

HL-AG EISENBAHTUNNEL LAMBACH EIN BEISPIEL FÜR TUNNELBAU IN LOCKERGESTEINEN UNTER GERINGER ÜBERLAGERUNG - ERFAHRUNGEN BEIM BAU

.Dr.W.Fürlinger & Dr.M.Bergmalr

1. Einleitung

Im Zuge des Ausbaues der Eisenbahn - Hochleistungsstrecke Wien-Salzburg wurde eine Umfahrung des Marktes Lambach (ÖÖ) notwendig. Die bestehende Strecke stellt mit einer 80 km/h - Schleife um den Kalvarienberg ein "Nadelöhr" im Abschnitt Linz - Attnang Puchheim der Westbahn dar. Zur Umfahrung des Marktes Lambach entschloß man sich, eine Hochfläche NE von Lambach mit einem zweigleisigen Eisenbahntunnel zu durchörteren. Die Errichtung des neuen Strckenabschnittes mit einer Bauloslänge von ca. 3,9 km und einer Tunnellänge von 1410 m bringt eine Streckenverkürzung von ca. 300 m und eine Fahrzeitverkürzung in diesem Abschnitt der Westbahn von rund 2 Minuten. Die Überlagerung des seichtliegenden Tunnels beträgt abgesehen von den Portalbereichen maximal 35 m, die geringste Überlagerung beträgt ca. 17 m.

2. Geologischer Überblick

Die vom Tunnel der Umfahrung Lambach durchörterte Hochfläche wird von quartären Sedimenten aufgebaut, die auf einem tertiären Schliersockel ruhen (siehe Abb. 1). Die Schichtenfolge stellt sich folgendermaßen dar (vom Liegenden ins Hangende):

- Schlier (Vöcklaschichten, Tertiär)
- Deckenschotter (Quartär, Prä-Riß)
- Löß, bzw. Lößleim (quartär, wahrscheinlich Riß - Würm)

Bei den Deckenschottern handelt es sich um die Reste der mächtigen Schotterkörper einer alten Vereisung (Prä-Riß), die in der Art von Sanderflächen vom Rand der Vereisung ins Alpenvorland geschüttet wurden. Das Ablagerungsmilieu wurde von starken, jahreszeitlichen Schwankungen in der Wasserführung geprägt, es entspricht demjenigen von verflochtenen (verwilderten) Flüssen ("braided river enviroment").

Im Tunnel Lambach wurden, entsprechend dem Sedimentationsmilieu, vorwiegend zum Teil steinige, sandige Kiesbänke, in Wechsellagerung mit Sandbänken und Rollkieslinsen ausgefahren.

Der Gesteinsinhalt der polymikten Kieskörper besteht überwiegend aus Quarzgeröllen mit Anteilen von Kristallingeröllen und kalkalpinen Komponenten. Untergeordnet beobachtet man Flyschgerölle.

Insbesondere die hangenden Partien der Deckenschotter sind seit ihrer Ablagerung den Einflüssen der Verwitterung ausgesetzt. Begünstigt durch die Oberflächengestalt der Deckenschotterhochfläche greift die Verwitterungsschicht in Abschnitten des Tunnels bis in den Bereich des Tunnelquerschnittes ein. Die Verwitterung äußert sich insbesondere durch eine Zunahme von entfestigten Kieskomponenten ("Geschiebeleichen"), einer damit verbundenen Steigerung des bindigen Anteils am Sediment und einer allgemeinen Abnahme der Lagerungsdichte.

Weitere, markante Verwitterungserscheinungen treten in Form von "geologischen Orgeln" auf. Es handelt sich dabei um unregelmäßig begrenzte, schlauchförmig in die Tiefe greifende Verwitterungszonen. Der Durchmesser der im Tunnelquerschnitt beobachteten Erscheinungen betrug meist 5 bis 7 m. Die Füllung dieser "Verwitterungsschlotten" besteht aus stark verwitterten, jedoch trockenen, meist sehr locker gelagerten sandigen Kiesen, die beim Tunnelvortrieb oft eine starke Neigung zum "Ausfließen" zeigten. Genetisch dürften diese Verwitterungserscheinungen in einem engen Zusammenhang mit ebenfalls beobachteten "Zerrklüften" in dicht gelagerten Deckenschottern stehen. Dabei scheinen die geologischen Orgeln insbesondere an Scharungen von Klufsystemen gebunden zu sein, die eine erhöhte Wegsamkeit für Verwitterungslösungen bilden.

3. Bauweise und Vortrieb

Der bergmännisch vorgetriebene Teil des Tunnels (ca. 1320 m) wurde nach den Grundsätzen der Neuen Österreichischen Tunnelbauweise (NÖT) vorgetrieben. Der Ausbruchsquerschnitt von ca. 120 m² wurde in drei Teilquerschnitten mit vorauseilender Kalotte (ca. 100 - 180 m Vorlauf), Strosse und kurz nacheilender Sohle vorgetrieben. Der Ringschluß mit einem Spritzbetonsohlengewölbe erfolgte maximal 8 m, minimal 3 m hinter der Strossenbrust. Der Kalottenvortrieb fand im "Inselbetrieb" statt, d.h. es gab keinen halbseitigen Stossenbau und damit auch keine befahrbare Rampe um auf das Kalottenniveau zu gelangen. Die Kalotte wurde mit

einem temporären Sohlgewölbe ausgestattet, das unmittelbar hinter der Ortsbrust eingebaut wurde.

Der Ausbruch in der Kalotte erfolgte mechanisch in mehreren Teilflächen mit einem Tunnelbagger. Die Anzahl der Teilflächen richtete sich nach den Erfordernissen des Gebirges. Zur Sicherung des Ausbruchsrandes beim Kalottenvortrieb wurden vorauseilend Vorpfänddielen eingebracht. Die Abschlagslänge betrug maximal 1,2 m, im Minimum 0,8 m. In besonders kritischen Vortriebsabschnitten, wie der Unterfahrung der Ortschaft Ziegelstadt und des Hochbehälters "Mariahilf" wurde das Gebirge am Ausbruchrand durch einen HDBV Schirm (Hochdruckbodenvermörtelung) vergütet.

Zur Erfassung der Hohlraumverformung und der Oberflächensetzungen wurde ein umfangreiches geotechnisches Meßprogramm durchgeführt, dessen Kernstück die berührungslose Messung der Bewegungen der Tunnelschale darstellte.

4. Geologisch bedingte Probleme beim Vortrieb

Der Vortrieb hatte besonders in der Anfangsphase mit größeren, durch das Gebirge bedingten Problem zu kämpfen, die bei weiterem Vortrieb durch eine besser angepasste Vortriebstechnik und für geologische Schwierigkeiten sensibilisierte Vortriebsmannschaft gemeistert wurden.

Grob lassen sich die geologisch bedingten Probleme beim Vortrieb in zwei Kategorien unterteilen:

- A. Durch das Sedimentationsmilieu bedingte Probleme, wie das Auftreten von Sandbänken und Rollkieslinsen ("washouts")
- B. Schwierigkeiten, die durch supergene Prozesse bedingt sind, wie "Geologische Orgeln", verwitterte Deckenschotter, die Ausbildung von Zerrklüften und eine allgemeine Auflockerung des Kornverbandes in Hangnähe.

Im allgemeinen lassen sich diese Probleme beim konventionellen Vortrieb (mit Vorpfänddielen) durch den Einsatz von gezielten Maßnahmen beherrschen:

- * Verringerung der offenen Stützweite (Bogenabstand)
- * Verkleinerung der Teilflächen beim Öffnen der Brust

- Verringerung des Abstandes der Vorpfänddielen bis hin zur vollflächigen Verdielung
- Verstärkung der vorseilenden Sicherung mit IBO-Spießen
- Brustverzug mit Spritzbeton, ggf. auch mit Baustahlgitter
- Einbringung von Brustspießen
- Ausschließliche Verwendung von schnellfesten Zement (z.B.: PSZ 400) bei vorseilender Sicherung, Ankerung und bei Injektionen zur Gebirgsverbesserung.

5. Der Tagbruch bei Stat. 645,8 m - 655,5 m

In den Abendstunden des 30.6.92 ereignete sich beim Strossenvortrieb im Tunnel Lambach ein folgenschwerer Verbruch. Dem Betrachter bot sich damals folgendes Bild: Die Tunnelröhre war auf rund 10 m Länge teilweise zerstört, praktisch der gesamte Tunnelquerschnitt von rund 120 m² war mit Verbruchmaterial gefüllt. In der vorseilenden Kalotte (Vorlauf ca. 185 m) war die dort arbeitende Vortriebsmannschaft eingeschlossen (siehe Abb.2.). Zum Glück blieben im rechten Kämpferbereich die Versorgungsleitungen für Strom, Wasser und Torkret intakt, sodaß ein Sprechkontakt und die Versorgung der eingeschlossenen Mineure hergestellt werden konnte. Obertage befand sich an der Unglücksstelle ein annähernd kreisrunder Verbruchtrichter mit einem Durchmesser von ca. 20.

Die Bergung der eingeschlossenen Mannschaften von Obertage aus wurde noch in den Nachtstunden begonnen und konnte ca. 24 Stunden nach dem Ereignis glücklich abgeschlossen werden.

Als mögliche, beim Verbruchgeschehen wirksame Faktoren können aus geologischer Sicht genannt werden:

- Der Tunnelvortrieb befand sich mit der Strosse zum Verbruchszeitpunkt in verwitterten Deckenschottern. Verwittertes Gebirge bedingt höhere Bewegungsbeträge beim Vortrieb; entfestigte Gesteinskomponenten und Verwitterungslehm beeinflussen das geomechanische Verhalten des Gebirges.
- Asymmetrisch ablaufende Verformungen indizieren zudem eine außerhalb des Tunnelquerschnittes gelegene Schwächezone im linken Kalottenfußbereich.

- Der Strossenvortrieb befand sich im Abschnitt mit der geringsten Überlagerung (ca. 17 m)
- eine Betriebsnische beeinflusste das Tunnelprofil ungünstig.

Die Sanierung des Tagbruches erfolgte durch ein Bündel von Maßnahmen, die sowohl von Obertage, als auch von Tunnel aus ansetzen. Die wesentlichen Sanierungsschritte waren:

- Herstellung einer aufgelockerten Bohrpfehlwand im Bereich des Tagbruches an der linken und rechten Ulme des Tunnels von Obertage her.
- Zusätzlich Herstellung eines Injektionsschirmes von Obertage.
- Herstellung von insgesamt 2 Rohrschirmen vom Tunnel aus, über die gesamte Länge des Verbrauchs.

Als Reaktion auf das Verbrauchsgeschehen wurden für den weiteren Vortrieb schwerpunktmäßig folgende Maßnahmen getroffen:

- Verkürzung der Ringschlußdistanz, d.h. Verkleinerung des Abstandes zwischen Stossenbrust und Ringschluß,
- verstärkte Systemankerung
- Verstärkung der Spritzbetonschale,
- setzungsabhängige Unterfangung der Kalotte und
- Abbau der Strosse in Teilflächen.

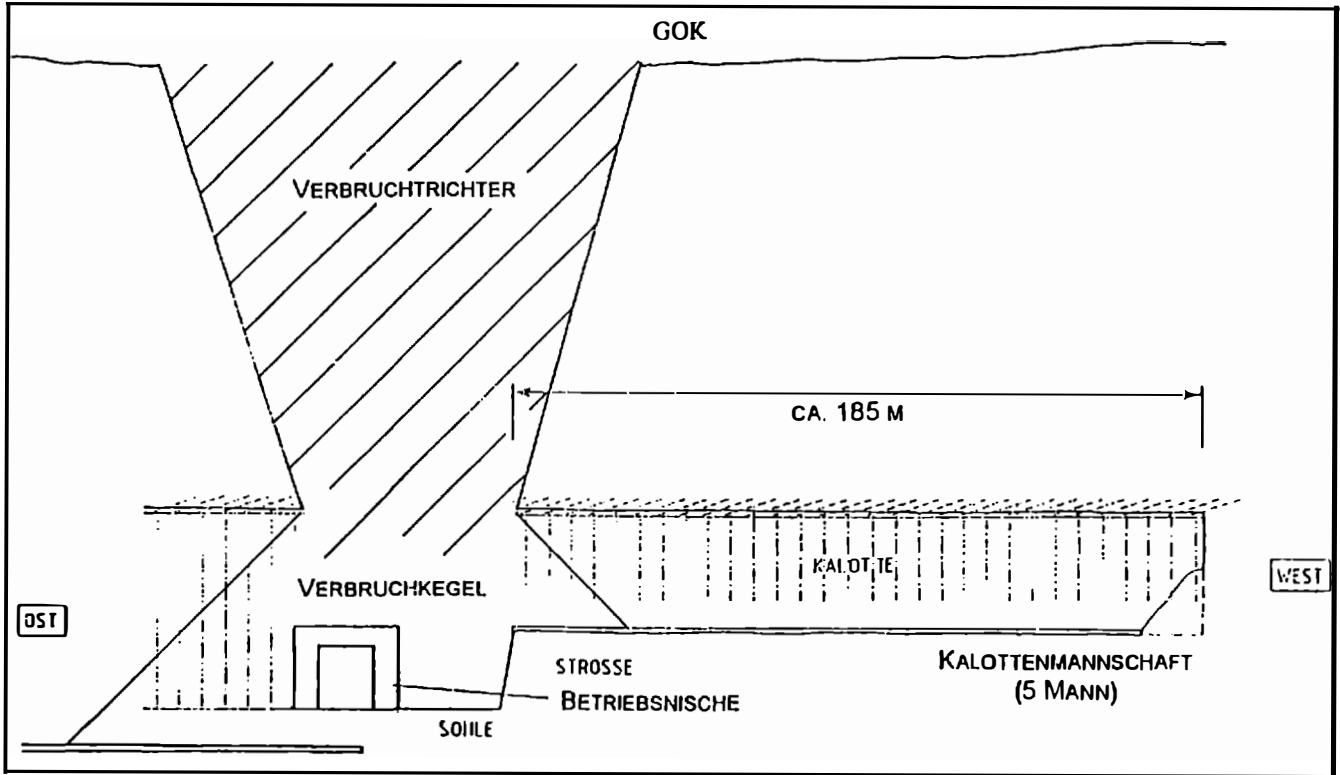


Abb.2: Vortriebsituation im Tunnel Lambach zum Verbrauchzeitpunkt

6. Schlußfolgerungen

Gerade das für jeden Tunnelbauer schmerzliche Ereignis beim Bau des Tunnels Lambach hat deutlich vor Augen geführt, daß der Vortrieb von seichtliegenden Tunneln - insbesondere im Lockermaterial - ein Höchstmaß an Sensibilität von allen am Bau beteiligten verlangt. Jeder Aktion des Gebirges muß von dem, mit der Vortriebssteuerung befaßten Team rechtzeitig mit den richtigen tunnelbautechnischen Mitteln entgegengetreten werden.

Als Grundvoraussetzung zum Ergreifen zielführender Reaktionen muß das rechtzeitige Erkennen und Interpretieren der Vorgänge im Gebirge gelten. Um dies zu gewährleisten wird von den Verfassern die Installation eines "Regelkreises" Geologe - Geotechniker - Bautechniker vorgeschlagen (siehe Abb. 3).

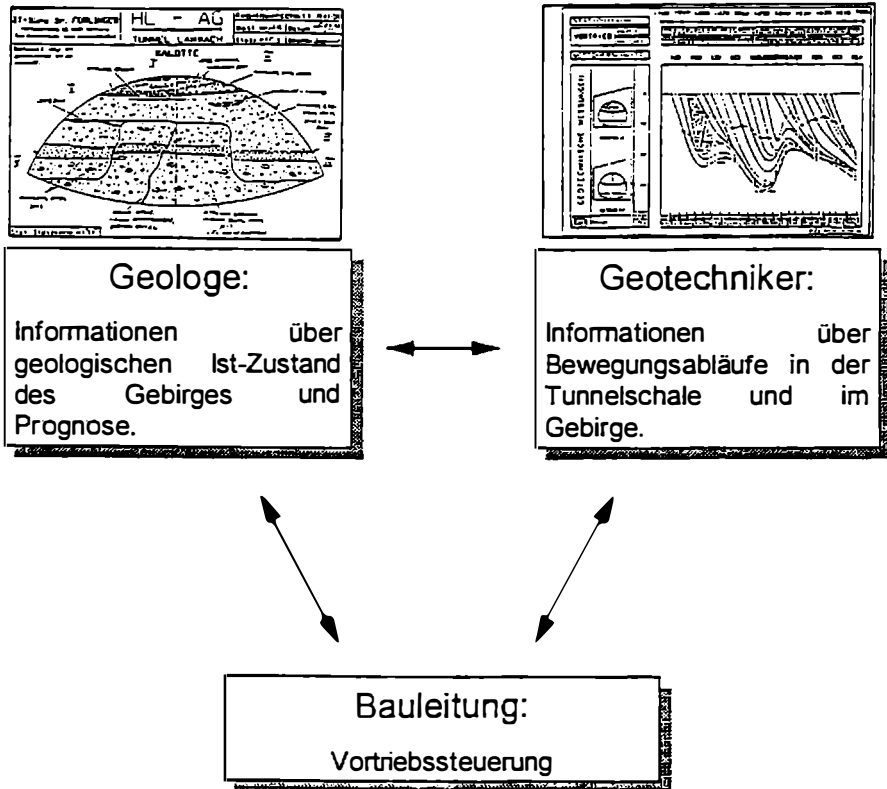


Abb.3: Der Regelkreis Geologe-Geotechniker-Bautechniker

Nur durch eine intensive, institutionalisierte Zusammenarbeit der am Regelkreis Beteiligten können die für den Tunnelbau entscheidenden Bewegungsabläufe im Gebirge richtig gedeutet werden. Mit diesem "Basiswissen" und dessen technischer Umsetzung, kann ein Vortrieb nach den Grundsätzen der NÖT auch im Lockermaterial effizient gestaltet und ein möglicher Schaden vom Tunnelbauwerk ferngehalten werden.

7. Hinweis:

Über das Verbruchgeschehen beim Bau des Tunnel Lambach aus geomechanischer Sicht wurde am 25. Mai 1993 vom Generaldirektor der HL-AG, Herrn Dr.G.M.VAVROVSKY anlässlich des L. V. RABCEWICZ SYMPOSIUM an der MONTANUNIVERSITÄT LEOBEN berichtet.

Autoren: Dr.W.Fürlinger &
Dr.M Bergmair
ZT-Büro
Karlbauernweg 12
5020 Salzburg