

Geotechnische Besonderheiten bei „Vorderriß I“ und anderen übertiefen Bohrungen durch die Nördlichen Kalkalpen

F. MARSCH

Vorgeschichte

Die nördlichen Kalkalpen (NKA) als west-oststreichender, 600 km an der Erdoberfläche verfolgbarer Körper mit einem Tiefgang bis max. knapp 8 km unter Adria-Niveau sowie ihr hierortiger geologischer Untergrund waren in den 1980er Jahren ein Hauptinteressengebiet der Erdgasprospektion (BRIX u. SCHULZ, 1993). Standen diesbezüglich zunächst oder schon früher im Wiener Becken Bohrungen im Raume Aderklaa bzw. Gajary – Studienka (Slowakei) bis ins Liegende der NKA im Mittelpunkt, so waren dies im Alpenraum u. a. die Bohrungen im Raume Berndorf, weiters Urmannsau, Mitterbach bzw. Grünau und Vordersee. Bei Bohrendteufen von bis über 6 km zeigten sich bereichsweise Probleme mit der Erzielung entsprechender Bohrfortschritte.

Fragestellung

Die geotechnischen Herausforderungen dieser Zeit bei der Abteufung solcher übertiefen Bohrungen durch mächtige Karbonatkomplexe bis in deren Liegendes lagen in der Bewältigung ingenieurgeologischer Probleme (MARSCH, 1996), nämlich

- möglichst lotrechter Durchteufung des Bohrloches durch sämtliche Formationen bis zur Endteufe der Bohrung;
- erfolgreicher Niederbringung von zielgerichteten Ablenkungen aus diesen Bohrlöchern;
- möglicher Früherkennung abnormaler Formationsdrücke infolge natürlich komprimierten Gases, sedimentärer oder tektonischer Aufladung im Liegenden abdichtender Schichten;
- Beherrschung plötzlicher Umlagerung von Gebirgsspannungen infolge Hohlraumöffnung, insbesondere bei Lösung von Residualspannungen;
- richtiger Einschätzung von Zeit- und Kostenfaktoren für die Extremfälle Gebirgsfließen bzw. Karsterscheinungen.

Ergebnisse

Aus einer Auswertung der Unterlagen der Tiefbohrungen in Vorderriß, Hindelang, Sulzberg (alle nahe der Staatsgrenze Österreich/Oberbayern) und Molln (im österr. Sengsenengebirge) stammen die nachfolgenden Beobachtungen/Maßnahmen mit der Zielsetzung, zukünftig ein erfolgreiches Niederbringen durch das Liegende der nördlichen Kalkalpen zu gewährleisten:

1. Gerades und saigeres Bohrloch notwendig: Keine dog-legs, keine key-holes; regelmäßige Neigungskontrolle.
2. Helvetikum ist durch überlagerndes Kalkalpin vielfach strukturell abgedichtet und tektonisch eingespannt:
 - Gasanstieg unterhalb Kalkalpin-Unterkante, aber rascher Rückgang möglich;
 - Isolierte Porenhochdrücke bereichsweise wahrscheinlich;
 - Spannungsumlagerungen infolge Hohlraumöffnung (Nachbrüche, Auskesselungen) erfolgen in tektonisch ungestörten Bereichen mit zeitlicher Verzögerung bei fortschreitendem Bohrvorgang oder technischem Stillstand infolge Verrohrung, Zementation, etc.
Sie erfolgen aber rasch und unkontrolliert in Scherzonen (reichlicher Nachfall vor dem Festwerden; MARSCH et al., 1990) oder bei lithologisch hohem Anteil an inkompetenten Horizonten (Quarzite, manche Mergel) bzw. in tonigen Bereichen, deren Mobilität auf tektonische Vorbelastung infolge plastischer Deformation – nicht auf Quellfähigkeit! – rückgeführt wird.

3. Rechtzeitiges Anheben des Spülgewichtes! Das ist aber nur möglich, wenn oberhalb keine Spülungsverluste auftreten: Offene Klüfte im oberen Helvetikum sowie Kalkalpin dagegen bewirkten schleichende permanente Spülungsverluste ($10 \text{ m}^3/\text{d}$ bei Spülgewicht = 1.20). Wenn Gefügeflockung infolge Entspannung begonnen hat (Nachfall!), sind Bohrlochinstabilitäten nicht mehr aufzuhalten:
4. Die Durchörterung des Helvetikums muss rasch erfolgen, unmittelbar anschließend verrohren (Standfestigkeit in Abhängigkeit von der Zeit)! Dabei kann Neigungsaufbau mit unwesentlich erhöhtem Aufwand an Bohrzeit hintangehalten werden (Vorteile hinsichtlich Casing-Verschleiß).
5. Bohrstrangschwingungen einerseits sowie plötzliche Fazieswechsel andererseits verursachen ebenfalls Bohrlochinstabilitäten, die trotz Nachbohrens zu Zirkulationsausfällen (Verstopfung) und Festwerden des Bohrstranges führten.
6. Weitere bohrtechnische Lösungsmöglichkeiten bei Bohrlochinstabilitäten:
 - Diverse Warzenmeißel in zerrüttetem Gebirge (z. B. 29 Stk. Warzenrollmeißel [mittlerer Härte] durchschnittlich etwa 93 Stunden Standzeit vor Einbau der 13 3/8“ Rohrtour; Spülgewicht = 1.10–1.17).
 - kleinerer Meißeldurchmesser: Statt geplantem 12 1/4“ Rollmeißel: 8 1/2“ Rollmeißel auf 6 3/4“ Schwerstangen eingebaut und nachträglich erweitert.
 - KCI-Spülung gegen Ölspülung tauschen: Bohrung Hindelang / 3. Loch zur Gänze.
7. Bei Festwerden im Helvetikum hat in Bohrung Hindelang / 2. Loch nur noch Back-off-Schießen, Rückzementation sowie Ablenken mit Steering-tool geholfen.
8. Regelmäßige begleitende Kontrolle unter Einsatz von Data-Units ermöglichte bohrtechnische Schwierigkeiten
 - sofort zu erkennen,
 - ihnen rechtzeitig gegenzusteuern,
 - Bohrkosten zu senken.

Schlussfolgerungen

Zusammenfassend wollen wir – grob vereinfacht – folgende Erkenntnisse auflisten:

- Die genannten bohrtechnischen Probleme und Erschwernisse waren öfters mit sukzessivem Einbruch von Thermalwässern und Erdgasen in das offene Bohrloch verbunden. Dabei standen die verschiedenen, gleichzeitig geöffneten geologischen Horizonte mit unterschiedlichen hydraulischen Drucken an.
- Karbonatgesteine im Allgemeinen und insbesondere die mehrere km mächtige Formation der NKA bedingen in Tiefbohrungen zusätzliche Futterrohrkolonnen zum Zwecke der hydraulischen Absperrung/Trennung druckunterschiedlicher Horizonte: Mindestens ein weiterer Bohrdurchmesser als Reserve zusätzlich zu den geplanten technischen Kolonnen der Bohrlochverrohrung ist daher ins Kalkül zu ziehen. Diese Option bedingt größeren Bohrdurchmesser von Beginn der Bohrung.
- Geht man heute für ein durchschnittliches Preisniveau eines 5 km tiefen Bohrloches von netto mindestens 15 Mio. Euro aus, so rechtfertigt sich damit die gründliche geologische Vorerkundung inkl. Literaturerhebung und On-line-Datendokumentation für ein solches Projekt in Sachen Erdöl/Gas/Thermalwasser/Geothermie sowie ein Nachnutzungskonzept für den Fall der Nichtfündigkeit (MARSCH & WESSELY, 1993).
- Leider wurden die erschlossenen Heil-/Thermal-/Mineralwässer, welche in den Nördlichen Kalkalpen in diesen Bohrungen anstehen, bisher nicht genutzt (MARSCH, 2007). Stattdessen musste nach dem Abbohren/Untersuchen/Messen/Testen zum Zwecke der fachgerechten Verfüllung und Auffassung der Löcher gemäß Bergrecht nochmals Geld investiert werden.

Literatur

- BRIX, F. & SCHULZ, O. (Hrsg.) (1993): Erdöl und Erdgas in Österreich. – 2. Aufl., Wien (Verlag NHM Wien und F. Berger Horn).
- MARSCH, F. (1996): Geomechanical, geohydraulic and geochemical parameters influencing the drilling advance in deep wells in Austria, proceedings of the 1st Geothermal Symposium Bad Kleinkirchheim. – Wien (Verlag Geol. B.-A.).
- MARSCH, F. (2007): Wasservorkommen und -erschließung. – In: MARKTL & REITER (Hrsg.): Wasser – Heilmittel, Lebenselixier, Informationsträger, Wien (Verlagshaus der Ärzte).
- MARSCH, F. & WESSELY, G. (1993): Methoden der Kohlenwasserstoff-Exploration und ihre Bedeutung für die geologische Standortsuche von Ingenieurbauwerken. – Felsbau II, Essen (Verlag Glück Auf).
- MARSCH, F., WESSELY, G. & SACKMAIER, W. (1990): Borehole-breakouts as geological indications of crustal tensions in the Vienna Basin. – In: ROSSMANITH (Ed.): Mech. of Jointed and Faulted Rock. – Rotterdam (Verlag Balkema).