

Dritte Belchentunnelröhre (Sanierungstunnel STB)

1. Projektgeschichte

Im Dezember 1970 wurde das Teilstück der Nationalstrasse N2 in den Kantonen Basel-Landschaft und Solothurn mit dem 3.2 km langen Belchentunnel dem Verkehr übergeben.

Der Belchentunnel ist heute einer der wichtigsten Abschnitte auf der Nord-Süd-Verbindung und hat aktuell einen DTV von rund 50'000 Fahrzeugen.

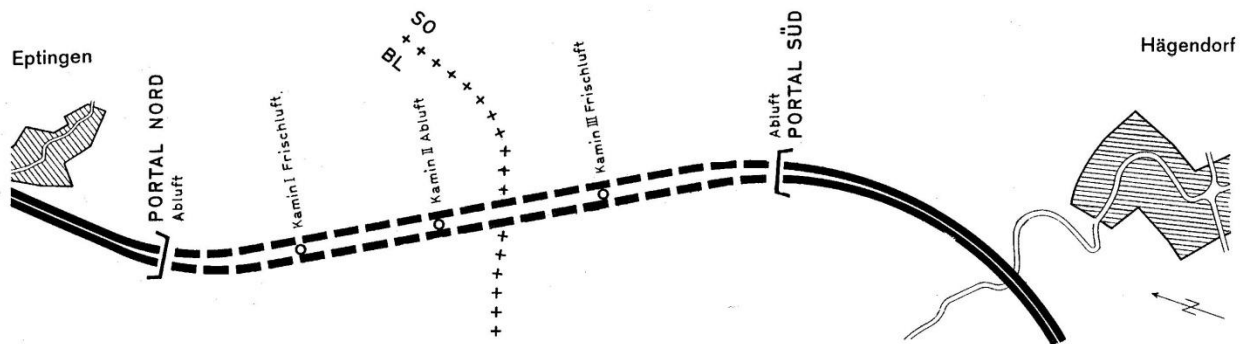


Abb. 1 Schematische heutige Situation

Der Belchentunnel durchquert die typischen Gesteinsformationen des Faltenjuras. 20% der Streckenlänge liegen in Kalkgestein (u.a. Haupttrogenstein, Liesbergerschichten) und 40% in quellhaftem Tongestein. Der stark quellfähige Gipskeuper erstreckt sich auf 40% der Tunnelgesamtlänge. Die Problematik des Anhydritquellens führte bereits während der Bauzeit in den 1960er Jahren zu Projektanpassungen. So mussten noch während dem Bau rund 1000 m des bereits betonierten und durch Anhydritquellen stark beschädigten Sohlgewölbes wieder abgebrochen und durch ein neues, stärkeres mit einem kleineren Radius ersetzt werden. [1]

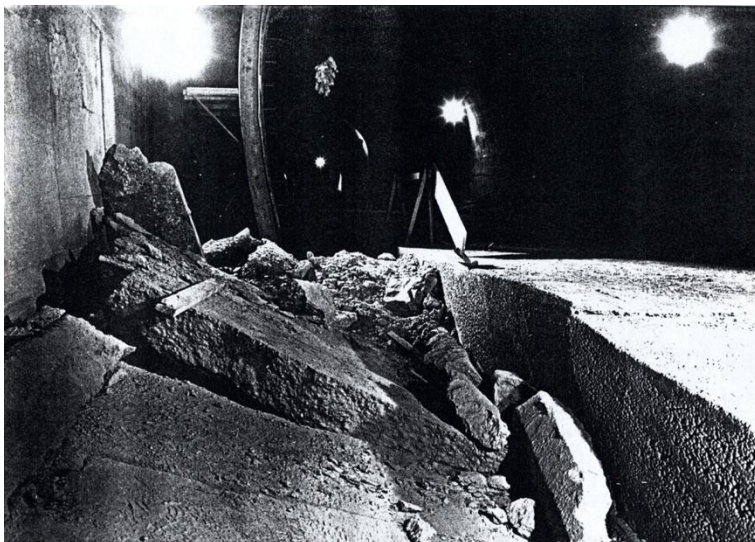


Abb. 2 Durch Quelldruck zerstörtes Sohlgewölbe (1965)

Der sich weiter entwickelnde Quelldruck führte in der Folge zu diversen Schäden an der Tunneltragkonstruktion.

In den 80er und 90er Jahren wurden deshalb bereits verschiedene lokale Instandsetzungsarbeiten vorgenommen. Die im Belchentunnel installierten Messeinrichtungen zeigten deutlich, dass der Quellprozess noch nicht abgeschlossen war und somit auch die Belastung auf das Tunneltragwerk und die Schadenshäufigkeit zunehmen würde. Diese Entwicklung wird dazu führen, dass in den nächsten Jahren und Jahrzehnten zunehmend Sanierungsarbeiten notwendig werden. Mit dieser Vorgabe wurde 1996/1997 ein Konzept einer Gesamtanierung erarbeitet. Dieses beinhaltet u.a. auch den Bau einer Versuchsstrecke eines Drainagestollens rund 10 m unter der Tunnelröhre. Der Versuch hatte zum Ziel zu erkennen, ob mittels systematischen Drainagebohrungen dem Gipskeuper das Wasser entzogen und damit der Quellprozess gestoppt bzw. verzögert werden kann. [2] Parallel dazu wurde auch die Planung des Baus einer 3. Tunnelröhre vorangetrieben. Damit könnten für zukünftige grössere Instandsetzungsarbeiten jeweils eine Tunnelröhre gesperrt werden, während 2+2 Spuren immer für den Verkehr offen blieben. Das von den Kantonen Basel-Landschaft und Solothurn unterstützte Generelle Projekt wurde 2003 vom Bundesrat genehmigt.

In den Jahren 2000 – 2003 erfolgte eine erste Instandsetzung der bestehenden Tunnelröhren. Es wurden vor allem sichtbare lokale Schäden (Risse, Abplatzungen) behoben und der Belag inkl. Bankettbereich erneuert. Anfang 2004 wurde das Projekt des Sanierungstunnels Belchen (STB), wie das Projekt der 3. Röhre offiziell genannt wird, öffentlich aufgelegt. Unter der Prämisse, dass der Bau der zusätzlichen Tunnelröhre keine Kapazitätserweiterung darstellt, wurde das Projekt genehmigt und verfügt.

Die beim Versuchsdrainagestollen gewonnen Erkenntnisse gaben kein eindeutiges Bild. Es konnte dem Gebirge zwar lokal Wasser entzogen werden. Eine klare Folgerung, dass damit auch grossflächig der laufende Quellprozess gestoppt werden konnte, ergab sich jedoch nicht. Somit stellt der Bau und Betrieb der 3. Röhre (Sanierungstunnel) die einzige nachhaltige Lösung dar, auf dieser wichtigen Verkehrsachse zukünftig auch jederzeit 2x2 Fahrspuren gewährleisten zu können.

Im Sommer 2012 hat der Bundesrat eine weitere Entscheidung zu Gunsten der Realisierung des Sanierungstunnels getroffen.

2. Projektübersicht

Der geplante Sanierungstunnel Belchen liegt westlich der bestehenden zwei Tunnelröhren. Er beginnt am Nordportal bei Eptingen (Kanton BL) und tritt beim Südportal auf Gemeindegebiet Hägendorf (Kanton SO) seitlich des heutigen Tunnels wieder zutage. Die Gesamtlänge des Tunnels beträgt 3.2 km. Der Abstand zur bestehenden Tunnelröhre Richtung Luzern beträgt minimal 30 Meter. Das Längenprofil verläuft zumeist parallel zu den bestehenden Röhren; mit einem Hochpunkt in ca. Tunnelmitte.

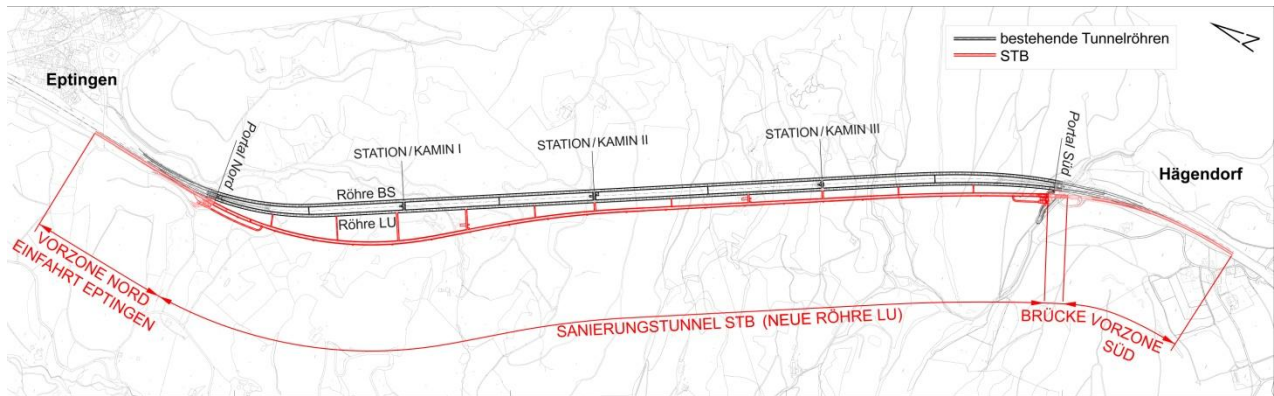


Abb. 3 Situation mit STB

3. Geologie

Der Sanierungstunnel Belchen durchquert auf seiner ganzen Länge die meist steil stehenden Gesteinsschichten des Faltenjuras (Abb. 4). Das Gebirge ist einer intensiven Tektonik unterworfen, was sich in einer Zergliederung der Formationen in zahlreiche Schuppen und Falten bzw. mit Horsten und Gräben manifestiert.

Auf rund 80 % der Strecke verläuft der Tunnel in quellhaftem Gestein. Bestimmend für das Tunneldesign ist dabei die Strecke des Gipskeupers mit rund 40 % (ca. 1.2 km). Die Aufnahme von Wasser führt im Anhydrit des Gipskeupers zu einer chemischen Umwandlung in Gips und damit verbunden zu einer Volumenzunahme bis 60 %. Wird diese Volumenvergrößerung durch die Tunnelverkleidung behindert, so kann sich im Laufe der Jahre ein Quelldruck von mehreren MPa auf die Tunnelkonstruktion entwickeln.

Im Tongestein führt die Aufnahme von Wasser bei behinderter Dehnung ebenfalls zu Quelldrücken, die aber deutlich kleiner sind als im Gipskeuper.

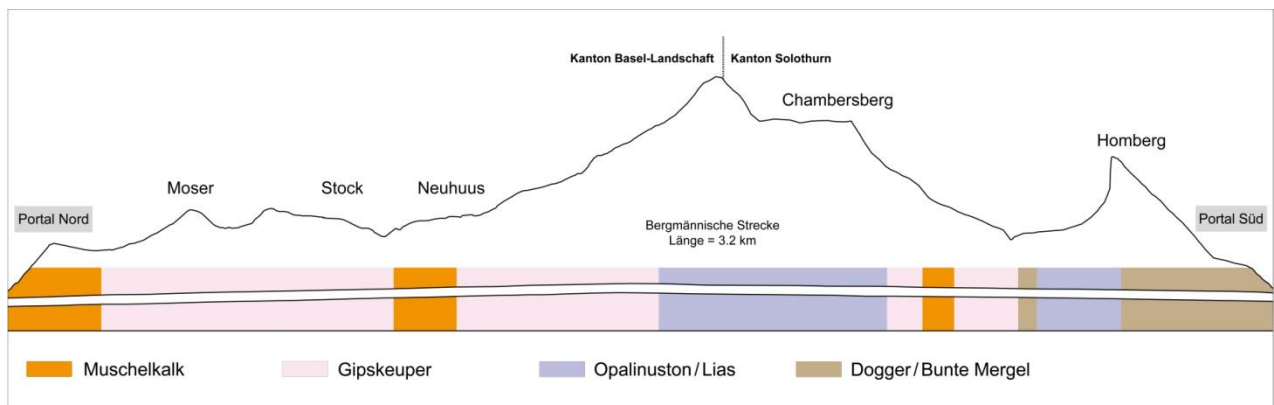


Abb. 4 Geologisches Profil

4. Normalprofil

Die Wahl des Normalprofils der bergmännischen Tunnelstrecke richtet sich nach den Vorgaben der SIA-Normen und der ASTRA-Richtlinien.

Der verkehrstechnische Nutzraum beträgt 7.75 m x 5.20 m. Eine Zwischendecke trennt den Abluftkanal vom Fahrraum. Die Versorgungsleitungen (Elektroleitungen, Löschwasserleitung etc.) verlaufen in einem begehbaren Werkleitungskanal (WELK) unter der Fahrbahn.

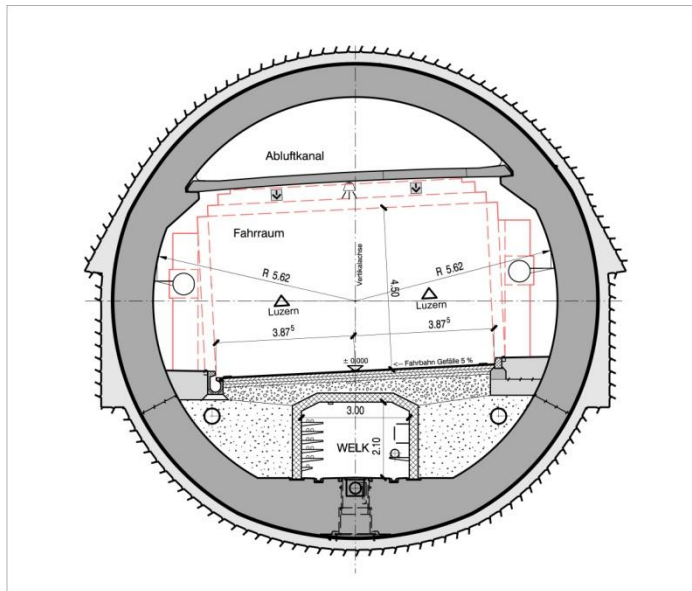


Abb. 5 Normalprofil (TBM-Vortrieb)

Die Abdichtung verläuft rund um das Profil herum, jedoch nicht druckwasserhaltend. Alle 50 Meter wird das Bergwasser gefasst und in einer Längsleitung unter dem Werkleitungskanal zu den Portalen abgeführt. Damit soll verhindert werden, dass sich das Bergwasser um das Tunnelprofil aufstaut und in angrenzende quellhafte Gesteinszonen hineingedrückt wird. Das Ziel, möglichst wenig Wasser in quellhafte Zonen einzutragen, verfolgt man mit in der Sohle angeordneten Sickerschlitzen vor bzw. nach jeder quellfähigen Schicht. Bergwasser, das in Längsrichtung dem Tunnelprofil entlang läuft, wird so vor der quellhaften Gesteinsschicht gefasst und abgeführt.

Alle 150 m sind SOS- und Hydrantennischen vorgesehen. Im Ereignisfall dienen Querverbindungen, die alle 230 – 300 m die neue Tunnelröhre mit der bestehenden mittleren Röhre verbinden, als Fluchtweg. Die bestehende mittige Tunnelröhre dient neu als Unterhalts- und Rettungsrohre.

5. Lüftung

Die Tunnelausrüstung wird von zwei neuen Portalzentralen sowie zwei neuen Zentralen Untertag in den Tunnelmittelpunkten aus gesteuert. Die Lüftung im Betriebszustand erfolgt mit einer Längslüftung. In den ersten 250 m ab Portal sind Strahlventilatoren im Fahrraum angeordnet, um die Lüftung zu unterstützen.

Im Ereignisfall werden die Brandgase über die alle 100 m angeordneten Brandfallklappen in den Kanal über der Zwischendecke abgesaugt und an den Portalen ausgeblasen. Die Lüftungsanlagen und die restliche Tunnelausrüstung im STB funktionieren getrennt autonom von den heute bestehenden Anlagen.

6. Projektanforderungen

Die Realisierung des Sanierungstunnels Belchen stellt diverse Projektherausforderungen. Das Durchfahren von quellhaften Gesteinszonen, insbesondere des anhydritführenden Gipskeupers, bestimmt die Linienführung und die Wahl des Normalprofils.

Im Bereich des Nordportals beträgt die Überlagerung weniger als 50 m. Aufgrund der Erfahrungen beim Adlertunnel und beim Chienbergtunnel bei ähnlicher Ausgangslage besteht hier das Risiko einer Anhebung der ganzen Tunnelröhre aufgrund Quelldruck in der Sohle. [3] Um einen grösseren Widerstand gegen das Anheben zu erreichen, schwenkt der Tunnel nach dem Nordportal zuerst in Richtung Westen aus, um ca. 1'000 m vom Nordportal entfernt wieder parallel zu den bestehenden Röhren zu gelangen.

Das Normalprofil wird im Widerstandsprinzip auf einen Quelldruck von max. 4 MPa dimensioniert. Um die hohen Drücke aufnehmen zu können, ist ein Tunnelgewölbe mit entsprechender Stärke notwendig. Die Sohle weist im Gipskeuper eine Stärke von 1.15 m und das Gewölbe im First ist 0.90 m stark. Für die Wahl des Betons wurden in der Planungsphase in Zusammenarbeit mit der TFB Wildegg verschiedene Versuche durchgeführt. Sie basieren zum Teil auch auf den Erfahrungen der verwendeten Betonrezepturen beim SBB Adlertunnel zwischen Muttenz und Liestal. Die umfangreichen Versuche führten zur Wahl eines C55/67 mit einem tiefen w/z-Faktor. Der vorgesehene Beton zeichnet sich aus durch eine hohe Festigkeit und eine hohe Widerstandsfähigkeit gegen die vorhandenen Bergwässer mit einem hohen Sulfat- und Chloridgehalt. Das Tunnelgewölbe im Gipskeuper ist bewehrt. Die Bewehrung in der Sohle wird durchgehend, d.h. über die Blockfugen hinaus, geführt.

Für den Tunnelausbruch kommen zwei Vortriebsmethoden in Frage: Vortrieb mit einer Tunnelbohrmaschine (TBM) oder der konventionelle Vortrieb. Beide Vortriebsvarianten wurden 2013 ausgeschrieben.

7. Stand der Planung und Ausblick

Gemäss aktuellem Terminprogramm werden die Hauptarbeiten im Sommer 2014 vergeben. Je nach evaluierter Vortriebsmethode beginnt der eigentliche Tunnelbau im 2016 oder im 2017. Die Bauzeit inklusive Installation der Tunnelausrüstung beträgt ca. 7 Jahre, so dass im Jahre 2023 mit der Eröffnung des Sanierungstunnels Belchen gerechnet werden darf. Anschliessend werden die beiden bestehenden Tunnelröhren terminlich versetzt ausser Betrieb genommen und baulich sowie ausrüstungsmässig ertüchtigt

Literatur:

- [1] Schillinger G. (1970): Die Felsdrücke im Gipskeuper beim Bau des Belchentunnels, Strasse und Verkehr, Nr. 10
- [2] Chiaverio F. (1999): Der Versuchsdrainagegestollen im Belchentunnel, FGU 1999, Olten
- [3] Chiaverio F., Kovári Prof. Dr.: Modulares Knautschsystem für Tunnel in stark quellfähigem Gebirge; STUVA 2007, Köln

Am Projekt Beteiligte:

- Bauherr : Bundesamt für Strassen ASTRA
Filiale Zofingen
- Bauherrenunterstützung/OBL : Jauslin + Stebler Ingenieure AG, MuttENZ
- Planung : Ingenieurgesellschaft STB:
Emch + Berger AG, Bern
Aegerter & Bosshardt AG, Basel
ILF AG, Zürich
- Geologie : Geologengemeinschaft:
Pfirter + Nyfeler AG, MuttENZ
Geotechnisches Institut AG, Basel
- Planung Lüftung : Pöyry Infra AG, Zürich
- Planung BSA : IUB AG, Bern

Verfasser:

Flavio Chiaverio
Dipl. Ing. ETH/SIA
Aegerter & Bosshardt AG

IG STB

Emch + Berger AG / Aegerter & Bosshardt AG / ILF AG