

Voreinschnitt Nord und Tagbaustrecke des Isisbergtunnels

Als Vorarbeiten für den Tunnelvortrieb des Isisbergtunnels wurden 2002 und 2003 der Voreinschnitt Nord und die Tagbaustrecke im Bereich der Luzernerstrasse erstellt. Der Voreinschnitt befindet sich in einem geologisch-geotechnischen schwierigen Gebiet. Im Bereich des Nordportals unterquert die Nationalstrasse die Luzerner- und die Moosstrasse, welche für die Bauphase vorgängig verlegt wurden. Als Bauverfahren kam hier die Deckelbauweise zur Anwendung.

Geologie: Der Voreinschnitt Nord mit den Abmessungen von längs 80–100 m, quer von 40 m und einer Einschnitttiefe von 10–25 m, befindet sich in einem geologisch-geotechnisch schwierigen Gebiet. Die Lage des stirnseitigen Baugrubenabschlusses, respektive des Tunnelportals wurde so gewählt, dass die Weströhre vollständig im Fels liegt, während die Oströhre auf ca. 30 m Länge im bergmännischen Vortrieb im Lockergestein erstellt wurde.

Die Geologie wird durch den 30–40° steilen Abfall der Felsoberfläche in Richtung Wettswiler Talbecken

Approach Cutting North and Cut-and-Cover Section of Isisberg Tunnel

Preliminary activities for the tunnel drive of the Isisberg tunnel in 2002 and 2003 involved construction work for the north approach cutting and the cut-and-cover section in the region of the Luzernerstrasse. The approach cutting is situated geologically and geotechnically in a difficult area. In the region of the north portal the national highway underpasses the roads Luzernerstrasse and Moosstrasse, which were diverted for this construction phase. The top-down construction method was used.

Geology: The approach cutting north with the dimensions of length 80–100 m, width 40 m and a depth of cutting of 10–25 m, is located in an area with difficult ground conditions, from both the geological and geotechnical point of view. The position of the front excavation supports and of the tunnel portal were chosen in such a way that the west tube lies completely in rock, whereas over a length of approx. 30 m the east tube was driven in soft ground using conventional mining methods.

dominiert und zusätzlich durch eine Bentonitschicht beeinflusst. Talseitig der steil abfallenden Felsoberfläche befinden sich verschwemmte Grundmoräne und tonige Seeablagerungen, bergseitig über der Felsoberfläche eine Rutschmasse aus Gehängelehm. Der Hangwasserspiegel befindet sich ca. 4–5 m unter der Geländeoberfläche.

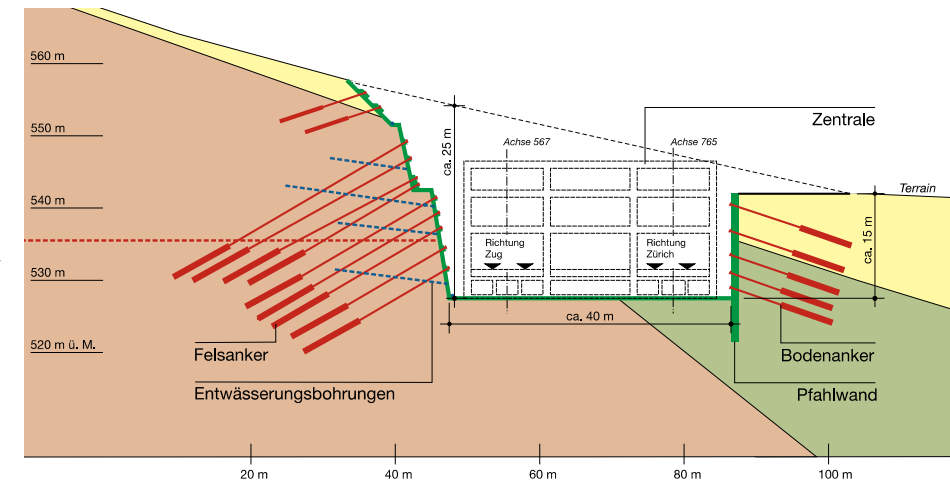
Sicherung der Rutschmasse auf der Felsoberfläche: Aufgrund von Inclinometermessungen konnten leichte Kriechbewegungen der Rutschmasse auf der Felsoberfläche festgestellt werden. Im Bereich des Tunnelportals mussten diese Rutschmasse etappenweise angeschnitten und mit Spritzbeton und Ankern gesichert werden.

Baugrubensicherung: Im Bereich des steil abfallenden Felsens, wurde die Rutschmasse durch eine bergseitig verankerte Bohrpfehlwand stabilisiert. Die Baugrubensicherung im Lockergestein aus verankerten Bohrpfehlwänden ist mit Spritzbeton ausgefacht. Die Abstände der Bohrpfähle mit einem Durchmesser von 90–120 cm beträgt 2–2,5 m auf. Um den Aufbau eines Wasserdruckes hinter den Baugrubenwänden zu verhindern, wurden systematisch Entwässerungsbohrungen durch die Ausfachtung erstellt.

Bentonithorizont: Der Bentonithorizont befindet sich ca. 5 m über der Baugrubensohle. Entsprechend der Felsschichtung weist auch er eine der praktisch horizontalen Lagerung auf.

Diese Bentonitschichten stellen wegen ihrer sehr geringen Scherfestigkeit eine bekannte Schwächezone dar. Dies auch wenn die Inclinometermessungen bisher keine rezente Gleitbewegungen aufgezeigt haben. Mit dem Aushub des Voreinschnittes waren Verschiebungen in der Bentonitschicht infolge von Spannungumlagerungen zu erwarten. Infolge des wegfallenden talseitigen Widerstandes konnte eine Hanginstabilität nicht mehr ausgeschlossen werden. Es wurden daher die folgenden Massnahmen vorgesehen:

- > Ersatz des durch den Aushub wegfallenden Erdwiderstandes durch Verankerungen
- > Messtechnische Überwachung des Hanges und des Voreinschnittes mittels Deformationsmessungen (Inclinometer, Extensometer, geodätische Messungen etc.), Wasserdruck, Ankerkraftmessungen
- > Systematisch angeordnete Entwässerungsbohrungen zur Drainierung der Felsklüften
- > Verankerung der Felsanker unterhalb der Bentonitschicht (im Bereich des Felsanschnittes und der bergseitigen Bohrpfehlwand).



The geology is dominated by the 30–40° steep dip of the rock surface in the direction of the Wettswil valley basin and is also influenced by the presence of a bentonite layer. On the valley side of the steep rock surface there is glacial drift together with clayey lacustrine deposits, while on the opposite side the rock surface is covered by a potential sliding mass consisting of slope wash. The groundwater table is approx. 4–5 m below the ground surface.

Stabilisation of the potential sliding mass lying on the rock surface: Based on inclinometer measurements, creep movements were detected in the potential sliding mass covering the rock surface. In the region of the tunnel portal this slide material was cut through in steps and stabilised using sprayed concrete and ground anchors.

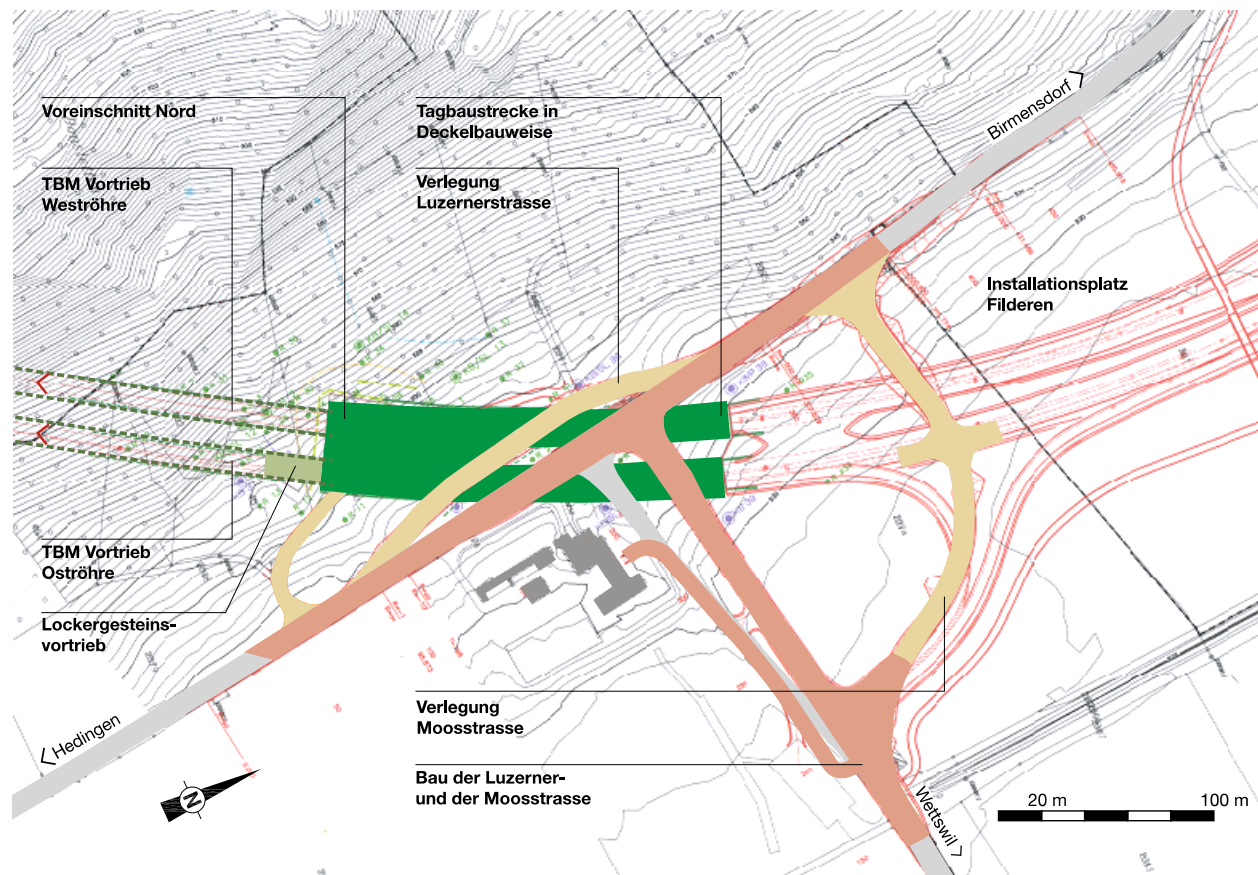
Querschnitt Voreinschnitt Nord.
Cross section through approach cutting north.

- Gehängelehm, oben Rutschmasse
- verschwämme Grundmoräne
- Molasse

Voreinschnitt Nord.
Approach cutting north.



Übersicht.
Overview.





Excavation supports: In the region of the steeply sloping rock, the potential sliding mass was stabilised by means of an anchored bored pile wall on the side facing the hillside. The excavation support in the soil, consisting of anchored bored pile walls, was provided with a sprayed concrete cladding. The spacing between the 90–120 cm diameter bored piles was 2–2.5 m. To prevent the build-up of water pressure behind the excavation walls, a grid of drainage holes was drilled through the cladding.

Bentonite horizon: The bentonite horizon is situated approx. 5 m above the base of the excavation. As with the rock layering it also exhibits a practically horizontal bedding plane.

These bentonite layers, due to their low shear strength, represent a known weak zone, even if up till now the inclinometer measurements did not register any slip movements. With the excavation of the approach cutting displacements in the bentonite layer were expected due to stress redistributions. Due to the lack of resistance on the valley side the possibility of slope instability could not be excluded. Thus the following measures were planned:

- > compensation for the loss of earth resistance caused by excavation using ground anchors
- > monitoring of the slope and of the approach cutting by means of instruments: deformation measurements (inclinometer, extensometer, geodetic measurements, etc.), water pressure and anchor force measurements
- > grid of dewatering drill holes to drain the rock joints
- > anchoring of the rock anchors below the bentonite layer in the region of the rock cutting and hillside-facing bored pile wall.

The anchor force actually needed could only be specified during execution because of slope displacement measurements and especially due to the size and the variation with time of the deformations in the bentonite layer. With the help of the online monitoring of the extensometer and anchor force measurements the anticipated anchor force could be reduced. Only small deformations could be observed in the bentonite layer.

Cut-and-cover section north using the top-down method

For economic and technical reasons (problematic anchoring of the excavation support walls in the lacustrine deposits, lack of adequate working space, etc.) the execution of the cut-and-cover section north involved the use of the top-down construction method.

Voreinschnitt Nord.
Approach cutting north.

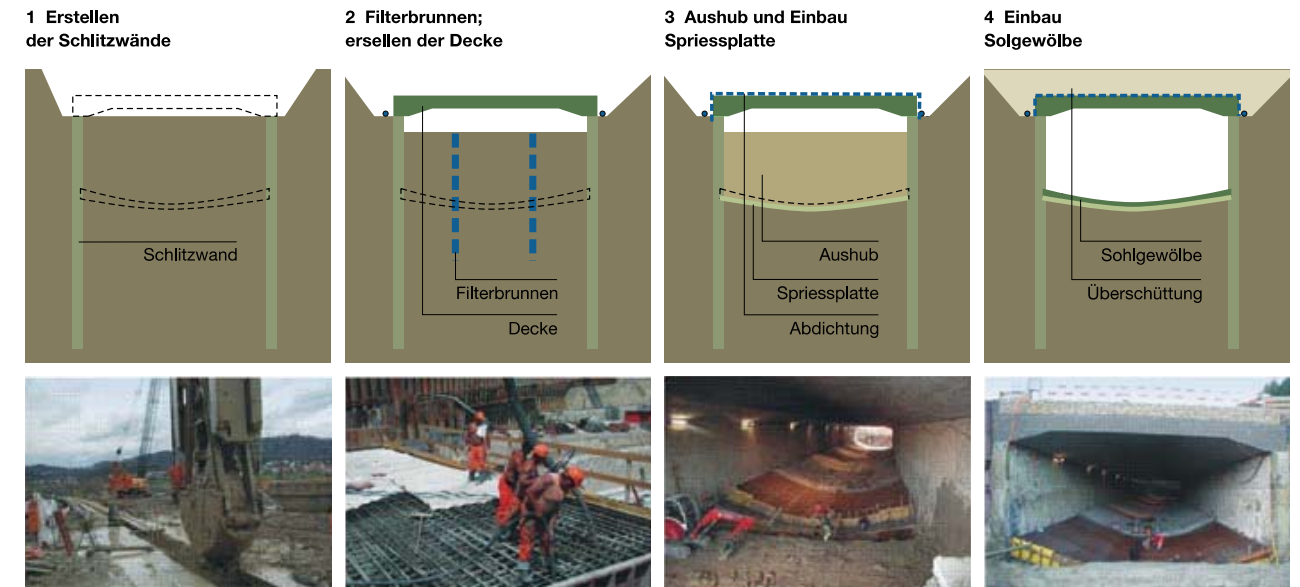
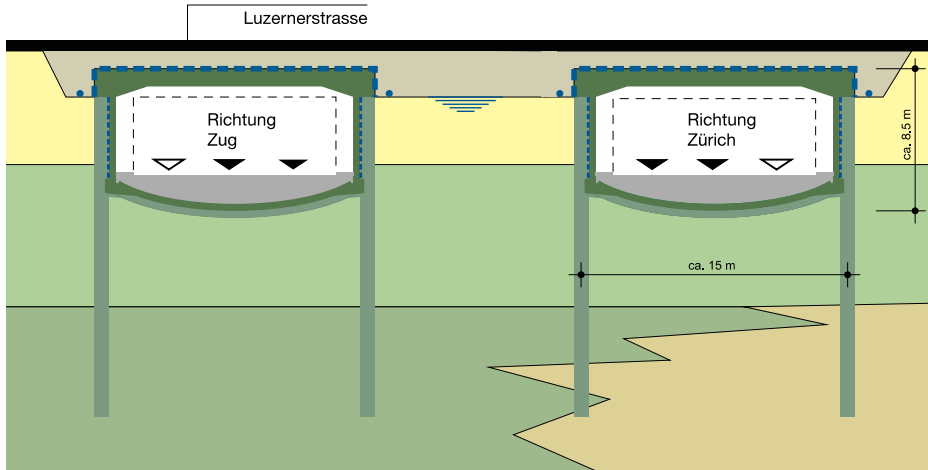
Normalprofil
Tagbaustrecke Nord
in Deckelbauweise.
Standard profile
in cut-and-cover section
north with top-down
construction method.

- Gehängelehm
- verschwämmte Grundmoräne
- Schlammorrane in See
- Seeablagerungen

Die effektiv notwendige Verankerungskraft konnte erst während der Ausführung aufgrund der Hangverschiebungsmessungen und insbesondere aufgrund der Grösse und des zeitlichen Verlaufes der Deformationen in der Bentonitschicht festgelegt werden. Aufgrund der Online-Überwachung der Extensometer und der Ankerkraftmessungen konnte die vorgesehene Ankerkraft reduziert werden. Auf der Bentonitschicht wurden nur geringe Deformationen beobachtet.

Tagbaustrecke Nord in Deckelbauweise

Die Ausführung der Tagbaustrecke Nord erfolgte aus wirtschaftlichen und bautechnischen Gründen (problematische Verankerung der Baugrubenwände in den Seeablagerungen, Platzverhältnisse etc.), in Deckelbauweise. Die Tagbaustrecke für die Oströhre beträgt ca. 100 m, für die Weströhre ca. 60 m. Die Breite des Tag-



bauprofiles von ca. 15 m wird durch die beiden Fahrstreifen mit den Ein- und Ausfahrtstreifen des Anschlusses Wettswil bestimmt.

Bauvorgang: Die 16 m tiefen Schlitzwände sind 80 cm stark und wurden in Etappen von ca. 4 m Länge erstellt. Danach wurden die Führungsmauern abgebrochen und zwischen den Schlitzwänden auf eine Tiefe von ca. 2 m ausgehoben, bevor auf diesem Niveau die Kleinfiterbrunnen gebohrt und die Fundation für die Deckenspiessung erstellt wurde. Die Decke wurde in Etappenlängen von ca. 14 m betoniert, anschliessend abgedichtet und überschüttet, damit der definitive Bau der Luzerner- und Moosstrasse ausgeführt werden konnte. Nach Absenkung des Wasserspiegels bis unter die Baugrubensohle erfolgte der etappenweise Aushub unter der Decke inklusive Einbau der Spiessplatte und des Sohlgewölbes.

Kurt Boppart dipl. Bauing, ETH/SIA
Dr. Vollenweider AG, Rapperswil

The cut-and-cover section for the east tube was approx. 100 m long and for the west tube approx. 60 m. The width of the cut-and-cover section of approx. 15 m is decided by the two traffic lanes with the axis and exit lanes for the connection to Wettswil.

Construction process: The 16 m deep diaphragm walls are 80 cm thick and were constructed in steps of approx. 4 m. Afterwards the guide walls were demolished and the soil excavated to a depth of approx. 2 m between the diaphragm walls, before drilling the small filter wells at this level and constructing the foundation for the roof slab, which provides bracing. The slab was concreted in steps of approx. 14 m, then waterproofed and filled over, so that the permanent structures of the roads Luzernerstrasse and Moosstrasse could be completed. After lowering the water table to below the base of the excavation the stepwise excavation of the soil beneath the roof slab could begin. Finally, the intermediate support slab was constructed as also the invert arch.

Bauvorgang Tagbaustrecke Nord in Deckelbauweise.
Construction procedure for cut-and-cover section north with top-down construction method.

Peter Bieber und Kurt Boppart Vorarbeiten für den Islisbergtunnel im Bau, SchweizerBauJournal, 5/2002