

Sanierung und Modernisierung ÖBB Eisenbahntunnel – Bosruck

Zentraler Streckenabschnitt der Pyhrnbahn ist fit für die Zukunft

Franz Hofmarcher, Sebastian Guganeder

Projektdaten

Lage	Bosruckgebirge / Pyhrnbahn
Abschnitt	ÖBB Eisenbahntunnel – Bosruck
Auftraggeber	ÖBB Infrastruktur AG, Geschäftsbereich Neu- und Ausbau Projektleitung Oberösterreich 2
Auftragnehmer	ARGE ÖBB Tunnel Bosruck unter der Führung der PORR Bau GmbH . Abteilung Bahnbau
Projektart	Tunnelbau
ÖBA/ Projektant	IGT Geotechnik und Tunnelbau ZT GmbH
Ausführungsfrist	Juni 2016 – April 2017
Land	Österreich

Allgemeines

Der 4.766 m lange, eingleisige Bosrucktunnel ist der wichtigste Abschnitt der Pyhrnbahn zwischen Oberösterreich und der Steiermark. Er verbindet die Bahnhöfe Spital am Pyhrn und Ardning. Zahlreiche Mängel und teilweise schwerwiegende Schadensbilder der Tunnelsohle sowie der technisch nicht mehr zeitgemäße Aufbau machten eine grundlegende Sanierung dieser bedeutenden Strecke unumgänglich.

Im März 2016 wurde die ARGE ÖBB Tunnel Bosruck unter Federführung der PORR Bau GmbH . Abteilung Bahnbau, von der ÖBB Infrastruktur AG mit der Sanierung des bestehenden Eisenbahntunnels Bosruck beauftragt. Nach nur einjähriger Bauzeit, im April 2017, wurden die Arbeiten erfolgreich fertiggestellt.



Lageplan
Bild: PORR AG

Baugeschichte und Chronologie

Der Eisenbahntunnel Bosruck wurde in den Jahren 1901 bis 1906 im Rahmen des großen staatlichen Investitionsprojekts „Neue Alpenbahnen“ für die k.k. Staatsbahnen errichtet.



Baumanschaft 1904
Bild: PORR AG



Bosruck Durchschlag
Bild: PORR AG

Bauvertrag und geplanter Bauablauf

- Maschineller Vortrieb an der Nordseite, Handbohrung an der Südseite (mittlere Leistung 2,80 m bzw. 1,40 m, Fertigstellung: 7 Monate)
- 1. März 1905: Durchschlag
- 1. Oktober 1905: Bauvollendung
- Gesamtbauzeit: vier Jahre und drei Monate

Tatsächlicher Bauablauf

Aufgrund vieler Schwierigkeiten und einschneidender Ereignisse wurde das Programm zur Baubeschleunigung mehrfach abgeändert. So führte man etwa bald nach Baubeginn auch auf der Südseite die maschinelle Bohrung ein. Trotzdem war es unmöglich, den Vollendungstermin einzuhalten.

- 1. Juli 1901: Beginn der Vorarbeiten, Nordseite
- 22. Juli 1901: Beginn der Vorarbeiten, Südseite
- Fertigstellung der Vorarbeiten durch die Unternehmen E. da Giau und L. Zateranda

- 14. August 1902: erster großer Wassereinbruch, kurz darauf: Vergabe des Gesamtauftrags durch die Staatseisenbahnverwaltung an die italienische Firma E. Falletti, Zateranda & Comp
- 23. November 1902: Bauvergabe (bereits 1288 m Sohlstollen aufgefahren)
- Juli 1904: Versiegen des Wasserlaufs „Schreiender Bach“ bei Spital am Pyhrn, Umstellung von maschinell auf Handvortrieb, Arbeit bei eingeschränkter Ventilation
- November 1904: Inbetriebnahme einer zusätzlichen Dampfmaschine
- Ende April 1905: Mehrkosten aufgrund von Wassereinbrüchen führen nach parlamentarischer Kritik zum Rücktritt von Eisenbahnbaudirektor Karl Wurmb und Eisenbahnminister Heinrich von Wittek, den Betreibern des Projekts Neue Alpenbahnen
- Mai 1905: erwarteter Tunneldurchschlag
- 17. Mai 1905: erneut großer Wassereinbruch im Südstollen
- 22. Mai 1905: Methangasexplosion, 16 Arbeiter kommen ums Leben
- 22. November 1905: Tunneldurchschlag trotz der notwendig gewordenen, vollständigen Änderung des Bauvorgangs
- Ende Juni 1906: Fertigstellung der Ausmauerungen
- 31. Juli 1906: Abschluss der Arbeit am Tunnel
- 22. August 1906: Verkehrsübergabe (Bauzeitüberschreitung: 11 Monate)

Erste Sanierungsarbeiten

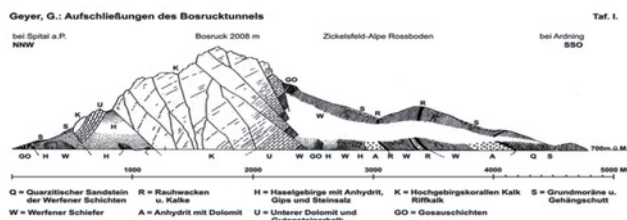
- 29. September 1963: mehrmonatige Tunnelsperre zur Sanierung von Schäden durch Wassereintritte, Gebirgsdruck und Rauchgase der Dampflokomotiven, gleichzeitig Elektrifizierung des Streckenabschnitts Selzthal – Spital am Pyhrn zur Vermeidung neuer Rauchschäden
- 29. Mai 1965: Wiedereröffnung

Bestandsbauwerk

Das Tunnelbauwerk weist ein durchgehend gemauertes Gewölbe mit Ringteilung auf (Ringlänge je 8 m):

- Nordabschnitt mit zweimal 125 und einmal 37 Ringen
- Südabschnitt mit zweimal 125 und einmal 59 Ringen

Den stark wechselnden Gebirgsverhältnissen wurde beim Bau mit unterschiedlichen Ausbautypen begegnet, entsprechend dem damaligen Stand der Technik.



Schnitt Gebirge Bosruck
 Bild: PORR AG

Alle Ausbautypen sind mit unterschiedlichen Stärken von Innen- bzw. Sohlgewölbe vorhanden.		
Sohlkanal Typ 1 100x75cm km 91.938 bis km 93.600	Sohlkanal Typ 2 60x55cm km 93.600 bis km 94.400	Sohlkanal Typ 3 80x55cm km 94.400 bis km 96.704
Schweres Druckprofil mit Sohlgewölbe	Leichtes Druckprofil	Schweres Druckprofil ohne Sohlgewölbe

Schnitte Gewölbe Bestand
 Bild: PORR AG

Umfang der Sanierungsmaßnahmen

Der Schwerpunkt der Arbeiten lag auf der Ertüchtigung des Sohlgewölbes in geotechnisch schwierigen Abschnitten des Tunnels. Ebenso dringlich waren Erneuerungsarbeiten am mittig im Tunnelquerschnitt gelegenen Sohlkanal. Vorangegangene Erkundungen hatten hier erhöhten Sanierungsbedarf gezeigt.

Aufgrund der, durch den ÖBB-Betrieb vorgegebenen, kurzen Gleissperre (Beginn der Totalsperre am 20. Juni, Ende am 11. Dezember 2016) mussten die Sanierungsbereiche auf das unbedingt erforderliche Maß beschränkt werden.

In mehrjähriger Vorarbeit definierten die Verantwortlichen der ÖBB und der Projektant IGT Geotechnik und Tunnelbau ZT GmbH die Sanierungsabschnitte und legten die in diesem Zeitraum durchführbaren Sanierungsmaßnahmen fest.

Sanierungsabschnitte und Maßnahmen im Detail

- Nach vor Beginn der Totalsperre mussten Teilabschnitte des gemauerten Tunnelgewölbes in Nacht- und Wochenendarbeiten mittels Hochdruckwasserstrahlen gereinigt werden – einerseits, um den Tunnel zu säubern, andererseits, um etwaige Schadstellen erkennen und im Zuge der Bauarbeiten sanieren zu können.
- Die bestehenden Abdeckplatten des Sohlkanals wurden über die gesamte Tunnellänge abgetragen und entsorgt.
- Abhängig vom Schadensbild bzw. dem Schädigungsgrad der Sohle wurden unterschiedliche Sanierungsmaßnahmen durchgeführt:

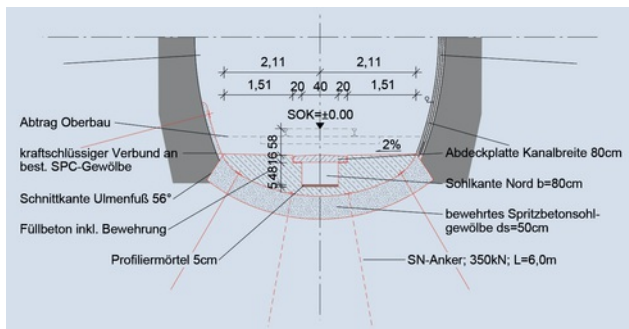
In Bereichen, wo die Sohle nicht gebrochen und der Füllbeton nur gering beansprucht war, wurden Stahldrainagerohre im Sohlkanal verlegt und mit Drainagebeton ummantelt.



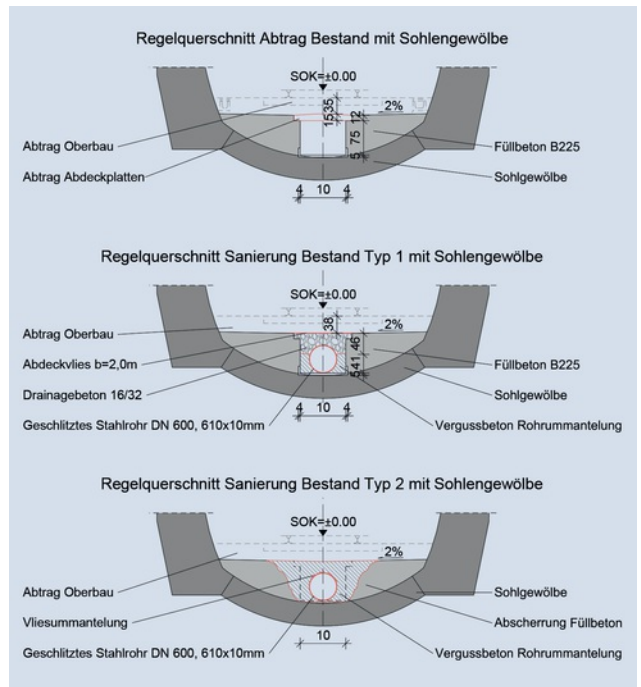
Verrohrung Sohlkanal
Bild: PORR AG



Sohlabschnitt vor SpC
Bild: PORR AG



Regelquerschnitt Verrohrung
Bild: PORR AG



Regelquerschnitt Sohl-sanierung
Bild: PORR AG

In Abschnitten mit stärkerer Schädigung wurde der bestehende Sohlauflauf abgetragen und ein bewehrtes Sohlgewölbe mit bereichsweise festgelegter Sohlankerung eingebaut. Die Anker wurden bereits vor Ausbruch der Sohle hergestellt, sowie vor Beginn der Bewehrungsarbeiten freigelegt und mit Spezialmuffen verlängert.

Der Bauvertrag legte eine maximale Öffnungslänge der Sohle von 3 m und eine Mindeststärke der Spritzbetonsohle von 0,50 m fest.

Unmittelbar vor den Abbrucharbeiten wurden beide Ulmen (Tunnelseitenwände) auf eine Tiefe von 72 cm mittels Wandsäge geschnitten.

Der Ausbruch der Tunnelsohle erfolgte durch den Einsatz von 14-Tonnen-Baggern, da das Tunnelprofil kein größeres Ausbruchgerät zuließ.

Die statisch vorgegebene Bewehrung wurde durch das Einbringen von zwei Lagen vorgebogener Zeichnungsmatten bewerkstelligt. Das Einbringen des Spritzbetons erfolgte durch den Einsatz von Spritzbetonmanipulatoren.

Für das Herstellen der neuen Sohle mussten die anfallenden Wassermengen mittels Pumpen gefasst und der jeweilige Sanierungsbereich mit je zweimal DN 250 Druckleitungen überpumpt werden. Aufgrund des hohen Wasserandrangs wurden die Pumpen mit einer eigenen ausfallsicheren Stromversorgung (Kabelleitungen) versehen.

Nach Fertigstellung des neuen Sohlgewölbes wurde der Füllbeton mit dem geschalteten Sohlkanal in Abschnittslängen von ca. 24 m eingebracht. Die für die Verlegung der Abdeckplatten erforderlichen Auflager wurden mit hergestellt.



Schalung Mittelkanal
Bild: PORR AG

Die Sohlkanaldeckel wurden in bestimmten Abschnitten abgetragen und im Zuge des Baufortschritts neu verlegt.



Deckel versetzen
Bild: PORR AG



Fertige Tunnelsohle
Bild: PORR AG

d) Im Zuge der Totalsperre wurden die beiden denkmalgeschützten Portalbauwerke in Abstimmung mit dem Bundesdenkmalamt instand gesetzt und saniert.



Auflager schneiden
Bild: PORR AG



Tunnelportal Nord Sanierung
Bild: PORR AG

e) In den letzten beiden Wochen der Totalsperre wurde der Unterbau in den Vorportalbereichen auf einer Länge von 300 m im Norden und 100 m im Süden komplett erneuert und auf den Stand der Technik gebracht. Dabei wurde der Untergrund durch Einfräsen eines Kalk-Zement-Gemisches stabilisiert.

Besondere Herausforderungen

a) Bauzeit

Drei Bauphasen:

- Vorbereitungsphase: 1. Juni 2016 bis 20. Juli 2016 (1,5 Monate) gleisgebundene Tunnelwäsche in Nacht- und Wochenendsperren sowie Oberbauabtrag durch die ÖBB
- Kernbauzeit: 20. Juli 2016 bis 9. November 2016 (3,5 Monate)
Hauptarbeiten der Tunnelanierung im 3-Schichtbetrieb, weder Pufferzeiten noch Einarbeitungszeiten, bei Verlust an Bauzeit: Forcierungsmaßnahmen
- Nachbereitungsphase: 9. November 2016 bis 21. Dezember 2016 (1,5 Monate) nach Übergabe der neuen Tunnelsohle: Herstellung des Oberbaus und Tunnelausrüstungsmaßnahmen wie Kabelverlegungen, Fahrleitung, etc. durch die ÖBB

b) Logistik, Bauablauf

Koordination verschiedener Arbeitsschritte unter Berücksichtigung der knappen Bauzeit, zeitgleiche Sanierungsarbeiten auf beiden Seiten des Tunnels (Nord- und Südabschnitt), Durchfahren des Tunnels daher nicht möglich. Mehrere Tätigkeiten für jeden Sanierungsabschnitt in direkter Abhängigkeit: Vermessung (vor, während und nach den Arbeiten), Schnitte, Wasserhaltung, Abtrag, Schüttern (die Förderung des Ausbruchs mit Muldenfahrzeugen), Bewehrung, Einbringen des Spritzbetons, Schalung des Sohlkanals, Einbringen des Füllbetons, Ausschalen, Herstellung des Sohlgerinnes, Versetzen der Abdeckungen...

c) Besondere geologische Randbedingungen, innovative Betonrezepturen

Aufgrund der geologischen Randbedingungen (Haselgebirge, Anhydrit, Gips sowie das stark sulfathaltige Bergwasser) kommt es sowohl zu treibendem Betonangriff als auch zu allmählicher Umwandlung des Betons in Thaumazit. Vor allem der Prozess der Thaumazitbildung ist wissenschaftlich noch nicht vollständig erforscht und hat daher noch nicht Eingang in die gültige Normenlage gefunden.

Im Laufe der letzten Jahre wurden jedoch umfangreiche Untersuchungen am Bosrucktunnel durchgeführt und Rezepturen für Spezialbetone entwickelt, die einen erhöhten Widerstand gegen Thaumazitbildung aufweisen. Diese Rezepturen wurden in Vorversuchen bereits erfolgreich getestet.

Ausgangsstoffe der Betonrezeptur in Bereichen mit Sulfat-/Thaumazitangriff

Bindemittel:

- C3A-freier Zement

- AHWZ nur Hüttensandmehl GS-HS (kein Kalksteinmehl oder Flugasche)
- Microsilica (nur Slurry zulässig) 15 kg/ m³

Gesteinskörnungen:

- Der verwendete Sand darf in den Feinteilen unter 2 mm keine kalk-, bzw. dolomithaltigen Gesteine enthalten (Verwendung fand Granitsand aus dem Steinbruch Loja in der Wachau)

Zusatzmittel:

- Nur Zusatzmittel nach ÖNORM B4710/ÖNORM EN934-2 zugelassen.

Folgende Betonsorten kamen zum Einsatz:

- C25/30(56)/XC4/GK22/C3A-frei für Füllbeton und Vergussbeton
- SpC/30/37(56)/III/J2/XC4/XAT/GK8/C3A-frei für Sohlspritzbeton

Hauptmassen des Bauvorhabens

Unterfangung neu	720 m
Spritzbeton	2.500 m ³
Füllbeton	2.500 m ³
Bewehrung	120 t
Betonschnitte	1.800 m ²
Tunnelwäsche	11.200 m ²
Auflagerdeckel	2.700 m
Sohlausbruch	5.000 m ³
SN-Mörtelanker	1.970 m
Stahldrainagerohre	1.400 m
Gepumpte Wassermenge	1.500.000 m ³
Arbeitsstunden	28.000 h

Resümee

Zum Gelingen eines derart komplexen Bauvorhabens tragen einerseits die Gewissenhaftigkeit und der unerschütterliche Einsatz des Baustellenpersonals, aber vor allem auch die konstruktive Unterstützung durch den Bauherrn, samt seines Planungsteams sowie die örtliche Bauaufsicht, bei.