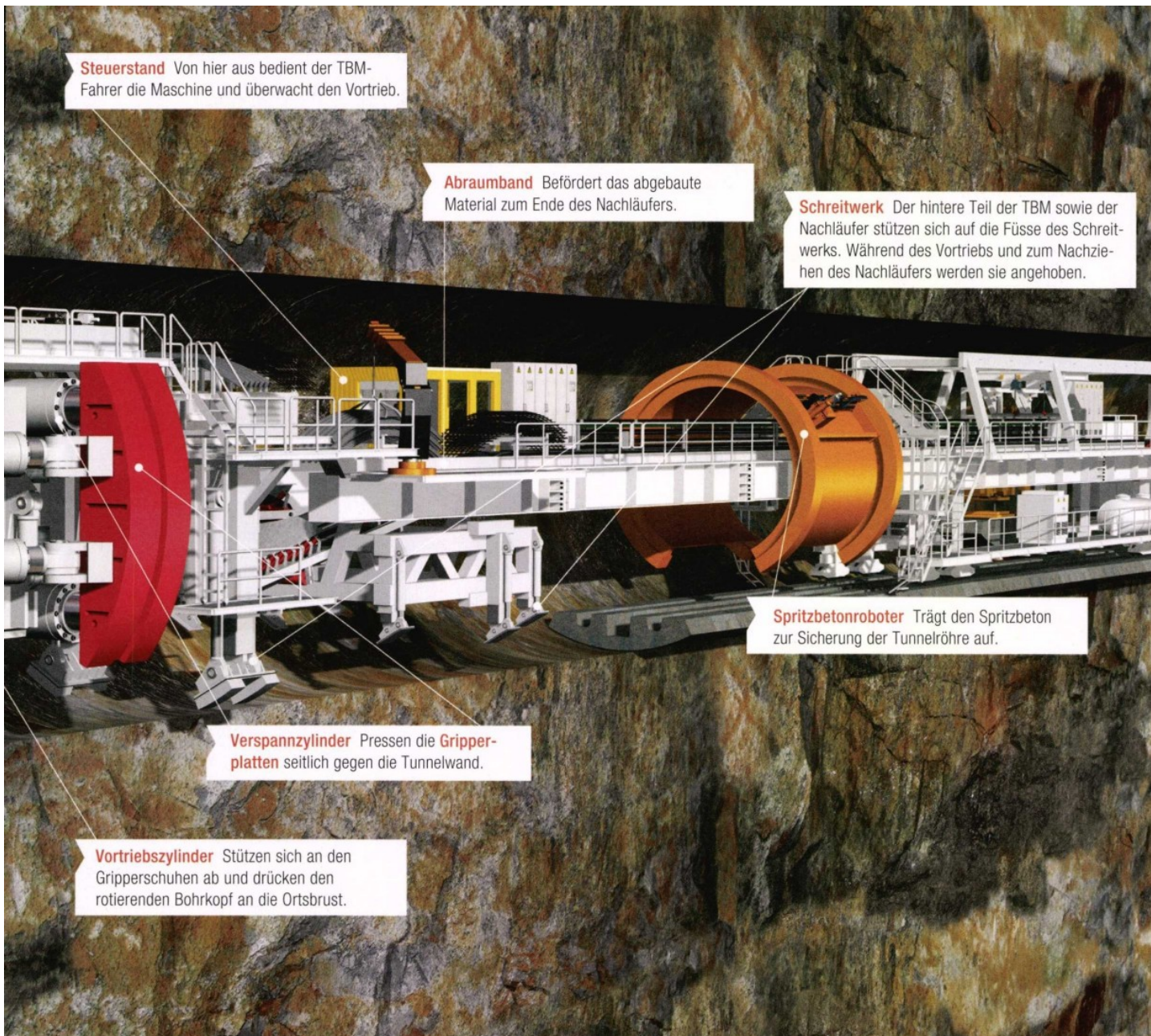


Gripper-Tunnelbohrmaschinen im Gotthard

# 410 Meter lang und gefrässig

Im Gotthard-Massiv fräsen vier Tunnelbohrmaschinen mit Hochdruck durch den Fels, damit der historische Hauptdurchschlag wie geplant am 15. Oktober erfolgen kann. Gneis, Granit und Schiefer brechen die komplexen Maschinen mit einem ausgeklügelten System aus.



**D**ie Herrenknecht-Tunnelbohrmaschine (TBM) stellt eine komplette Fabrik im Berg dar. Mit den Nachläufern zur Unterstützung des Bohrprozesses und für zusätzliche Baumaßnahmen verfügt die Maschine der Herstellerfirma aus Deutschland über eine Gesamtlänge von 410 Metern, etwa so lang wie vier aneinandergereihte Fußballfelder. Sie wurde speziell für das Abbauen des Hartgesteins im Gotthard-Massiv entwickelt. Vier derartige Maschinen – zwei davon wurden bereits

wieder abgebaut – wirkten insgesamt mit am längsten Tunnel der Welt, wo zwei richtungsgetrennte Röhren von je 57 Kilometern Länge entstehen. Die eindrucksvollen Maschinen bewältigen rund 85 Kilometer mit den Baulosen Erstfeld und Amsteg in Uri sowie Bodio und Faido im Tessin.

Der Bohrkopf weist bis zu 9,54 Meter Durchmesser auf und ist mit 58 scharfen Schneiderringen ausgerüstet, die sich durch den Gneis, Granit und Schiefer tief im Gotthard beißen kön-

nen. Nach Andrehen des Bohrkopfs verspannt sich die Gripperautomatik seitlich gegen den Fels. Der Bohrkopf wird mit einer Leistung von 3500 Kilowatt und einem Drehmoment von 8500 Kilonewtonmeter gedreht und gleichzeitig so gegen die Tunnelbrust gepresst, dass jeder Rollenmeißel mit 26 Tonnen Andruckkraft das Felsgestein löst. Das gelöste Gestein fällt in die Sohle, wo es von den Räumerschaukeln des Bohrkopfs aufgenommen und zum Abtransport auf das Förderband geschüttet wird. Gleichzei-



Wassereintritt bereitete den Mineuren Schwierigkeiten.



In der Oströhre wird der letzte Bewehrungsblock der Multifunktionsstelle installiert.

Während des Bohrvorgangs können im Schutzbereich direkt hinter dem Bohrkopf die der Geologie entsprechenden Sicherungsmassnahmen erfolgen – zum Beispiel durch zwei Ankerbohrgeräte, die Löcher zur Aufnahme der Sicherungsanker bohren. Bis zu vier Meter lange Anker, mit Zement verpresst, geklebt oder mit Wasserdruck gespreizt, werden so im Gotthard in den Fels getrieben. Als weiteres Sicherungselement kommt ein Mattenversetzgerät zum Einsatz. Dieses fährt über die Ankerbohrereinrichtung

hinweg und platziert die Baustahlmatten, die vor Gesteins-Niederbrüchen schützen. Die Wirkung jeder Sicherungsmassnahme gegen Niederbrüche ist abhängig von der örtlichen Geologie. Während einiger Tunnelmeter mögen Stahlmatten das richtige Rezept gewesen sein, dann wieder Stahlanker, Kappen oder Bögen. Die Stahlbogensegmente werden ebenfalls mit einem Versetzgerät (Ringektor) direkt unter dem Bohrkopfschild vorinstalliert. Der komplette Ring wird dann an die Einbaustelle gefahren, gegen

das Gebirge verspannt und montiert. Als weitere Sicherung könnte jetzt betoniert werden. Die Tunnelbohrmaschine für hartes Gestein arbeitet mit einem Paar Seitenstützen als Verspanneinheit, auf die sich der Vortrieb stützt: ein sogenannter Gripper. Ein Gripperzug, Bohrhüh genannt, ermöglicht einen Vortrieb von zwei Metern. Zusammen mit der Maschine wird der Nachläufer vorgezogen. Am Ende des Bohrhubs wird der Gripper eingezogen, und die TBM stützt sich auf der hinteren Abstützung ab. Jetzt kann

der Gripper wieder in die Ausgangslage verschoben und verspannt werden. Die Abstützung wird angehoben und die TBM kann weiterbohren. Die Nachläufer bewegen sich mit einem Schreitwerk vorwärts oder/und werden auf Geleisen nachgezogen.

Durch unterschiedlichen Druck auf das Grippersystem wird der Vortrieb über horizontal und vertikal wirkende Lenkzylinder exakt gesteuert. Im Gegensatz zu anderen Maschinensystemen wird die einfach verspannte TBM während des Vortriebs gesteuert. Der TBM-Fahrer kontrolliert so die Fahrtrichtung der Maschine. Es sind Vortriebsleistungen von über 50 Meter pro Tag möglich. Das Maximum bis dato betrug 56 Meter. Ein Spritzbetonroboter, 60 Meter hinter dem Bohrkopf installiert, übernimmt die endgültige Sicherung aller bearbeiteten Tunnelwände.

### **Wasser im Tunnel**

Während der Bohrarbeiten kann der Gotthard jederzeit für Überraschungen sorgen, das wissen die Mineure. Wie notwendig eine solide Tunnelsicherung sein kann, zeigte sich im Mai und Juni 2010. In der Oströhre des Teilabschnittes Faido brach Wasser ein. Es stammte aus den beim Vortrieb durchfahrenen Klüften. Wegen der Wasserzutritte muss ein erhöhter Maschinenunterhalt getätigt werden, insbesondere bei den elektrischen Komponenten. Sie behindern zudem den Vortrieb, weil die TBM für Sondierbohrungen angehalten werden musste.

Der Wasserzufluss in der Oströhre schwankte zwischen 30 und 90 Litern pro Sekunde. Das Bergwasser wurde normal abgeleitet und durchlief die Wasseraufbereitungsanlagen. Falls das Wasser nach der Aufbereitung eine übermäs-

sige Trübung aufwies, konnte es nicht in den Ticino abgeleitet werden. Man liess es gemäss dem genehmigten Prozess der Wasseraufbereitung auf den umliegenden Grünflächen versickern.

### **Zu 96,6 Prozent ausgebrochen**

Die Arbeiten am Gotthard-Basistunnel gehen voran. Wie die Alptransit mitteilt, waren am 1. Juli von den insgesamt 151,84 Kilometern Tunnel, Schächten und Stollen 146,6 Kilometer oder 96,6 Prozent ausgebrochen. Der Vortrieb im Juni betrug 531 Meter. Im TBM-Vortrieb der Oströhre sind 10 104 Meter Tunnel ausgebrochen, die durchschnittliche Tagesleistung im Juni betrug rund 8,1 Meter.

Am 24. Juni mussten die Mitarbeiter in der Oströhre einen schweren Schicksalsschlag hinnehmen: Ein Mitarbeiter der örtlichen Bauleitung fiel aus dem fahrenden Baustellenzug und wurde dabei schwer verletzt. Der Mann verstarb während des Transports mit der Ambulanz ins Spital.

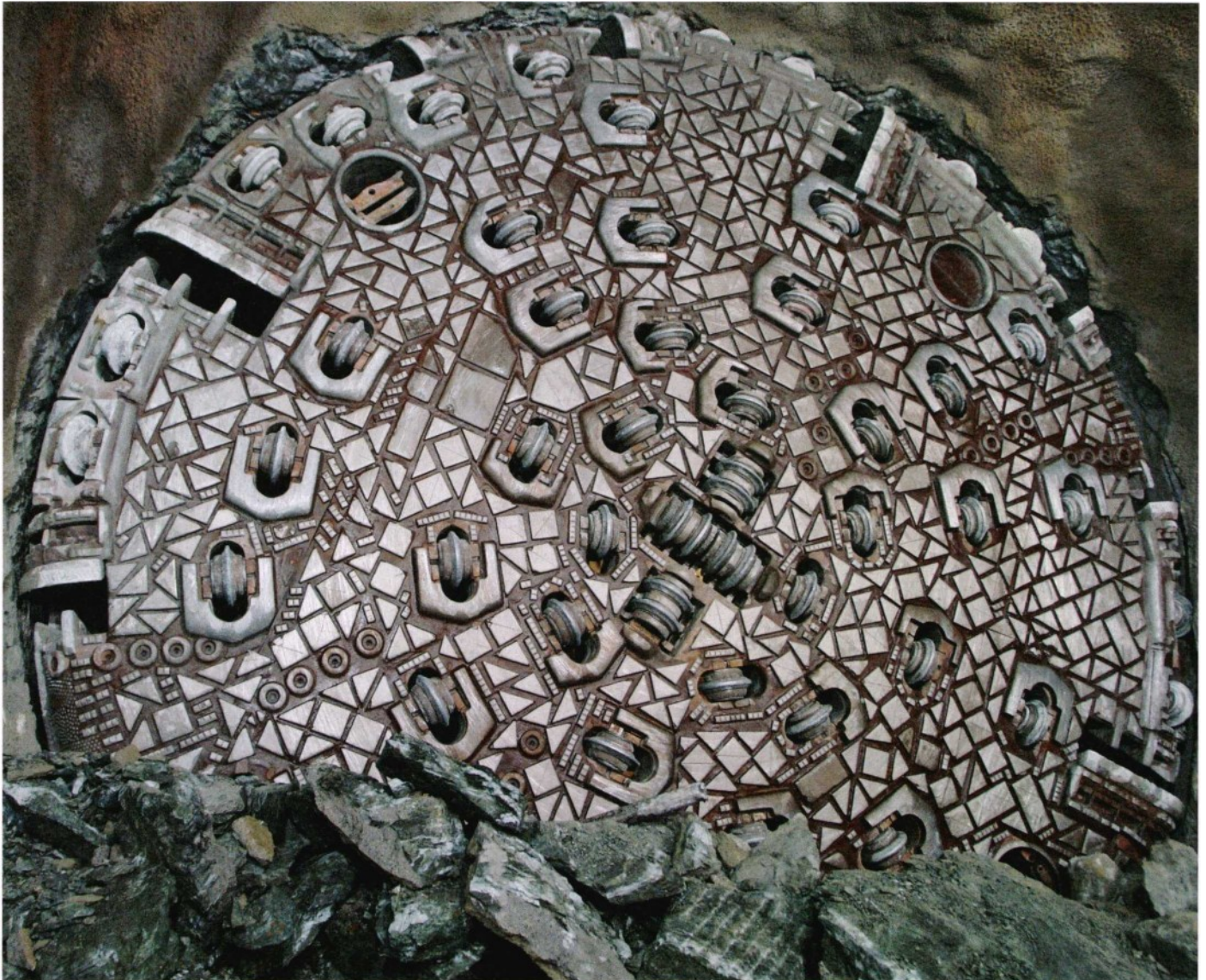
Im März 2010 ereignete sich in der Weströhre ein Niederbruch. Die Kampagne zur Durchörterung ist mittlerweile weit fortgeschritten. Die Ausbruchs- und Sicherungsarbeiten an der Injektionsnische wurden fertig gestellt. Die Gel-Injektionen zum Schutz der TBM wurden erfolgreich eingebracht. Am 30. Juni 2010 konnten die Zementinjektionen abgeschlossen werden.

Parallel zu den Vortriebs- und Sanierungsarbeiten läuft der Innenausbau in der Multifunktionsstelle Faido. Es verbleiben noch Spritzbetonarbeiten in den Abluftsystemen und im Seitenstollen Ost sowie die Abdichtung und Betonage der Tunnelverzweigungen. Die Spritzbetonarbeiten im

Abluftstollen West sind abgeschlossen. In der Tunnelverzweigung West-Nord werden die Parameter betoniert. (küm/mgt)

In der Schweiz entsteht mit dem Gotthard-Basistunnel ein Jahrhundertbauwerk. Der längste Verkehrstunnel der Welt soll zwei mal 57 Kilometer lang werden, durch ihn soll die Eisenbahnstrecke Zürich-Mailand zur «Flachbahn» werden; Züge können nach seiner Fertigstellung doppelt so schnell fahren wie bisher. Mit allen Schächten und Stollen muss insgesamt eine Strecke von 151,84 Kilometern durch wechselhafte und anspruchsvolle Geologie gegraben werden – bei bis zu 2000 Metern Überdeckung und bis zu 50 Grad Felstemperatur. Die Piora-Mulde auf dem südlichen Abschnitt zwischen Faido und Sedrun war eine der besonders kritischen Herausforderungen. Für diese Störzone wurde auf einer Länge von rund 150 Metern nicht-standfestes Gestein, das zudem unter hohem Wasserdruck stehen sollte, vermutet.

Im Herbst 2006 wurde der erfolgreiche Abschluss auf dem südlichen Abschnitt von Bodio nach Faido gefeiert. Die Maschinen «Sissi» und «Heidi» fuhren am 6. September und 26. Oktober 2006 in die Multifunktionsstelle Faido ein. Im Rahmen einer umfassenden Revision wurde bei beiden Maschinen auch der Durchmesser von 8,83 Meter auf 9,43 Meter vergrößert, um so den sich anschließenden nächsten Abschnitt in Richtung Norden in Angriff zu nehmen: von Faido nach Sedrun. Hier meisterten die Teams auf den beiden Hartgesteinsbohrmaschinen im Oktober 2008 und im Februar 2009 die Piora-Mulde und fahren seitdem gute Vortriebswerte. (mgt)



Der Bohrkopf nach dem Durchschlag Erstfeld–Amsteg.