

Metro Lausanne - Tunnel St.Laurent

Accident du 22.02.2005

Hanspeter Stadelmann
Dipl. Bauing. ETH/SIA
Leiter Geschäftsbereich Untertagbau, Implenla Bau AG

INHALT :

- ➔ Projektvorstellung
 - Gesamtübersicht
 - Los 1200
 - Vortrieb

- ➔ Ablauf des Ereignisses
 - Was ist passiert
 - Was hat man gemacht
 - Notfallorganisation

- ➔ Bewältigung der Störzone

- ➔ Schlussbemerkungen



Im Vortrag werden die Ereignisse des Tagbruches St. Laurent und die Massnahmen zur Wiederinstandsetzung aus der Sicht der Unternehmung erörtert. Anhand von zahlreichen Photos werden die Herausforderungen aufgezeigt und erläutert mit welchen die Unternehmung, sowie der Bauherr und die Planer konfrontiert wurden und wie sie ad hoc gelöst wurden.

Das folgende Communiqué rekapituliert die Ereignisse vom 22.2.2005 und den darauffolgenden Tagen:

Accident du Tunnel de St. Laurent, le 22 février 2005

Communiqué du 13 août 2007

Übersetzung : Reto Ulmi 25.07.2008, Projektleiter, Implemia Bau AG

Geschichte

Der Tunnel St. Laurent ist eines der Tunnelbauwerke der neuen Metro Linie m2 in Lausanne, welche gegenwärtig realisiert wird. Es handelt sich um einen Tunnel von 314 m Länge welcher die Stationen Flon und Riponne miteinander verbindet. Er liegt im Herzen der Fussgängerzone von Lausanne, unter dem historischen Quartier St. Laurent.

Am 22. Februar 2005 ungefähr um 18 Uhr ist die Ortsbrust eingebrochen (Stand Vortrieb Tm 177, Ueberdeckung der Kalotte 15 m). Am Ende der Abendschicht vom 21.02.2005 ist auf der Ortsbrust eine Feuchtstelle beobachtet worden. Am folgenden Tag wurde der Vortrieb nicht aufgenommen und eine Analyse wurde lanciert. Während des Tages war die Situation relativ stabil, gegen den Abend hat sich das Phenomen stark zugespitzt. In weniger als zwei Stunden hat sich ein grosser Wassereintritt aufgebaut, was schliesslich zum Einbruch der Ortsbrust und der Ueberschwemmung des Tunnels mit einer eindrücklichen Schlammmasse geführt hat (fluvio-glazialer kiesiger Sand mit lehmigen Silteinschlüssen).

Der Einbruch der Ortsbrust hat zum Einsturz des darüberliegenden Baugrundes bis an die Oberfläche und zur Bildung eines Hohlraumes unter dem Platz St. Laurent und einem Teil des Gebäudes „Mc Donalds/Coop“ geführt. Der Krater hat sich fortlaufend vergrössert und nach einer Stabilisierung am folgenden Tag ein Volumen von 1500 m³ aufgewiesen. Mit Glück wurden nur materielle Güter beschädigt; keine einzige Person wurde verletzt und kein Strafverfahren wurde eingeleitet.

Die Arbeiten zum Auffüllen des Kraters und der Stabilisierung der Oertlichkeiten wurden in weniger als zehn Tagen realisiert und der beschädigte Platz konnte in weniger als 4 Monaten nach dem Ereignis den Benutzern übergeben werden. Der Vortrieb des Tunnels wurde im Juni 2005 wieder aufgenommen. Die Vortriebsmethode in der durch das Ereignis gestörten Zone beinhaltete die Konsolidierung des Bodens mittels kontrollierten Injektionen mit Doppelpacker mit einem max. Druckaufbau von 5 bar. Diese Methode wurde sowohl im Doppelrohrschirm, bestehend aus ROR Stahlrohren als auch in der mit Glasfaseranker verstärkten Ortsbrust angewandt. Die Arbeiten wurden so durchgeführt, dass die Zirkulation des Grundwassers nicht beeinträchtigt wurde und ohne Einwirkung auf die umgebende Zone. Der Tunnel wurde am 28.7.2006, ohne Verzug auf das Allgemeine Bauprogramm, durchbrochen.

Erwartete und wirkliche geologische Bedingungen.

Das Ausführungsprojekt des Tunnels St. Laurent wurde aufgrund der verfügbaren geologischen Informationen, vor allem im Anschluss an die Durchführung von Sondierbohrungen im Sektor St. Laurent erstellt. Im Verlauf der Vorstudien war dieser Abschnitt Gegenstand einer Optimierung des Trassees. In der Tat hat die Präsenz eines ehemaligen Mooregebietes in der Nähe der Kalotte, welches mit wassergesättigten glazialen Seeablagerungen gefüllt ist, die Projektanten dazu veranlasst, die Linie gegen Osten von der Strasse Mauborget auf die aktuelle Linie zu verschieben indem der Radius verkleinert wurde. Es ging um die Platzierung des Tunnels St. Laurent in eine Zone wo sich der Uebergang von den gesättigten fluvio-glazialen Ablagerungen zur Moräne generell in kleiner Tiefe befindet. (Es ist zu bemerken dass die Präsenz von gesättigten fluvio-glazialen Ablagerungen in diesem Sektor wahrscheinlich auf den ehemaligen „See St. Laurent“ zurückzuführen ist. Dieser „See“ war bekannt:

er ist auf den Karten des Schweizer Geologischen Atlas ersichtlich und ist in den geologischen Dokumenten des Projektes erwähnt worden).

Auf der definitiven Linie und seinem ursprünglichen geologischen Profil ist angegeben, dass man sich in der Molasse befindet, mit Ausnahme von 30 m wo man in der Kalotte eine Moräne mit einer grossen Mächtigkeit durchfährt. Dieser Moräne hat man eine harte bis sehr harte Konsistenz zugeschrieben; sie konnte auch stellenweise schwache Wasservorkommen, welche aus der Tiefe vom Uebergang zur Molasse herkommen, aufweisen.

Während des Ausbruchs verschwand das untenliegende Molassemassiv, wie im Projekt vorgesehen, aus dem oberen Drittel der Kalotte. Das Felsdach war subhorizontal und mit einer kompakten Grundmoräne mit guten geomechanischen Eigenschaften überdeckt. Aufgrund der geologischen Verhältnisse waren keine Massnahmen zur Vor-Sicherung und Bodenkonsolidierung notwendig.

Während der angetroffene Baugrund bis zum Tm 177 den Prognosen entsprach, haben die im Frühling 2006 ausgeführten Vortriebsarbeiten in der Ereigniszone eine Diskontinuität und am Fuss der Felsmauer die Präsenz einer ehemals erodierten Molassezone welche mit gesättigten sandig-kiesigen Böden ohne Kohäsion gefüllt war, an den Tag gelegt. Die wirklichen geologischen Eigenschaften dieses Abschnittes sind wie folgt:

- Im unteren Teil (Stross und Sohle) befindet sich wie vorgesehen die Molasse
- Im oberen Teil (Kalotte) befindet sich eine kompakte Moräne und eine Depression welche mit glazialen Flussablagerungen gefüllt ist. Diese Ablagerungen, welche die zentrale Zone der Ortsbrust über der Molasse einnahmen, enthielten Einschlüsse von gesättigten sandig-kiesigen Böden. Sie wurden auf einer Länge von 5 m in der Tunnelachse angetroffen und bilden einen kleinen Einschluss welcher in unbestimmter Weise der Kalotte in Richtung der sich im Norden befindlichen Molassemauer (Tm 210 m) folgt. (Der Fels dieser Mauer, deren Standort bestätigt ist, weist geomechanische Eigenschaften auf, welche auf eine starke Verwitterung schliessen lassen).

→ *die unten abgebildete Figur stellt das angetroffene geologische Profil dar.*

Die angetroffenen glazialen Flussablagerungen weisen sehr schlechte geotechnische Eigenschaften auf und sind unter dem Wasserdruck eingebrochen. Das Ereignis ist somit das Resultat einer unerwarteten geologischen Störung in der Kalotte vor dem Tm 177 m.

Man kann nachträglich bedauern, dass eine solche Störung nicht vor dem Unfall in Betracht gezogen wurde und warum in diesem Sektor nicht ausgedehntere Untersuchungen durchgeführt wurden. Man muss aber daran erinnern, dass es sehr schwierig ist, in einem dichten städtischen Milieu zusätzliche Sondierstandorte festzulegen. Im übrigen ist es nicht erwiesen, dass zusätzliche Sondierungen es erlaubt hätten, die Störung von kleiner Dimension aufzudecken. Man hat in der Tat nur sehr lokal die Anwesenheit von glazialen Flussablagerungen nahe der Tunnelkalotte festgestellt.

Ereignisregelung

Im Verlauf des Jahres 2007 haben die betroffenen Parteien, unter Führung der Versicherungsgruppe, eine Einigung gefunden und eine Vereinbarung unterschrieben, welche die finanzielle Regelung des Ereignisses definiert. Mit dieser Einigung konnte auch das Verfahren „expertise hors-procès“ abgebrochen werden, welches im Anschluss an das Ereignis vom Bauherrn angestrengt wurde.

Heute kann das Ereignis St. Laurent von allen beteiligten Parteien als abgeschlossen betrachtet werden. (Es ist zu bemerken, dass die Versicherungsgruppe bis auf zwei Fälle alle Verfahren zur Entschädigung Dritter, welche durch das Ereignis zu Schaden kamen, abgeschlossen hat).

