



Am Standrohr montierte und durch einen Stahlbau sowie Kettenzüge gesicherte Preventeranlage im Firstbereich der TBM

## Pionierarbeit bei der Erkundung der Piora-Mulde durch Kernbohrungen

**Erfolg für die AlpTransit Gotthard AG, dem Bauherrn der „Neuen-Europäischen-Alpen-Transversale“ („NEAT“) und für die Arbeitsgemeinschaft TAT (Tunnel AlpTransit Ticino), dem verantwortlichen Tunnelbauer für den Tunnelabschnitt „Bodio-Faido“ des Gotthard-Basistunnels, Schweiz:**

Die durch die TIMDRILLING in Zusammenarbeit mit der TAT im August und September 2008 durchgeführten Kernbohrarbeiten in der inzwischen berühmt-berüchtigten Piora-Mulde zwischen Faido und Sedrun haben auf diesem Teilstück gute Ergebnisse und fundierte Nachweise für den mechanisierten Vortrieb des Gotthard-Basistunnels ergeben. Die Resultate und die Ausführung der Kernbohrung durch die geologisch höchst anspruchsvolle Piora-Mulde des Gotthard-Basistunnels sind als positiv zu bewerten und fanden bei den Schweizer Fachkollegen höchste Anerkennung.

Die TIMDRILLING wurde aus der Schweizer Baugesellschaft IMPLERIA und der Thyssen Schachtbau GmbH gegründet. Die TIMDRILLING-Mitarbeiter sind Spezialisten auf den Gebieten Bohrtechnik und Spezialtiefbau.

Durch die Kernbohrung mit einem Durchmesser von ca. 10 cm konnte nachgewiesen werden, dass in der Piora-Mulde stand-

festes, nicht wasserführendes Gestein ansteht. Der 57 km lange Eisenbahntunnel durchquert von Nord nach Süd drei verschiedene geologische Formationen: das Aar-Massiv, das Gotthard-Massiv und die Penninische Gneiszone.

Besondere Risiken gingen dabei von der Piora-Mulde aus, die dem Gotthardmassiv zuzuordnen ist. Lithologisch besteht die Mulde aus Dolomit- und Anhydritgesteinen, die während der Alpenfaltung metamorph überprägt wurden. Die horizontale Ausdehnung der Mulde auf Tunnelniveau beträgt rund 150 m.

In dem ca. 12 km langen Teilstück des Gotthard-Basistunnels zwischen Sedrun und Faido werden Bereiche mit bis zu 1.800 m Gebirgsüberdeckung durchfahren. Die Gebirgstemperatur in dieser Teufe beträgt bis zu 50 °C.

Das geologische Profil auf Tunnelniveau wurde im Vorfeld der Tunnelauffahrungen erstellt. Die Grundlage des geologischen Profils bildeten Oberflächenaufschlüsse mit dem steilen, nahezu senkrechten Schichteinfallen. Geologische Erkundungsbohrungen, die von über Tage durchgeführt wurden, lieferten weitere Erkenntnisse des strukturellen Aufbaus im Bereich des Tunnels.

Zusätzlich wurde in den 1990er Jahren zur Erkundung der Piora-Mulde vom Teilstück Faido aus ein ca. 5 km langer

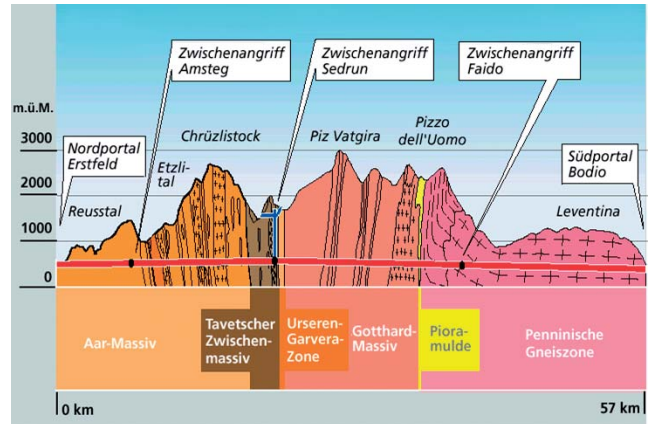
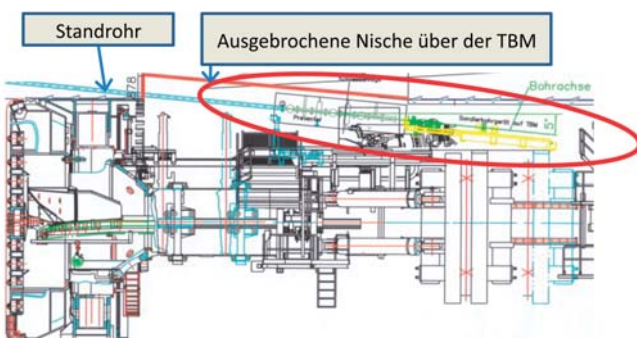


Baustelle Faido über Tage

Sondierstollen (Durchmesser ca. 5 m) mit einer Tunnelbohrmaschine (TBM) aufgefahren. Von hier aus wurden weitere Bohrungen teils bis auf Tunnelniveau abgeteuft, die zeigten, dass das Gestein in diesem Bereich stabil und vor allem trocken war. Im Zuge einer Bohrung in den oberen Teil der Piora-Mulde kam es allerdings zu einem unkontrollierten Wassereintritt. Innerhalb weniger Stunden wurden mehrere Tausend Kubikmeter Wasser, Schlamm und Gerölle unter hohem Druck in den Tunnel gespült. Das führte zum kompletten Einsanden der Vortriebsausrüstung und weiter Bereiche des aufgefahrenen Stollens. Noch vor dem Erreichen der Piora-Mulde musste der Vortrieb daraufhin eingestellt und die TBM unter Tage demontiert werden. Durch diese Erkenntnisse und Erfahrungen wurde das Gefahrenpotenzial für den späteren Tunnelvortrieb also noch einmal unterstrichen.

Bei der Piora-Mulde wurde bis zum Bau des oben erwähnten Sondierstollens davon ausgegangen, dass sich der zucker-körnige Dolomit wie an der Tagesoberfläche bis auf Tunnelniveau fortsetzt. Den Prognosen nach sollte das dolomitische Gestein unter einem hydrostatischen Druck aus etwa 1.800 m

Technische Skizze der Kernbohranlage und Preventer über der TBM (Markierung)



Geologisches Längsprofil des Gotthard-Basistunnels

Überlagerung stehen. Der „Zürcher Tages-Anzeiger“ sprach in Bezug auf diese prognostizierten Schwimmsandeigenschaften einst respektvoll von dem „Geologenschreck“. Der zum Absanden neigende, zucker-körnige Dolomit besitzt eine geringe Druckfestigkeit. Unter Wasserdruck reduziert sich diese gegen Null und führt zu massiven Erschwernissen beim Tunnelbau.

Mit den Erkenntnissen aus der Kernbohrung wurde die Voraussetzung für die Passage der beiden Tunnelbohrmaschinen geschaffen. Die Piora-Mulde wurde zunächst vom vorlaufenden Vortrieb Ost und wenige Monate später auch von der zweiten TBM mit einem Durchmesser von 9,5 m ohne Probleme durchfahren.

Erst die durch die TIMDRILLING und TAT im Zuge der Tunnelvortriebsarbeiten abgeteuft Kernbohrung lieferte die letzte Sicherheit und zeichnete ein genaues geologisches Bild der geplanten Tunneltrasse.

Die Tunnelbauer waren äußerst zufrieden mit dem Ausgang der technisch höchst anspruchsvollen, ca. 280 m langen Kernbohrung in der Oströhre des Bauabschnittes Faido.

### Durchführung der Kernbohrung aus TBM-Vortrieb

Die TBM-Ost wurde in einem Sicherheitsabstand ca. 100 m vor der prognostizierten Einfahrt in die Piora-Mulde gestoppt, um die preventergeschützte Kernbohrung anzusetzen. Erkundungsbohrungen aus TBM-Vortrieben weisen den großen Nachteil auf, unter sehr beengten Platzverhältnissen und unter enormem Zeitdruck ausgeführt werden zu müssen. In Faido bestand aufgrund der vor der Ortsbrust geparkten Tunnelvortriebsmaschine zudem die Schwierigkeit, die Kern-



Dreh-preventer	Kill- and Choke-Line Nr. 3	Backen-preventer	Schieber Nr. 2	Scher-preventer	Kill- and Choke-Line Nr. 2	Schieber Nr. 1	Kill- and Choke-Line Nr. 1
Länge 63 cm	Länge 54 cm	Länge 26 cm	Länge 51 cm	Länge 34 cm	Länge 54 cm	Länge 51 cm	Länge 54 cm

Preventeranlage mit Erläuterungen

bohrung oberhalb des TBM-Bohrkopfes vom Maschinendeck aus durchführen zu müssen.

TIMDRILLING verfügt mit der Arbeitsgemeinschaft TAT über einen Rahmenvertrag für die Durchführung von preventergeschützten Kern- und Schlagbohrungen für den Bauabschnitt „Faido-Sedrun“.

Das Erkundungsprogramm konnte auf dieser Basis von beiden Vertragspartnern bereits im Vorfeld sehr detailliert geplant werden.

### ■ Preventergeschützte Kernbohrung

Für die Durchführung der Kernbohrung kam eine modifizierte Kernbohranlage vom Typ „Diamec 282“ der Firma Atlas Copco zum Einsatz. In Anbetracht der beengten Platzverhältnisse eignet sich das Bohrgerät auch aufgrund der relativ kurzen Bohrlafette sehr gut. Die Diamec weist einen relativ starken hydraulischen Drehmotor auf und ermöglicht eine Vorschubkraft von max. 130 kN.

Da für die Kernbohrung in der Piora-Zone trotz der in den 1990er Jahren durchgeführten Sondierbohrergebnisse hohe Wasserdrücke nicht gänzlich auszuschließen waren, wurde der

Einsatz eines Bohrlochpreventers vorgesehen. Bohrlochpreventer werden eingesetzt, um plötzlich auftretenden Wasserdruck sicher abzusperren und den Druck kontrolliert abbauen zu können. Da in der Piora-Mulde der maximal zu erwartende Wasserdruck bei ca. 180-200 bar lag, wurde ein Bohrlochpreventer dieser Druckstufe eingesetzt.

Der komplette Bohrlochverschluss baute sich in seiner Gesamtheit wie folgt auf:

Der Drehpreventer ist eine Gummidichtung, die permanent am Bohrgestänge anliegt und über eine Kugellagerkonstruktion drehbar gelagert ist. Auf diese Weise wird eine Drehbewegung und gleichzeitiger Vorschub des Bohrgestänges ermöglicht.

Der Backenpreventer verfügt über gummi besetzte und dem Gestängedurchmesser angepasste Metallstempel, die bei Wasserandrang mechanisch mittels Handrädern gegen das Gestänge gedrückt werden. Dadurch wird der Ringraum abgedichtet.

Der Kugelhahn ist ein Vollabschluss für den gesamten Bohrlochquerschnitt, sofern sich kein Gestänge im Bohrloch befindet.

Der Scherpreventer ist ein hydraulisch wirkender Schlagschieber, der das Bohrloch im Fall einer Havarie durch Abscheren des Bohrstranges komplett verschließt.

Zwischen Scherpreventer und Drehpreventer sind jeweils Drillingspools mit seitlichen Kugelhähnen für die Zirkulation der Bohrspülung angeordnet.

### ■ Kontrolle des Bohrlochverlaufes

Die Kernbohrung wurde über dem TBM-Bohrkopf ange-setzt, damit die TBM im Falle einer Havarie der Kernbohrung nicht durch das in der Ortsbrust steckende Bohrgestänge beeinträchtigt worden wäre. Zusätzlich zu diesen hohen Anforderungen musste eine hohe Richtungs-genauigkeit garantiert werden. Das Bohrgestänge durfte demnach nicht in die geplante Trasse der TBM gelangen, so dass (mit einer exakten Richtungsgenauigkeit von  $5,5^\circ$ ) leicht ansteigend gebohrt wurde. Zur Kontrolle wurden periodisch Bohrlochvermessungen („Single Shot“) durchgeführt. Bei dieser Art der Messung wird ein Messgerät mit Richtungs- und Neigungsanzeige ins Bohrloch geschoben und abfotografiert.

### ■ Resümee

Aufgrund der durch die TIMDRILLING und das Consorzio TAT durchgeführten Kernbohrung konnte die Standfestigkeit der Tunneltrasse in dem Piora-Abschnitt eindeutig nachgewiesen werden. Darüber hinaus konnte der Nachweis erbracht werden,

Bohrnische über der Tunnelbohrmaschine



Verantwortliche Bauführer der Kernbohrung in der Querkaverne der Multifunktionsstelle Faido – einem unterirdischen Rettungsbahnhof – vor der Abfahrt zur Bohrstelle Richtung Norden

dass das Gebirge innerhalb dieser Zone keinen Wasserzulauf aufweist. Auf Grundlage dieser Ergebnisse konnten die Vortriebsarbeiten durch die Piora-Mulde ohne größere Schwierigkeiten und verfahrenstechnischen Modifikationen maschinell fortgesetzt werden.

Die technisch höchst anspruchsvolle, preventergeschützte Kernbohrung wurde fachmännisch mit exzellentem Bohrerfolg durchgeführt. Voraussetzung dazu war der Einsatz eines modernen Bohrgerätes und technisch hochwertiger Bohrausrüstung sowie der Einsatz von sehr gut ausgebildetem und erfahrenem Bohrpersonal.

Der enge Kontakt zwischen der Arbeitsgemeinschaft TAT, die sich aus den Firmen IMPLenia AG, Hochtief AG, Alpine Bau GmbH, CSC Impresa Costruzioni SA und Impregilo S.p.A. zusammensetzt, dem Bauherrn AlpTransit Gotthard AG und dem ausführenden Unternehmer TIMDRILLING führten zum erfolgreichen Abschluss der Bohrarbeiten.

*Michael Müller  
Raimund Bartl  
Christian Bremer*