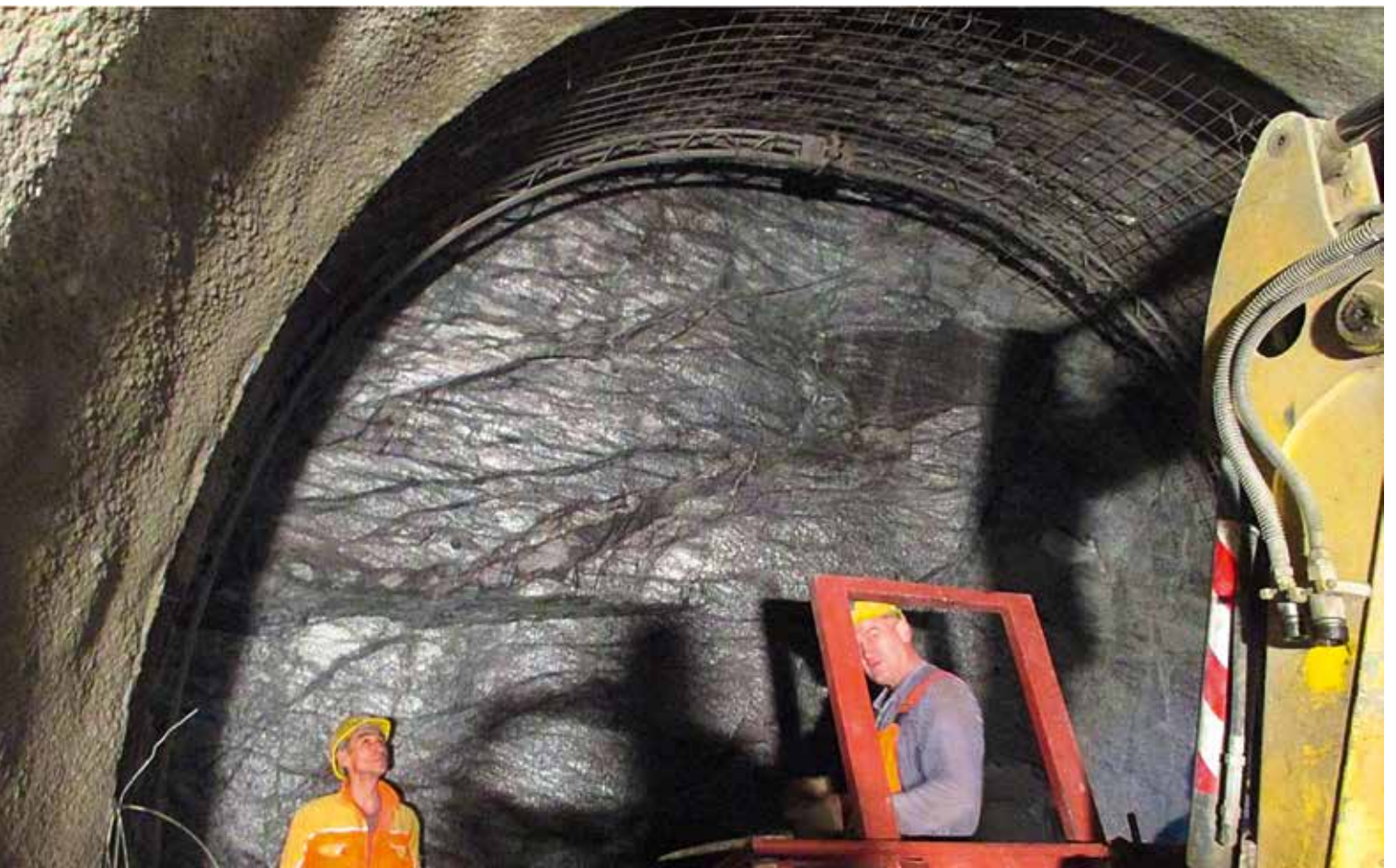
Unter dem Titel „Kreatives Bauen im Bestand“ wurde in Kooperation mit der VIBÖ ein Modell entwickelt, das es dem Unternehmer ermöglicht, auch nach Angebotslegung und Beauftragung Optimierungen vorzunehmen. Als zusätzlicher Anreiz für dieses

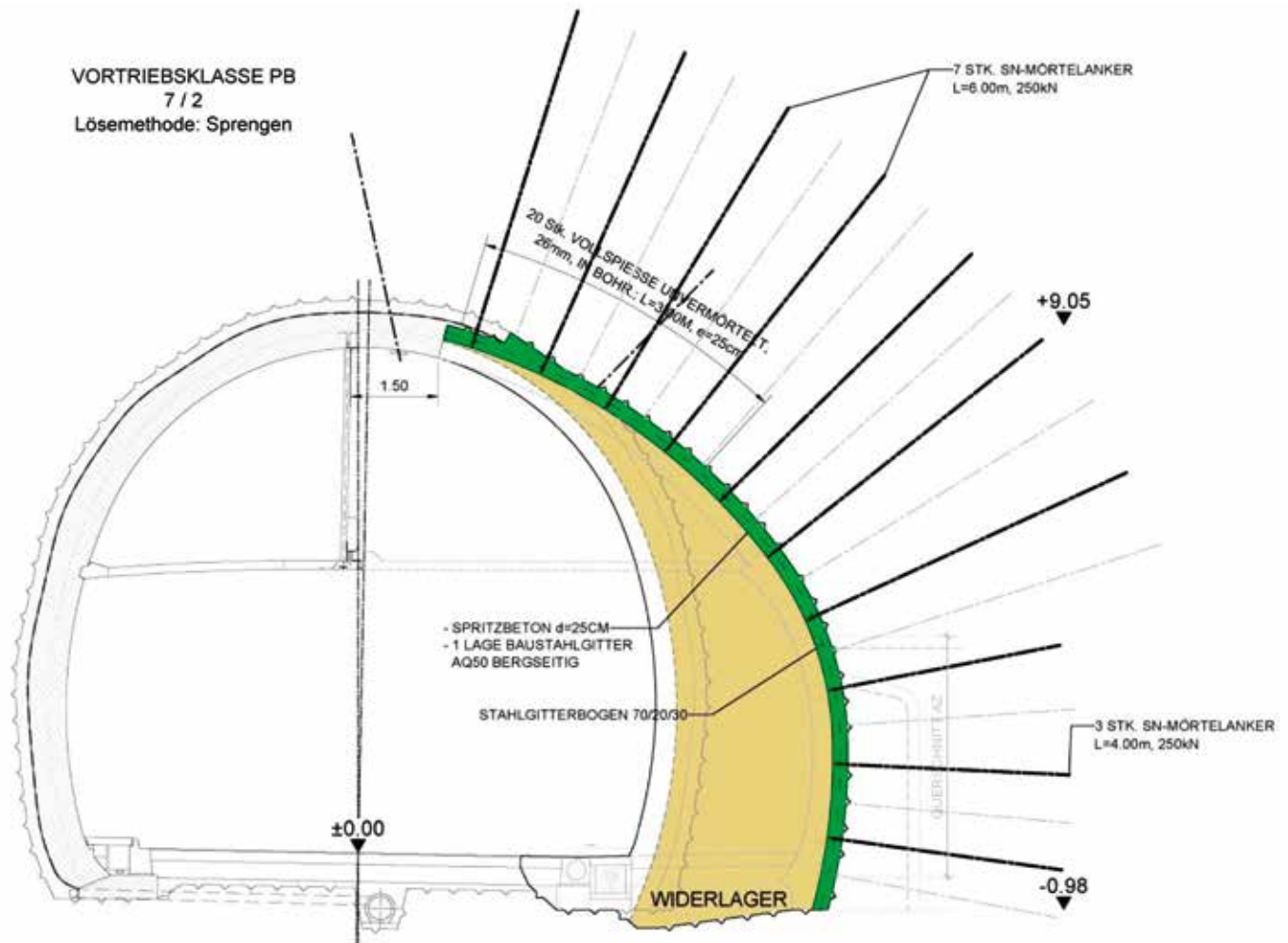
Modell wurde eine Teilung des aus der Optimierung entstehenden monetären Bonus fixiert. Der Unternehmer erhält zwischen Beauftragung und Baubeginn einen Zeitraum für seine Überlegungen zur Projektoptimierung. Damit will man vor allem die meist guten Lösungsansätze und die praktische Erfahrung der ausführenden Firmen nutzen, um auch Folgeprojekte effizienter planen und ausführen zu können. Diese Optimierungsvorschläge werden in der Folge auf Qualität und Gleichwertigkeit geprüft und bei Zustimmung in die Ausführungsplanung übernommen. Mit Abschluss der technischen Planungs- und Ablaufoptimierung (TPA) erfolgt eine Vertragsanpassung inklusive Deckelung für die optimierten Ausführungsteile. Beim Projekt Arlbergtunnel wurde das Modell „Kreatives Bauen im Bestand“ als Pilotprojekt umgesetzt. Dafür wurden die prinzipiellen Ansätze auf die Gegebenheiten und Besonderheiten des Projektes angepasst und in die Ausschreibung integriert. Trotz der großen Komplexität des Bauvorhabens und der doch sehr speziellen Rahmenbedingungen konnten tolle Ideen umgesetzt werden, aus denen beide Vertragsparteien Vorteile lukrieren.

Projekttablauf

Anfang Juni 2014 erfolgte die Vergabe an die Arbeitsgemeinschaft S 16, bestehend aus den Firmen PKE Verkehrstechnik, Jäger Bau, G. Hinteregger & Söhne und BeMo Tunneling, die als Generalunternehmer sämtliche E+M- und Bauleistungen inklusive der Ausführungsplanung erbringt. Innerhalb dieses als Dach-Arbeitsgemeinschaft bezeichneten Joint Ventures erfolgte eine vertikale

Ausbruch- und Sicherungsarbeiten in den neuen, begehbaren Fluchtstollen





Optimierte Ausführungsplanung zur Herstellung der neuen Pannenbuchten

Trennung der Hauptgewerke Bau und E+M mit der Subvergabe der Bauleistungen an die Arge Sanierung Arlberg Bau (kurz ASAB) und der E+M-Leistungen an die PKE Verkehrstechnik GmbH. Parallel zu den Vorbereitungsarbeiten wurde mit der technischen Planungs- und Ablaufoptimierung begonnen. Mit einer Reihe an innovativen Lösungen konnten beispielsweise die Videoüberwachung im gesamten Tunnel, die Edelstahltragkonstruktion der Zwischendecke und der Bauablauf bei der Herstellung der neuen Pannenbuchten im Hinblick auf Kosten und erhöhten Kundennutzen optimiert werden. Der vertragliche Baubeginn am 5. September 2014 markierte auch den Start der ersten Bauphase, bei der neben generellen Vorbereitungsarbeiten für die Bauphase II bereits neun der 37 Fluchtwege unter Aufrechterhaltung des Verkehrs mit wechselseitigen Portalanhaltungen in der Nacht hergestellt wurden.

Bauphase I – Portalanhaltungen Nacht

Die Arbeiten der in den Wintermonaten 2014/15 laufenden Bauphase I wurden ohne Einschränkung des Tagesverkehrs in die Nachtstunden zwischen 20:00 und 5:00 Uhr gelegt. Die besonderen Herausforderungen in dieser Bauphase waren bei den Arbeiten im Tunnel unter Verkehr die bescheidgemäße Einhaltung der Sicherheitsanforderungen und eine ausgeklügelte Transportlogistik.

Vor allem der Transport der Stützmittel und des Spritzbetons für die Ausbrucharbeiten der Fluchtwege sowie die Abfuhr des Ausbruchmaterials mussten auf die jeweiligen Richtungssperren abgestimmt sein, da ansonsten Wartezeiten von bis zu einer Stunde einen wirtschaftlichen Bauablauf verhindert hätten. Dieser Umstand wurde auch im Spritzbetonkonzept für die Fluchtwege berücksichtigt. Die geringen benötigten Mengen für die Sicherung eines Abschlags und die Notwendigkeit der kurzfristigen Verfügbarkeit von Spritzbeton führten zum Einsatz des sogenannten „Schretter Halbmass-Systems“. Dieses speziell für kleine Tunnelprofile optimierte Verfahren kombiniert Vorteile der gängigen Systeme gleichermaßen. Das sind die sofortige Verfügbarkeit von Trockenspritzbeton und eine Reduktion der Staubbelastung sowie des Rückpralls durch eine zwangsweise Vorbefeuchtung des Trockenspritzgutes. Die Vorbefeuchtung von bis zu 60 % des Gesamtwasserbedarfes erfolgt vor der Aufgabe in die Spritzmaschine durch eine eigens hierfür konzipierte Anlage. Die Befüllung der zwischen sechs und zehn Kubikmeter fassenden Trockenspritzgutbehälter erfolgt durch Einblasen mittels Silofahrzeugen, die im Umlaufbetrieb die mobilen Anlagen je nach Bedarf bedienen können. So können eine staubfreie Umladung des Materials und eine Reduktion der Transporte im Tunnel

sichergestellt werden. Dieses Konzept wurde in weiterer Folge auch für die Erstellung der restlichen Stollenvortriebe verwendet, die in der Vollsperrung 2015 aufgeföhren wurden.

Die Absicherung der Baustellenbereiche im Tunnel konnte nicht dauerhaft erfolgen, die Leit- und Sicherheitseinrichtungen mussten täglich auf- und wieder abgebaut werden. Für die Dauer dieser Arbeiten musste der Verkehr an beiden Portalen angehalten werden. Der Auf- und Abbau wie auch die verwendete Schutzeinrichtung selbst wurden dahingehend optimiert, dass innerhalb von 30 Minuten der Verkehr in eine Richtung wieder freigegeben werden konnte.

Neben der vorzeitigen Fertigstellung der in dieser Phase geplanten neun Flucht- und Rettungswege (über 500 Vortriebsmeter mit einem Ausbruchquerschnitt von ca. 15 m²) wurden 4.500 Stück neue Edelstahlhängestangen zur zusätzlichen Stabilisierung der Zwischendecke eingebaut und die wesentlichen Installationen für die Hauptbauphase Vollsperrung 2015 durchgeführt. Außerdem wurde bereits mit den Betonschneidarbeiten bei Innenschale und Fahrbahn sowie der Rückverankerung der bestehenden Innenschale im Bereich der neu zu errichtenden Pannenbuchten angefangen, um in der Vollsperrung mit den auf dem zeitkritischen Weg liegenden Vortrieben und neuen Pannenbuchten sofort beginnen zu können.

Bauphase II – Vollsperrung 2015

Mit Beginn der Vollsperrung am 21. 04. 2015 erfolgte der Startschuss für die Hauptbauphase aus baulicher Sicht. An über 1.500 kleineren und größeren Baustellenbereichen – auf 14 km Tunnel verteilt – sind Leistungen zu erbringen gewesen. Neben 2.300 m konventionellen Vortrieben mit Querschnitten von 15 m² (begehbare Fluchtwege) bis zu 50 m² (befahrbare Energiestationen) und acht neuen Pannenbuchten waren mehr als 200 neue Feuerlösch- sowie Spül- und Revisionsnischen auszubrechen und auszubauen, circa 17 km an Löschwasserleitung, Schlitzrinnen und Abdeckplatten zu erneuern und neue Strahlventilatorquerschnitte herzustellen.

Um die Vielzahl der baulichen Anforderungen erfüllen zu können, wurde der Personaleinsatz mit Beginn der Hauptbauphase um mehr als das Vierfache aufgestockt. Insgesamt wurden während der Vollsperrung mehr als 400 Arbeiter bei der Bau-Arge eingesetzt, zusätzlich sind noch circa 250 Personen für die Arbeiten in den Vorportalbereichen und für die elektromaschinelle Ausstattung tätig gewesen, in Summe somit über 650 Arbeiter.

Die Vortriebsarbeiten der Auf- und Abgänge (Fluchtwege) zum respektive vom Zuluftkanal wurden in der Vollsperrung im Dreischicht-Betrieb durchgeführt. Um die knapp 30 Stollen mit Längen zwischen 50 und 130 m innerhalb von vier Monaten fertigstellen zu können und gleichzeitig den Personal- und Geräteeinsatz so gering wie möglich zu halten, wurden die Vortriebsarbeiten im Rottenbetrieb durchgeführt. Dabei ist eine verstärkte Rottenmannschaft mit sieben Mann unter Verwendung eines Gerätesatzes für jeweils zwei bis drei Vortriebsbereiche (je nach Abstand der Stollen) zuständig gewesen. Insgesamt wurden mit drei Rottenmannschaften bis zu neun Stollen gleichzeitig aufgeföhren. Die Ausbrucharbeiten für die drei Energieschwerpunkte (ESP)

wurden aufgrund von zeitkritischen Abhängigkeiten zu den neuen Pannenbuchten und der E+M-Ausrüstung sofort mit Beginn der Vollsperrung als Einzelvortriebe ausgeführt. Der Ausbau der ESP und der Fluchtstollen erfolgte im Anschluss an die Vortriebsarbeiten mit dem Einbau einer teilweise bewehrten Betonsohle und Spritzbetoninnenschale.

Bereits mit Beginn der Projektvorbereitungsphase (Phase der technischen Planungs- und Ablaufoptimierung) wurde das Hauptaugenmerk auf eine ablaufoptimierte Herstellung der auf dem zeitkritischen Weg liegenden acht neuen Pannenbuchten gelegt. Die im Amtsentwurf vorgesehene Ausführung mit einer vorab herzustellenden Bestandssicherung im Firstbereich, bestehend aus einem bewehrten Ankerbalken und vorgespannten Litzenanker als Daueranker, wurde auf eine temporäre Sicherung der Bestandsschalenabschnitte mit schlaffen Anker reduziert. Dabei wurden auch die tatsächlichen Innenschalenstärken im Detail untersucht und in die Berechnungen mit einbezogen. Um die Anzahl der Bauphasen und das Risiko von Gebirgsauflockerungen zu reduzieren, wurde statt des in der Ausschreibungsplanung vorgesehenen geteilten Kalotten- und Strossenvortriebs ein Vollausbau über den gesamten Pannenbuchtenquerschnitt vorgeschlagen und in weiterer Folge umgesetzt.

Wie bereits beschrieben, wurde mit der Herstellung der Firstanker zur Sicherung der Bestandsschale bereits in Phase I begonnen. Die Ankerungen erfolgten dabei mit einem speziell für diesen Zweck adaptierten Leichtbohrgerät auf der noch bestehenden Zwischendecke und konnten somit ohne Beeinträchtigungen des laufenden Verkehrs erfolgen. Durch dieses Vorziehen der Bestandssicherung konnten unmittelbar nach Beginn der Vollsperrung die notwendigen Schnitte an Innengewölbe und Zwischendecke hergestellt und mit dem Abbau der Zwischendecke begonnen werden. Um die Arbeitssicherheit zu erhöhen und die Staubbelastung zu minimieren, wurde die Zwischendecke in Abschnitten von 2 m mit einer eigens für Radlader konzipierten Anbauvorrichtung abgebaut und zum Abtransport verladen.

Die Ausbruch- und Sicherungsarbeiten wurden von der Mitte der aufzuweitenden Pannenbuchten begonnen, nachdem entsprechend der Abschlagslänge die bestehende Schale radial perforiert wurde, um Sollbruchstellen für die Sprengungen zu schaffen. Die Sprengfolge wurde dahingehend optimiert, dass keinerlei Schäden an der bestehenden Trennwand und der verbleibenden Zwischendeckenhälfte auftreten konnten. Aufgrund der angetroffenen geologischen und geotechnischen Verhältnisse wurden sämtliche Pannenbuchtenvortriebe mit Abschlagslängen von 1,50 m hergestellt. Als Stützmittel wurden Stahlgitterbögen 70/20/30, 25 cm Spritzbeton mit bergseitiger Bewehrungslage sowie SN-Anker mit Längen von 6 m und 4 m eingebaut.

Die Innenschale unterhalb der Zwischendecke wurde mittels bewehrten Ortbetons hergestellt, oberhalb der Zwischendecke wurde eine Spritzbetoninnenschale auf die Abdichtung aufgebracht. Die neue Zwischendecke wurde mit einer Stärke von 20 cm hergestellt und an zwei Stellen mit zusätzlichen Edelstahlhängestangen im Gewölbe rückverankert.



Ausbrucharbeiten neue Pannenbuchten

Weitere Bauphasen bis 2017

Im Anschluss an die Vollsperrung laufen seit Mitte November 2015 mehrere Zwischenbauphasen mit Nachtsperren bzw. Portalanhalten, bis dann im April 2017 der Tunnel das zweite Mal für knapp sechs Monate komplett für den Verkehr gesperrt wird. Diese Zwischenbauphasen sind aus baulicher Sicht durchaus als Nebenbauphasen anzusehen – neben der Ertüchtigung des Tunnelanstriches im Fahrraum sind Restarbeiten in den Auf- und Abgängen sowie im Zuluftkanal zu erbringen. Für die Ausrüster dagegen werden diese Bauphasen sehr leistungsintensiv sein, da das Gros der elektromaschinellen Ausrüstung in dieser Zeit herzustellen sein wird (beispielsweise Ausrüstung der neuen Fluchtstollen und Energieschwerpunkte, Installation der neuen Hochdruck-Sprühnebelanlage usw.). In der Vollsperrung 2017 sind dann sämtliche bauliche und elektromaschinelle Restarbeiten sowie Integration und Inbetriebnahmen sämtlicher Anlagen für die Wiedereröffnung des Arlbergtunnels vorgesehen. Die Verkehrsfreigabe als zentraler Projektmeilenstein soll am 26. 09. 2017 mit dem Probetrieb unter Verkehr erfolgen.

PROJEKTDATEN

ADRESSE: Baubüro St. Jakob am Arlberg, Nr. 151a

BAUHERRSCHAFT: ASFINAG Bau Management GmbH

BAUFIRMEN: ARGE Sanierung Arlberg Bau (ASAB):

Jäger Bau, BeMo Tunneling, G. Hinteregger & Söhne

PLANUNGSZEITRAUM: seit 2010

AUSFÜHRUNG: 2014–2017

FERTIGSTELLUNG: Ende 2017

FLÄCHENANGABEN:

längster Straßentunnel Österreichs mit ca. 14 Kilometer Länge

KUBATUREN: ca. 90.000 m³ Tunnelausbruch,
25.000 m³ Betonabbruch, ca. 65.000 m³ Betoneinbau

AUTOREN

Michael Höllrigl, BeMo Tunneling GmbH

➤ www.bemo.net

Josef Tschofen, Jäger Bau GmbH

➤ www.jaegerbau.com

Christoph Wanker, ASFINAG Bau Management GmbH

➤ www.asfinag.at