

Vortrieb eines Strassentunnels mit strikten Erschütterungsaufgaben

Otto Ringgenberg*

Modernes nichtelektrisches Sektorzündsystem

Der Verbindungstunnel A2/A8 ist eine direkte Nationalstrassen-Verbindung zwischen der A2 und der A8 in Fahrtrichtung Brünig. Da für einen solchen Anschluss keine umweltverträgliche, offen geführte Lösung entlang den Ufern des Alpnersees gefunden werden konnte, hat man sich für eine unterirdische Linienführung entschieden.

Baulos 371, Verbindungstunnel A2/A8, Abschnitt Kanton Obwalden

Als kantonale Behörde und Bauherr zeichnen die Baudirektion Nidwalden und das Bau- und Raumentwicklungsdepartement Obwalden.

Das Projekt wurde durch das Ing. Büro Lombardi AG, beratende Ingenieure aus Minusio, ausgearbeitet, welche auch für die Bauleitung verantwortlich sind.

Die ARGE Verbindungstunnel Kirchenwald AVK 371 besteht aus den 3 Firmen, Walo Bertschinger AG Zürich, Rothpletz Lienhard + Cie AG Aarau und PK Bau AG Giswil.

Die Hauptarbeit des Bauloses 371 besteht aus dem Vortrieb des zweispurigen Strassentunnels (1 Fahrspur mit Pannestreifen) ab Portal Z'Matt bis zur Kantonsgrenze OW/NW mit einer Ausbruchfläche von 64,2 m² und einer Län-

ge von 1150 m, den Ausbau des Tunnels (Länge 1950 m) ab Portal Z'Matt bis zum Anschluss an die Nordröhre des Kirchenwaldtunnels Baulos 321. Weiter umfasst das Projekt den Vortrieb und Ausbau von 2 Fluchtstollen mit einer Ausbruchfläche von 20 m² und einer Länge von 30 m, einem Fluchtstollen von 33 m² Ausbruchfläche und einer Länge von 130 m sowie einem Technikraum mit 15 m tiefem Schacht.

Der Startschuss für die Vortriebsarbeiten wurde anlässlich einer Anschlagfeier am 27. Februar 2004 im gebührenden Rahmen gefeiert.

Da man die vorausgesagten geologischen Probleme in einem Karstbereich wohl anfuhr, aber glücklicherweise nicht im prognostiziertem Masse durchhörern musste, konnten am 21. April 2005 die verantwortlichen Behörden und beteiligten Firmen bereits zu

einer Durchschlagsfeier im Berg, an der Kantonsgrenze von Ob- und Nidwalden einladen. Dies war rund ein halbes Jahr früher als im Vertragsbauprogramm geplant.

Ebenfalls durfte man zur Kenntnis nehmen, dass die Vortriebsarbeiten sehr gut und für alle Beteiligten zufrieden stellend ausgeführt werden konnten.

Erschütterungsmessungen

Der Verlauf des neuen Verbindungstunnels A2/A8 führt parallel in einem Abstand von 30 m zum bereits bestehenden und befahrenen A8 Loppertunnel. Dazu musste dieser, mit einer maximalen Felsstärke von 7 m, überquert werden. Deshalb wurde dem Problem der Sprengerschütterung bereits bei der Projektierung grosse Aufmerksamkeit geschenkt.

Zum Schutz der bestehenden Untertagebauten wurden folgende Grenzwerte für die maximalen Sprengerschütterungen festgelegt:

V_{max} = 30 mm/s bei Frequenz < 30 Hz,
V_{max} = 40 mm/s bei Frequenz 30–60 Hz,
V_{max} = 60 mm/s bei Frequenz 60–150 Hz.
Die Grenzwerte beziehen sich auf die Messungen direkt in den bestehenden Bauwerken.

Sprengstoffe

Als Sprengstoff kam der bewährte Emulsionssprengstoff Emulga, welcher vor Ort mit einem Mischladefahrzeug fabriziert und in die Bohrlöcher eingepumpt wird, zum Einsatz.

Bei den Profillöchern hat man eine kleine Fussladung mit 300 g Emulga und auf die gesamte Bohrlochlänge eine

Bild 1 Profiltyp 3, Zündschema mit Zündfolge. Vollausbau: Fläche 64,20 m², Bohrtiefe 4 m, Anzahl Bohrlöcher 112, Abschlagslänge 3,70 m.

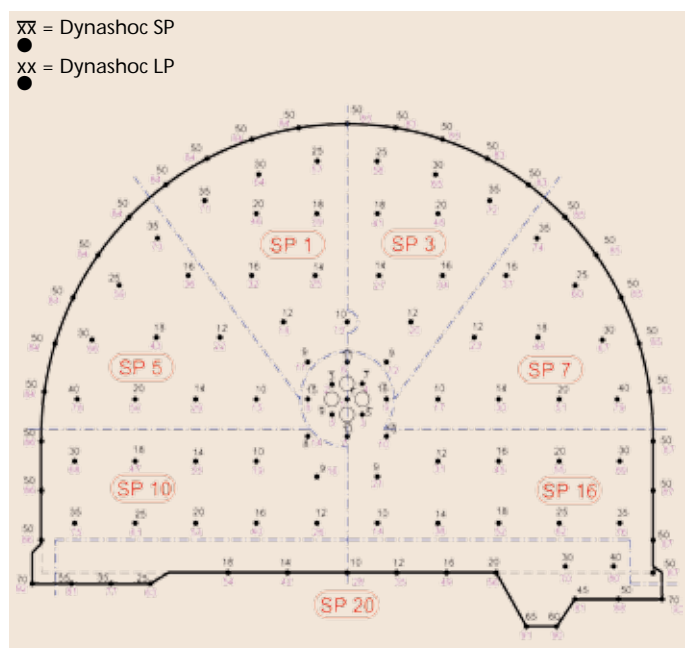
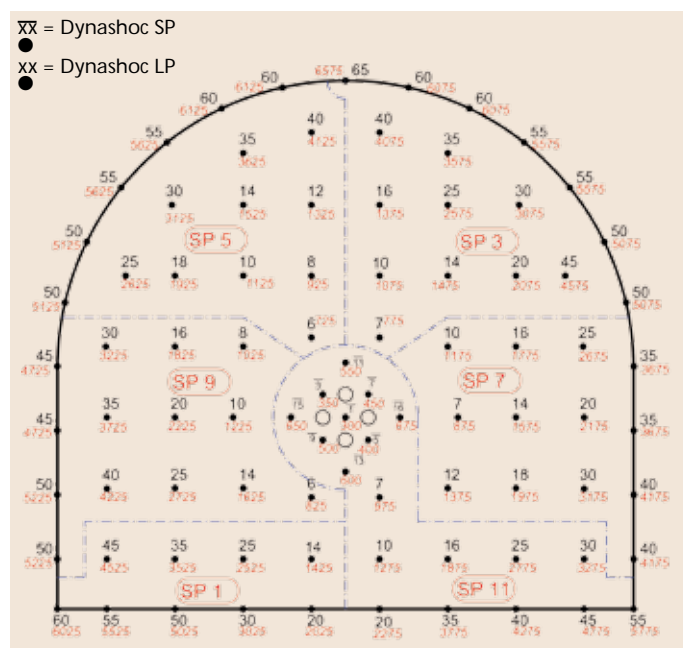


Bild 2 Fluchtstollen 3, Zündschema mit Zündzeiten. Vollausbau: Fläche 33 m², Bohrtiefe 2,50 m, Anzahl Bohrlöcher 88, Abschlagslänge 2,30 m.



Sprengschnur Detonex 80 g/m geladen. Dieses System hat sich nun einige Jahre, auch im Einsatz auf den NEAT-Baustellen, bestens bewährt. Der Nitritgehalt im Baustellenabwasser und im Ausbruchmaterial fällt bedeutend tiefer an als mit den gelatinösen Sprengstoffen. Jedoch kann es nach einer Sprengung bei ungünstigen Bedingungen der Geologie, hohen Umgebungstemperaturen und im Zusammenhang mit Spritzbeton, zu einer Bildung von Ammoniakdämpfen kommen. Hier kann mit einer sauberen Verarbeitung des Sprengstoffes, einer guten Ventilation und Bewässerung des Haufwerkes viel zur Arbeitshygiene beigetragen werden.

Zündsystem und Zündschemas

Der Explosiv Service, eine Tochtergesellschaft der Société Suisse des Explosifs Brig und der Gasser Felstechnik AG Lungern, hat in der Phase der Arbeitsvorbereitung mit der ARGE einen Vorschlag für ein Zündsystem ausgearbeitet, welches in dieser Art in der Schweiz noch nie eingesetzt wurde.

In der Vergangenheit wurden bereits nicht elektrische Zündsysteme in Kombination von Elementen der Zeitstufenverzögerung und der Oberflächenverzögerung zu einer so genannten Hybridzündung eingesetzt.

Dieses System baut auf der Bündelzündermethode auf, und es kommen die Bunch-Connector mit festen vorgegebenen Zeiten von 17, 25, 42, 65 oder 100 ms zum Einsatz.

Beim von uns vorgeschlagenen Sektorzündsystem wurde auf den Einsatz der Bunch-Connector mit festen Zündzeiten verzichtet und mit einem Bündelverbinder mit aufmontierter Plastikhülse (Bild 3) für die Aufnahme eines beliebig wählbaren Schlauchzünders des Fabrikates «Dynashoc» gearbeitet. Stand bei dem Einsatz der elektrischen oder nicht elektrischen Zündtechnik im



Bild 3 Bündelverbinder mit aufmontierter Plastikhülse.

Tunnelvortrieb noch die Aussage, dass die gewünschte Verzögerung der einzelnen Ladungen ausschliesslich durch die Zeitstufe des betreffenden Zünders erreicht wird, so schafft dieses zeitliche Versetzen der einzelnen Bündel eine Vielzahl weiterer Zündstufen.

Im hier beschriebenen Projekt wurden, je nach Profilgrösse, bis über 110 Bohrlöcher mit den gewünschten Tempierungen pro Sprengung gemeinsam gezündet. Wobei jedes Bohrloch eine eigene Zündzeit hatte und somit die maximale Lademenge pro Zündstufe nur aus der Lademenge eines einzelnen Bohrloches resultierte.

Die Sprengungen wurden mit einem elektrischen HU-Momentzündler gezündet, und es war strikte darauf zu achten, dass der erste Bohrlochzündler erst detonierte, wenn alle Bündelverbinder an der Ortsbrust gezündet und somit auch alle Bohrlochzündler initiiert waren.

Zusammenfassung

Beim Arbeiten mit solchen komplexen Zündsystemen ist der Ersteller des Zündschemas aber auch der Mineur an der Brust sehr gefordert.

Muss doch bei einem Abschlag von 64,2 m² Profilgrösse, mit Ausnahme der Profillöcher, jedes der bis zu 112 Bohrlöcher seine eigene Zündzeit und den richtigen Zündintervall haben, um die maximale Lademenge pro Zündstufe nicht zu überschreiten (Bilder 1/2).

Bereits zwei gleichzeitig gezündete Bohrlöcher verdoppeln die maximale Lademenge pro Zündstufe, und dies wirkt sich negativ auf die Erschütterungen aus.

Bei den 488 Sprengungen im Haupttunnel und den Fluchtstollen wurde immer das Vollprofil gesprengt, wobei die Abschlagslänge im Durchschnitt bei 3,5 m lag. Im geologisch etwas kritischen Karstbereich mussten einige Abschlüsse auf 2,5 m verkürzt werden. Dort hat man, im Gegensatz zu den langen Abschlüssen mit einem Paralleleinbruch und vier Grosslöchern, auf einen Keilausbruch umgestellt. Nur bei der Kreuzung des bestehenden Tunnels im Scheitel (Feststärke 7 m) wurden einige kurze Abschlüsse von 1,5 m gesprengt, jedoch immer noch im Vollprofil.

Im Durchschnitt, über alle Abschlüsse gerechnet, lagen die gemessenen Erschütterungswerte mehrheitlich zwischen 20 bis 30 mm/s. Nur bei vereinzelt Sprengungen, welche mehrheitlich in den Fluchtstollen statt fanden, wurden Werte über 60 mm/s gemessen.

Abschliessend kann gesagt werden, dass dank der guten Zusammenarbeit aller Beteiligten sich der Einsatz der Sektorzündung bewährt und der Baustelle die gewünschten Vorteile und Resultate gebracht hat. ■

* Otto Ringgenberg, Geschäftsleiter Explosiv Service AG, Brig