

## 4.2 Baugrubenabschluss und Sicherung

Die Geologie/Hydrogeologie ist im Abschnitt des Tunnels City relativ einheitlich. Die Aufschüttungen sind in der Regel mit 1 bis 2 m Mächtigkeit verhältnismässig bescheiden, erreichen aber im Bereich der SBB Werte von 5 bis 6 m. Darunter befindet sich der gewachsene Boden. Es sind zuerst 1 bis 4 m mächtige, junge Verlandungssedimente anstehend. Darunter folgen die Schichten der Schüss-Schotter und Schüss-Sande mit einer Stärke von 2 bis 7 m, gefolgt von sehr tief reichenden, jungen Delta und Seeablagerungen. Geotechnisch anspruchsvoll sind die Verlandungssedimente sowie die Delta- und Seeablagerungen. Das Grundwasser befindet sich in den Ablagerungen der Schüss sowie in den sauberen Sanden der Delta- und Seeablagerungen. Durch die dichte Schicht der Seeablagerungen ist das Grundwasser subartesisch gespannt. Das Grundwasser strömt von Nordosten in südwestlicher Richtung zum See.

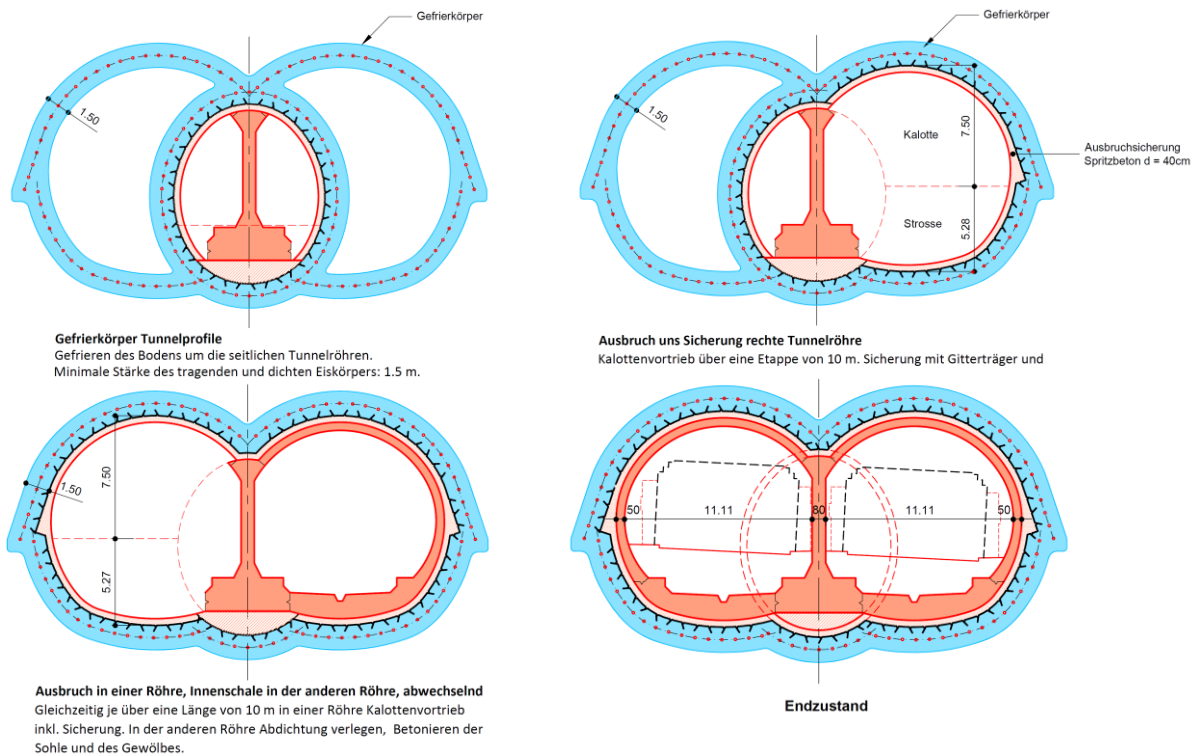
Der Tunnel City wird sowohl bergmännisch als auch im Tagbau erstellt. Die ersten 190 m des Tunnels ab dem Ostportal werden bergmännisch mit Hilfe des Gefrierverfahrens unter dem SBB-Damm realisiert. Die folgenden rund 500 m des Tunnels werden im Tagbau erstellt. Zur Anwendung kommen dichte Schlitzwände, die tief in die Delta- und Seeablagerungen eingebunden werden. Die Abstützung dieser Schlitzwände erfolgt über mehrere Lagen Stahlpriessungen. Im Bereich des Portals Ost werden die Baugrubenwände auch durch vorgespannte Bodenanker gesichert. Das Grundwasser wird über zwei Regulierte Systeme kontrolliert. Mit Filterbrunnen die ausserhalb der Baugruben abgeteuft werden, wird sichergestellt, dass die Grenzen des natürlichen Grundwasserspiegels weder über- noch unterschritten werden. Wasser, das sich an der Baugrube aufstaut, wird abgepumpt und auf der anderen Seite rückversickert. Innerhalb der Baugrube wird das Grundwasser mit Hilfe von Entlastungsbohrungen und KleinfILTERbrunnen abgesenkt, damit der Boden sicher ausgehoben werden kann.

## 4.3 Unterquerung SBB Damm

Der Tunnel City unterquert den bestehenden Damm der SBB. Die Länge der Kreuzungsstelle misst aufgrund des sehr schleifenden Schnitts rund 190 m. Es werden 2 Streckengleise sowie 3 Betriebsgleise unterquert. Für die Querung des SBB-Damms wurden verschiedene Varianten untersucht und mit der SBB besprochen (siehe Protokolle im Anhang). Die Resultate der Untersuchungen wurden in einem Bericht zusammengefasst und die Bestvariante - bergmännische Unterquerung mit Hilfe des Gefrierverfahrens - zur weiteren Bearbeitung empfohlen und durch die Bauherrschaft freigegeben.

Am westlichen Ende der Unterquerungsstrecke im Bereich Krautkuchen befindet sich der Start- und am östlichen Ende kurz vor der Schüss der Zielschacht. Der Ausbruch erfolgt im ‚Brillenprofil‘. Ein vorgängig, im mittleren Stollen betonierter Pfeiler dient der gegenseitigen Abstützung der seitlich und zeitlich parallel auszubrechenden Tunnelröhren. Damit der Ausbruch in den gesättigten feinkörnigen Böden und in den grundwasserführenden Schüss-Schottern und –Sanden erfolgen kann, wird vorgängig eine Abdichtung und Verfestigung durch Gefrieren vorbereitet.

Die Gefrierrohre werden in gerichtete Bohrungen verlegt, die vom Start- bis zum Ziel-schacht ausgeführt werden. Mit geeigneten Verfahren können die 190 m mit einer Genauigkeit von rund 20 cm erbohrt werden. Der Boden wird von beiden Schächten heraus über eine Länge von 95 m gefroren. Es gibt sowohl für die Länge der HDD-Bohrungen wie auch für die Gefrierrohre vergleichbare Referenzobjekte, die erfolgreich realisiert wurden. Nach einer Gefrierzeit von 3 bis 4 Wochen hat der gefrorene Bereich die erforderlichen Eigenschaften erreicht, so dass nach erfolgter Drainage durch vorrauseilenden Bohrungen mit dem Vortrieb begonnen werden kann. Der maschinenunterstützte Vortrieb im Lockergestein (MUL) erfolgt für den mittleren Stollen im Vollausschub mit abgetreppter Ortsbrust und schnellem Ringschluss. Nach Ausbruch des ganzen mittleren Stollens wird die Stützscheibe resp. Mittelwand des Tunnels in diesen einbetoniert. Die seitlichen Tunnel werden im Kalottenvortrieb ausgebrochen, wobei Strosse und Sohle nach einem Vortrieb von 10 m nachgezogen werden. Zur Reduktion der Restrisiken wird die Innenschale im rückwärtigen Bereich nachgezogen



Durch einen intermittierenden Betrieb der Gefrierinstallationen kann ein unerwünschtes Wachstum des Eiskörpers verhindert werden. Die Steuerung dieses Prozesses läuft über ein umfassendes Temperatur-Überwachungskonzept.

Nach Abschluss der Vortriebsarbeiten und dem parallel erfolgten Einbau des Gewölbes, muss aus dem Schacht für das Stapelbecken eine Querverbindung zum Tiefpunkt des Tunnels erstellt werden. Auch hier wird der Boden vorgängig mit Lanzen vereist, was einen sicheren Vortrieb ermöglicht. Wo das Pressrohr in den Tunnel eingeführt wird, sind

Sohle und Gewölbe ausgespart, so dass Abdichtung und Innengewölbe nachträglich lokal fertig gestellt werden können.

## 4.4 Tagbaustrecke

### 4.4.1 Baumethode

Der Tunnel City durchquert im Tagbau den Bereich der bestehenden Abstellgleise im Bahnhof Biel auf einer Länge von rund 300 m. Insgesamt werden dabei 12 Gleise betroffen (Gleis 56 – 64 und 202 - 203). Zur Durchquerung dieses Abschnittes wurden verschiedene Baumethoden studiert und mit der SBB besprochen (siehe Protokolle im Anhang). Als Bestvariante zeigte sich der halbseitige Bau im Tagbau, wo im ersten Schritt in einer ca. 14 m breiten offenen Baugrube die Hälfte des späteren Tunnels erstellt wird. Nach dem Bau der Tunnelröhre und der Auffüllung der Baugrube bis auf Niveau der Sperrschicht und mit anschliessendem Bau des darüber liegenden Bahntrasses wird die zweite Hälfte des Tunnels in einer ca. 12 m breiten Baugrube erstellt und mit dem ersten Teil verbunden.

Dieser halbseitige Bau erfordert, dass für die ausserbetrieb genommenen Gleise im Baubereich, 4 Ersatz-Abstellgleise vorgängig erstellt werden. Im Weiteren sind durch die SBB jeweils vor den Aushubarbeiten für die Tunnelhälften, sämtliche Gleise und bahntechnischen Einrichtungen innerhalb des Korridors von 4 Gleisen zu entfernen und nach dem Auffüllen der Baugrube sind die neuen Gleise und Bahnanlagen wieder zu erstellen. Während dieser SBB-Arbeiten können keine Bauarbeiten stattfinden, welche eine Einschränkung des Bahnbetriebs verursachen.

Die eigentliche Portalzone des späteren Tunnel City die mit Ausnahme der Gleise 202 – 203 ausserhalb der SBB-Anlagen liegt, kann innerhalb einer grossen offenen Baugrube erstellt werden, da die beiden Gleise ersatzlos ausserbetrieb genommen werden können.

In diesem Abschnitt wird nach der Fertigstellung des Portalbereichs der provisorische Anschluss für die neuen und die noch bestehenden Abstellgleise gebaut. Dazu wird ein Damm bis auf das heutige Niveau des Anschlussgleises (Gleis 64 bzw. Harfe) erstellt und über den ehemaligen Anschluss (Gleise 201 bzw. der Weiche 343) betrieben. Durch diesen provisorischen Anschluss können während dem Bau immer 6 bis 7 Abstellgleise mit einer Länge von ca. 200m zur Verfügung gestellt werden.

Nach Abschluss der Bauarbeiten werden die provisorischen Gleise und der Damm auf dem Portalbauwerk und entlang des Robert-Walser-Platzes rückgebaut und die ursprüngliche Gleistopologie im Bereich des Bahnhofs wieder hergestellt.