

Projektierung und Bauausführung von Verkehrswegeprojekten in instabilen Hangflanken - Die Selzthaltunnel Oströhre als Beispiel eines Tunnels in einer aktiven Massenbewegung

*Th. Sausgruben, H. Kirschner, Th. Knittel & G. Poscher
(ILF Beratende Ingenieure, 6020 Innsbruck, Framsweg 16)*

Allgemeines

Der weitere Ausbau und die Verbesserung der alpinen Verkehrsinfrastruktur erfordern in zunehmendem Maße die Inanspruchnahme anspruchsvoller geologisch-geotechnischer Zonen als Baugrund. Einerseits handelt es sich dabei um naturräumliche Zwangspunkte, andererseits wird die Trassierung in hohem Maße durch externe Faktoren und Schutzgüter wie Besiedlung, Wasserwirtschaft und Ressourcenschutz determiniert. Die Trassenführung der geplanten Eisenbahnneubaustrecke durch das Unterinntal ist dafür ein gutes Beispiel.

Neben dem forcierten Ausbau und dem Neubau von Eisenbahnstrecken, deren Trassierungskriterien oftmals geringe Spielräume für die Linienführung vorgeben, wurden in jüngster Zeit aber auch mehrere Straßenbauprojekte in Angriff genommen, welche nicht zuletzt aufgrund der absehbaren schwierigen geologisch-geotechnischen Randbedingungen teilweise Jahrzehnte auf der Warteliste standen.

Dazu zählen insbesondere die zweite Röhre des Selzthaltunnels an der Pyhrnautobahn, der 1998/99 errichtet wurde und der Strenger Tunnel der Arlbergschnellstraße mit Baubeginn in diesem Jahr.

- Während der Selzthaltunnel als Beispiel für einen Vortrieb in einer aktiven Massenbewegung anzusehen ist, gilt der
- Strenger Tunnel als ein Beispiel für eine Trassierung, die einem nicht aktiven Talzus Schub sowie aktiven sekundären Massenbewegungen im Stirnbereich weitestgehend ausweicht. Dazu waren umfangreiche Voruntersuchungen und Stabilisierungsmaßnahmen im Ostportalbereich (Anschlußstelle Paznaun) erforderlich.

Ein weiteres Bauwerk, welches in diesem Zusammenhang Erwähnung verdient, ist der Schnepfauertunnel im Bregenzerwald, der derzeit vorgetrieben wird. Es handelt sich dabei um ein Bauwerk, welches zur Lawinensicherheit der Bregenzerwald-Bundesstraße errichtet wird und das im südlichen Vortriebsabschnitt eine Felsgleitmasse mit teilweise matrixgestütztem Gefüge bei hoher Wasserempfindlichkeit und geringer Überlagerung auffährt.

Selzthaltunnel - Oströhre

Der Verkehrsknoten Liezen in der Steiermark besitzt überregionale Bedeutung durch das Zusammentreffen zweier wichtiger Verkehrsströme, aus dem Ennstal und der Pyhrnautobahn kommend, und der Weiterführung des Verkehrs durch das Palten-/Liesingtal in Richtung Landeshauptstadt Graz. Anfang der 80-iger Jahre wurde der Knoten im Halbausbau fertiggestellt. Das wachsende Verkehrsaufkommen in den letzten Jahren gab Anlaß zur Entscheidung die Anschlußstelle Liezen voll auszubauen.

Das Kernstück der Anschlußstelle zur Pyhrnautobahn stellt die ca. 1 km lange Oströhre des Selzthaltunnels dar. Aus dem Bau der ersten, weiter westlich gelegenen Röhre und geologischen Untersuchungen der „Gruppe Geotechnik Graz“ war bekannt, daß der Tunnel in schwierigen Gebirgsverhältnissen situiert sein wird.

Am 01.09.1998 gelangte der Tunnelvortrieb in den Abschnitt der aktiven Massenbewegung, die Verformungen in der Talflanke und im Tunnel nahmen kritische Werte an. Durch einen schnellen Sohlschluß, welcher durch den Einbau eines Sohlgewölbes während des Kalotten- und

Strossenvortriebs erreicht wurde, konnten die Verformungen auf ein unbedenkliches Maß reduziert werden. Aus heutiger Sicht ist es gelungen, basierend auf den geologischen und geotechnischen Erkenntnissen, welche aus der Erkundungs- und Bauphase gewonnen werden konnten, konstruktive und begleitende Maßnahmen zu treffen, die zu einer Stabilisierung der Hangflanke und des Bauwerks beigetragen haben.

Geografischer, geologischer und tektonischer Rahmen

Der Selzthaltunnel verläuft parallel zum Nord-Süd-streichenden Paltental in der östlichen Talflanke des Mitterberg. Wesentliche Bedeutung für den Bau des Tunnels besaßen die sprödetektonische Zerlegung während der alpidischen Gebirgsbildungsära und die glaziale/postglaziale Landschaftsprägung. Der Zerfall des Eisstromnetzes vor ca. 18.000 Jahren führte in Bereichen geologischer Schwächezonen der glazial übertieften Täler zur Instabilität der Hangflanken. Besonders in der Grauwackenzone des Ennstales, wo die Gesteine durch intensive tektonische Beanspruchungen als Folge der nahen Ennstalstörung eine geringe Gesteins- und Verbandsfestigkeit aufweisen, und wo abschnittsweise tiefgründige Verwitterungszonen vorherrschen, entstanden großausgedehnte, tiefreichende Massenbewegungen, die sich z.T. bis zum heutigen Tag aktiv bewegen. Der Nordportalabschnitt des Selzthaltunnel ist in einer solchen aktiven Massenbewegung situiert.

Geologisch-geotechnische Erkundungen

Das Erkennen und die planliche Erfassung der Massenbewegung aus der Geländekartierung, hatte im Jahre 1985 der Einbau von Inklinometern zur Folge. Die Neigungsmesser wiesen eine aktive Bewegungszone in einer Tiefe von 15 bis 18 m unter GOK aus und zeigten bis zum Baubeginn 1998 eine mittlere Bewegungsrate von 4 bis 5 mm/Jahr. Im Jahr 1997 erfolgten zusätzlich geoseismische und geoelektrische Untersuchungen zur Erkundung des Tiefgangs der Massenbewegung. Wesentliche Erkenntnisse für die finale Gestaltung in der Tunnelplanung ergaben sich schließlich aus der geologischen und geotechnischen Dokumentation beim Auffahren des Tunnels in diesem Abschnitt.

Die Strukturierung der Massenbewegung auf Basis der Tunneldokumentation

- Die Massenbewegung weist eine Gesamttiefe von 33 m auf.
- Sie gliedert sich in eine tiefere, 15 m mächtige, relikte, zZ. inaktive und in eine 15 bis 18 m mächtige aktive Masse.
- Durch den annähernd hangparallelen Verlauf des Tunnels ergibt sich für den Tunnel ausgehend vom Portal die ungünstige Länge in der Massenbewegung von 120 m, wovon 90 m in der aktiven Massenbewegung gelegen sind.
- Die ungünstigen, hangauswärtsfallenden (das heißt nach N einfallenden) Schieferungsflächen begünstigten die Anlage von Bewegungs- und Scherbahnen.
- Die Gleitzone stellt eine relativ undurchlässige Schicht dar und trennt die relikte, nahezu trockene von der wasserführenden rezenten Bewegungsmasse.

- Die basale Gleitzone der aktiven Massenbewegung bildet keine diskrete Scherzone sondern einen 6 m breiten Bereich in der das Gestein penetrativ durchbewegt wurde. Die Bewegung in dieser und anderen Scherzonen ist als ein Mikrogleiten an einer Unzahl von kleinen Scherflächen zu sehen.
- Als Folge einer Vielzahl von Scherbahnen resultiert ein chaotisches Gefüge: große, in sich zerscherte Phyllitblöcke lagern in einer Feinsand-Schluff-Lockergesteinsmatrix.

Bautechnische Lösung des Nordportalabschnittes

Konstruktive Maßnahmen

- Zur Stabilisierung des Portals im Bereich der Massenbewegung wurden 12 Schlitzwandelemente betoniert. Die lamellenartig angeordneten Elemente besitzen eine Länge von 7,5 m, eine Breite

von 0,8 m und wurden bis auf eine max. Tiefe von 36 m unter die Geländeoberfläche geführt. Die Schlitzwände wurden in unbewegten Untergrund eingebunden.

- Die Betoninnenschale im Bereich der Deckelstrecke ist von den Schlitzwandelementen entkoppelt damit sich etwaige Verformungen der Schlitzwandelemente nicht auf das Portalbauwerk übertragen können.
- Die Innenschale des Tunnels wurde in 6 m langen Abschnitten betoniert, zwischen den einzelnen Elementen sind Bewegungsfugen ausgebildet.
- Zur Kompensation möglicher Bewegungen zwischen der Außen- und Innenschale wurden kompressible Elemente eingebaut.
- Zur Aufnahme von Zugbeanspruchungen wurde die Innenschale mit glasfaserarmiertem Beton hergestellt.
- Der Abschnitt des Tunnels in der aktiven Bewegungsmasse weist ein tiefes Sohlgewölbe auf.

Weiterführende Maßnahmen zur Stabilisierung der Bewegung und Beobachtungsprogramm

- Auf Basis der geologischen Tunneldokumentation und der Inklinometer konnte die kritische Tiefe des aktiven Gleithorizonts flächig rekonstruiert werden. Zur Stabilisierung der Massenbewegung wurde dann ein auf mehreren Kiespfahlreihen basierendes Entwässerungskonzept erarbeitet. Die Kiespfähle reichen von der Geländeoberfläche bis zur Gleitfläche und drainieren so die aktive wasserführende Bewegungsmasse.
- Zusätzlich wurden im Tunnel und im Bereich der Schlitzwände - ausgehend von Entwässerungsnischen - sternförmig angeordnete Drainagebohrungen ausgeführt.
- Geotechnische Meßpunkte am Portal, auf den Schlitzwandelementen und in der Tunnelröhre dienen der Erkennung möglicher weiterer Bewegungen
- Neu gesetzte Inklinometer dienen als Frühwarnsystem, falls Bewegungen in tieferen Hangabschnitten auftreten.