



## Raisebohren in der Schweiz

Seit sieben Jahren führt Thyssen Schachtbau Raisebohrarbeiten in der Schweiz durch. Der Einstieg gelang mit dem Auftrag des Teufens von Schacht II in Sedrun für das Gotthard-Basistunnel-Projekt im Jahr 2002. Nachdem Schacht I konventionell abgeteuft wurde, sollte Schacht II mit einer Schachtbohrmaschine geteuft werden. Für dieses Verfahren ist ein Pilotloch notwendig, damit das beim Schachtbohren anfallende Haufwerk durch Schwerkraft nach unten abgefördert werden kann. Das Bohren des Pilotlochs erfolgte mit einer Raisebohranlage HG 330. Nach diesem für alle Beteiligten sehr erfolgreichen Projekt folgten weitere Einsätze. Die drei letzten sollen nachfolgend näher betrachtet werden.

### ■ Erschließung Steinbruch „Rüti“

Der zu erschließende Steinbruch Rüti befindet sich nahe des Steinbruchs Rotzloch im Kanton Nidwalden. Im neuen Steinbruch Rüti wird wie im Rotzloch Kieselkalk abgebaut. Der Felsen wird lokal gesprengt und mittels einer Vorbrecheranlage auf die Größe von max. 350 mm Kantenlänge zerkleinert. Dieses Material wird in einen Vertikalschacht verstürzt und

zwischengebunkert. Der Vertikalschacht wird vollgefüllt, damit das Material nicht durch den Aufprall zerstört wird. Am unteren Ende des Vertikalschachtes ist eine Installationskammer. Dort wird das Gestein automatisch auf ein Förderband umgeleitet und läuft durch den Tunnel Rüti, quert die Rotzschlucht und erreicht nach dem kurzen Tunnel Rotzloch die neue Übergabestation im heutigen Steinbruch Rotzloch. Von dort gelangt es auf einem weiteren Förderband ins Schotterwerk, um zu Schotter und Hartsplitt weiterverarbeitet zu werden. Für die Errichtung des Vertikalschachtes wurde der Bereich Schachtbau und Bohren angefragt und mit der Ausführung beauftragt. Der Schacht hat eine Teufe von 130 m, einen Durchmesser von 3,0 m und sollte im Raisebohrverfahren hergestellt werden.

### *Projektverlauf*

Nachdem die Tunnelunterfahrung und die Installationskammer (die so genannte Bergebox) inklusive Betonausbau bereits vollständig hergestellt waren, kam die Raisebohrmaschine HG 250 der Herstellerfirma Wirth zum Einsatz.

Das Bohrgerät wurde auf dem vorbereiteten Bohrfundament über Tage montiert.



S. 32: Rotzloch – eine Baustelle mit herrlicher Aussicht

Oben: Gebohrt wird rund um die Uhr, auch in der Nacht

Hinsichtlich der Zielgenauigkeit bestanden hohe Anforderungen – die Pilotbohrung musste die Kalotte der Installationskammer mittig treffen. Um diesen hohen Anforderungen zu entsprechen, entschloss sich die Thyssen Schachtbau GmbH für den Einsatz eines Rotary-Vertical-Drilling-Systems (RVDS). Vor dem Einsetzen des RVDS musste auf Grund der Länge des Steuerwerkzeugs zunächst ein vertikaler Bohrabschnitt von ca. 6 m Länge mit stabilisierter Bohrwerkzeuggarnitur geteuft werden.

Die Pilotbohrung wurde mit dem im Bohrstrang enthaltenen RVDS sofort auf den für das Raisebohren erforderlichen Durchmesser von 12¼“ (311 mm) abwärts gebohrt.

Nach dem untertägigen Durchschlag der Raisebohrung wurde der Pilotbohrmeißel demontiert und der Raisebohrkopf in der Installationskammer montiert. Im Anschluss erfolgte die eigentliche Erweiterungsbohrung durch drehendes Aufwärtsführen des Bohrstranges mit Erweiterungsbohrkopf auf den Enddurchmesser 3,00 m.

Nach dem Erreichen des Durchschlagpunktes über Tage wurden die Raisebohrmaschine und anschließend der Erweiterungsbohrkopf demontiert.

Mit der Firma Gasser Felstechnik AG als Auftraggeber bestand über den gesamten Projektverlauf eine sehr gute Zusammenarbeit. Das Projekt wurde dadurch sehr zügig abgearbeitet, so dass ein Bohrfortschritt von 20 m pro Tag beim Erweitern erreicht wurde. Alle Arbeiten wurden termingerecht abgeschlossen.

Die Lage des Bohrplatzes, 630 m über NN, mit der vorhandenen Infrastruktur und den sehr schmalen Bergstraßen stellte hohe Anforderungen an den Transport sowie den Auf- bzw. Abbau der Bohrmaschine.

Aber auch solche Schwierigkeiten, wie Spülungsverlust während der Bohrarbeiten, konnten aufgrund der sehr guten Zusammenarbeit gelöst werden. In diesem Fall sprangen Bauern aus der näheren Umgebung mit ihren Wasserwagen ein bzw. die örtliche Feuerwehr half mit einer Pumpe aus, denn woher bekommt man so schnell das zum Bohren notwendige Wasser in 630 m Höhe im abgelegenen Landschaftsbereich, am Fuße der Alpen.

Teilweise entschädigt für diesen ungewöhnlichen Bohrplatz mit seinen sehr spezifischen Anforderungen wurde man natürlich durch die herrliche Aussicht und seiner Nähe zum Vierwaldstättersee.



Links: Raisebohrmaschine Robbins 73 mit Steuerstand

Oben und unten: Pilotbohrung mit Bohrspülung

### ■ ARGE Druckleitung Schattenhalb 3

Am 18.06.2008 begannen die Bauarbeiten für das 31 Mio. CHF teure Wasserkraftwerk Schattenhalb 3. Die Bauzeit für die neue Anlage wird voraussichtlich zweieinhalb Jahre dauern. Die ARGE Schattenhalb mit den Partnern Gasser Felstechnik AG, Frutiger AG und Montagen AG bekam den Zuschlag zur Ausführung der Ausbrucharbeiten und Montage der Druckleitung. Die Variante der ARGE sieht dabei auch einen ca. 280 m Schrägschacht im Raisebohrverfahren mit ca. 37° Neigung aus der Vertikalen und einer Höhendifferenz von ca. 218 m vor. Für dieses Raisebohrloch hat die Thyssen Schachtbau GmbH, Niederlassung Schweiz, den Zuschlag erhalten und als Subunternehmer die Niederlassung Schweiz der Firma Edilmac aus Italien beauftragt.

#### Projektverlauf

Die Arbeiten zum Erstellen der Pilotbohrung haben am 10.03.2009 begonnen und wurden bis zum 23.03.2009 abgeschlossen. Das vorliegende Gebirge ist weitestgehend standfest, weist eine hohe einaxiale Druckfestigkeit im Bereich von 120 bis 200 MPa mit geringem Schichteinfallen auf. Auf Grund der Lage des späteren Schrägschachtes wurde kein hoher Überlagerungsdruck im Gebirge erwartet. Das eingesetzte Bohrgerät ist eine Robbins 73 der Herstellerfirma Atlas Copco.

Das Pilotloch wurde zunächst mit einem Warzenrollenmeißel, einem Bohrdurchmesser von 12¼", 37° geforderter Abweichung von der Vertikalen und 283 m Länge, erstellt. Zum Ausstrag des Bohrkleins wurde Frischwasser mit bis zu 1.200 l/min und einem Druck von ca. 5 bar eingesetzt. Auf der Fundamentplatte vor dem Bohrgerät wurde eine Auslaufrinne geschaffen und die Bohrspülung mit Bohrklein in das erste von 3 Absetzbecken geleitet.

Die eingesetzte Bohrgarnitur bestand aus dem benannten Rollenmeißel, Rollenstabilisator, Stabilisatoren und Bohrstangen mit 11¼" und 10" Durchmesser.



Bereits bei der Planung der Raisebohrung wurde sich auf Grund der wirtschaftlichen Betrachtung seitens der ARGE Druckleitung Schattenhalb gegen den Einsatz eines Richtbohrsystems entschieden. Die Arbeiten im Zugangsstollen, der zum Schachtfuß führt, wurden ca. 40 m vor dem geplanten Zielbohrpunkt eingestellt, so dass mit den letzten notwendigen Abschlügen im konventionellen Bohr- und Sprengbetrieb eine Anpassung des Stollenverlaufs zur Pilotbohrung erfolgen konnte. Der Bohrlochverlauf und die Koordinate im Bohrloch-tiefsten wurden zuvor zu diesem Zwecke vermessen. Die Aufweitung der Pilotbohrung zum Ausbruchsdurchmesser von 3,05 m ist aufwärts geführt mit einem Raisebohrkopf der Firma Sandvik aus der untertägigen Installationskammer des Zugangsstollens erfolgt. Im Gegensatz zur Pilotbohrung wurde beim Aufweiten des Schrägschachtes eine geringe Spülmengemenge von ca. 30 l/min zum Bedüsen des Haufwerks und Reinigen des Bohrwerkzeugs benötigt. Das beim Raisebohren

anfallende Haufwerk wurde am Schachtfuß mittels Radflurlader weggeladen.

Trotz technischer Probleme, dem Versagen einer Gestängeverbindung nach 142 Bohrm Metern, erreichte der Raisebohrkopf am 24.06.2009 den Schachtkopf. Beim Erweitern auf den Ausbruchdurchmesser von 3,05 m hat sich das anstehende Gebirge entsprechend der geologischen Vorhersagen als sehr standfest erwiesen, so dass nach der Fertigstellung des Raisebohrschachtes eine sehr saubere Gebirgskontur ohne Ausbrüche zu sehen war.

Nach der Aufweitung des Raisebohrschachtes mit einer Länge von 258,50 m wurde der Raisebohrkopf abgespannt, gesichert und die Robbins 73 deinstalliert. Der obere Bereich des Schachtkopfes wurde mittels Hydraulikbagger und Hydraulikhammer ausgespitzt, der 12 t schwere Raisebohrkopf unter dem Einsatz eines Mobilkrans aus dem Schacht gehoben und zum Abtransport verladen.

Zusammenfassend können wir als Thyssen Schachtbau GmbH das erfolgreiche Erstellen des Druckleitungsschachtes Schattenhalb 3 in der Zeit vom 9. März bis zum 29. Juni 2009 in guter Kooperation mit dem Auftraggeber und Nachauftragnehmer vermelden.

Ausblickend wird der Schrägschacht entsprechend der geologischen Situation Gebirgssicherungsklassen zugeordnet, mit Ankern und Spritzbeton gesichert. Abschließend werden eine korrosionsgeschützte Druckstahlleitung DN1000, eine Wartungstreppe sowie Kabelschutzrohre installiert.

### ■ Raisebohrung für das Wasserkraftwerk am Taschinasbach

Zur Erstellung eines Druckausgleichschachtes, dem so genannten Wasserschloss, des Wasserkraftwerkes Taschinas wurde vom Bauherren, der Rätia Energie AG, das Raisebohrverfahren präferiert. Im April 2009 wurde die Timdrilling von der bauausführenden Arbeitsgemeinschaft „GrischaTaschinas“ mit der Erstellung der Raisebohrung beauftragt.

Der Bohrstandort liegt auf ca. 1000 m über dem Meeresspiegel, am Hang der Deponie Plileisch, nördlich der Ortschaft Seewis-Dorf im Prättgau. Die Zufahrt zur Baustelle besteht aus einer schmalen, steilen Straße mit diversen Spitzkehren, was den Antransport sämtlicher Ausrüstung erschwert.

Auf der Deponie soll im Verlauf der Arbeiten das Ausbruchmaterial der zu erstellenden unterirdischen Hohlräume (Druckschächte, Wasserschloss usw.) gelagert werden.

Bereits die Vorbereitung zum Erstellen des Bohrplatzes wurde durch die Geländeoberfläche (Hanglage) und das anstehende



Oben: Der Stollen erreicht die Pilotbohrung, der Meißel kann nun gegen den Bohrkopf getauscht werden

Mitte: Der Raisebohrkopf verlässt das Tageslicht Richtung Installationskammer ...

Unten: ... und erblickt nach getaner Arbeit wieder das Tageslicht



Oben: Bohrplatz Wasserschloss nördlich Seewis-Dorf, Bohrfundament und Bohrfahlpositionen für Gebirgsvergütung

Unten: Installation der HG 160-2 Bohranlage



Deckgebirge erschwert. Die oberen 9 m des Deckgebirges bestehen aus quartären Lockergesteinsschichten und teils tonig-bindigen Material.

Zur Stabilisierung des benannten Deckgebirgsbereiches wurde eine ringförmige Bohrfahlwand bis zur Tiefe des anstehenden, festen Gebirges erstellt. Der Innenbereich des Bohrfahlringes wurde ebenfalls zementiert.

Die Aufstellfläche des Bohrgerätes wurde aus lagenweise verdichtetem Ausbruchsmaterial und einer Fundamentplatte erstellt. Die Fundamentplatte wurde so ausgelegt, dass die Zugkräfte der verankerten Raisebohrmaschine beim Pilotbohren und die Druckkräfte beim eigentlichen Erweiterungsbohren aufgenommen werden können. Das Betonfundament dient nicht nur als Widerlager beim Einsatz des Bohrgerätes, sondern verteilt die Auflast der Maschine so, dass eine Sicherheit gegen Einsinken und Kippen vorhanden ist.

#### **Projektverlauf**

Zum Erstellen des Wasserschlosses war es erforderlich, 48,8 m vertikal zu bohren und dabei unter Tage punktgenau die Firse der Installationskammer zu erreichen. Seitens Timdrilling und an Hand der Informationen zur geologischen Situation wurde diese Bohrung ohne Einsatz eines Richtbohrsystems angeboten. Der Bohrstrang wurde dazu beim Pilotbohren mit 12¼" Durchmesser mit 5 Stabilisatoren von jeweils 1,5 m Länge versteift. Eine Führung des Bohrstranges ist in den ersten 9 m Bohrmeter vor allem durch die homogene Zementation der Bohrfähle gewährleistet gewesen.

Als Bohrspülung wurde Frischwasser ohne zusätzliche Bohrspülungskomponenten eingesetzt und im Kreislauf über ein Absetzbecken mit 30 m<sup>3</sup> Fassungsvermögen gepumpt.

Die Pilotbohrung ist in 1,5 Arbeitstagen fertig gestellt worden.

Anschließend wurde in der untertägigen Installationskammer der Erweiterungskopf, ein CRH3 mit 1,05 m Schneiddurchmesser der Firma Sandvik, montiert und das Bohrloch von unten nach oben innerhalb von 1,5 Arbeitstagen aufgeweitet.

Rückblickend lässt sich zusammenfassen, dass die Bohrung exakt, entsprechend der Anforderungen und zur vollen Zufriedenheit des Auftraggebers erstellt worden ist. Es wurden beim Bohren keine unerwarteten geologischen Bedingungen angetroffen.

Ausblickend wird das Wasserschloss durch den Auftraggeber mit einer zentrierten Stahlvorrohrung DN800 versehen und mit Betonsuspension im Ringraum hinterfüllt.

Auch hier Lob und Dank an den Auftraggeber für die hervorragende Vorbereitung und den projektbegleitenden Service.

Links: Drehbohrkopf der HG 160-2 mit Gestängegeber



Rechts: Durchschlag der Pilotbohrung, Erweiterungsmeißel montiert



### Fazit

Mit den dargestellten Projekten hat sich die Thyssen Schachtbau GmbH im Alpenraum einen guten Ruf als leistungsstarkes und zuverlässiges Raisebohrunternehmen erworben.

Mehrere Projekte im Wasserkraftwerksbau und im Bergbau befinden sich in der Angebotsphase.

Die Thyssen Schachtbau GmbH steht bereit für beste Bauausführung.

*Tilo Jautze  
Joachim Gerbig*

Unten: Stolleneingang zur Installationskammer

