

Tunnelbohrmaschine

Am Lötschberg und am Gotthard werden derzeit zwei neue Eisenbahn-Alpentransversalen (NEAT) gebaut. Sie dienen in erster Linie der Verlagerung des Schwerverkehrs von der Strasse auf die Schiene. Der Lötschberg-Basistunnel ist 35 km lang und wird 2007 eröffnet. Mit dem 57 km langen Gotthard-Basistunnel entsteht zwischen Erstfeld (Uri) und Bodio (Tessin) der längste Eisenbahntunnel der Welt. Er wird voraussichtlich im Jahre 2016 eröffnet werden. Der Bau der beiden Alpentransversalen in relativ kurzer Zeit sind Pionierleistungen, die nur dank dem Einsatz von Hightech-Tunnelbohrmaschinen möglich sind. Tunnelbohrmaschinen können überall dort eingesetzt werden, wo das Gestein genügend hart und standfest ist. Solche Verhältnisse werden beim Gotthard-Basistunnel auf rund 50 km Länge erwartet.

Moderne Tunnelbohranlagen sind mobile Fabriken im Berg. Sie bohren sich durch das Gestein, transportieren das Ausbruchmaterial ab und sichern den Fels. Durchschnittlich kann pro Tag mit einem Vortrieb von 20 Metern gerechnet werden. Bei guten Felsverhältnissen schafft eine Anlage bis zu 40 Meter pro Tag. Normalerweise wird in drei Schichten zu acht Stunden gearbeitet. In der ersten und zweiten Schicht wird der Tunnel vorangetrieben. Dabei sind pro Schicht etwa 20 Personen im Einsatz. In der dritten Schicht wird die Anlage gewartet. Die Energieversorgung erfolgt ausschliesslich mit Strom. Dies hat den Vorteil, dass die Anlagen kompakt gebaut werden können und keine Abgase produzieren. Am Gotthard-Basistunnel gelangen insgesamt vier Tunnelbohranlagen zum Einsatz, welche je rund 30 Millionen Franken kosten.

Hauptkomponenten der Tunnelbohranlage

1 Bohrkopf

Der Bohrkopf dreht mit bis zu sechs Umdrehungen pro Minute. Auf ihm sind ca. 60 Rollenmeissel untergebracht. Jeder drückt mit etwa 26 Tonnen gegen den Fels, der damit zermahlen wird. Der Antrieb für den Bohrkopf einer grossen Tunnelbohrmaschine besteht aus 10 Elektromotoren, die mit insgesamt 3500 kW etwa die gleiche Leistung aufweisen wie eine Gotthard-Lokomotive. Mit allen zusätzlichen Verbrauchern beträgt die Gesamtleistung der Anlage 7'400 kW. Der Stromverbrauch im Dreischichtenbetrieb beläuft sich auf rund 60'000 kWh pro Tag, dies ist etwa gleich viel, wie 7'000 Haushalte pro Tag verbrauchen.

1a Räumerschaufeln

Auf der Rückseite des Bohrkopfes befinden sich die Räumerschaufeln. Diese nehmen das gelöste Gestein auf und schütten es auf ein Förderband.

2 Sicherungsmassnahmen

Direkt hinter dem Bohrkopf wird der Fels erstmals gesichert. Zwei unabhängig manövrierbare Ankerbohrgeräte bohren bis zu 4 Meter lange Löcher zur Aufnahme von Felsankern. Auf die Anker werden, je nach geologischen Verhältnissen, unterschiedliche Sicherungselemente mit Versetzgeräten



Bohrkopf



Räumerschaufeln

angebracht, zum Beispiel Baustahlmatten oder Stahlbogensegmente.

3 Gripperplatten

Damit der notwendige Druck auf den Bohrkopf ausgeübt werden kann, verspannt sich ein Paar Seitenstützen (Gripper genannt), hydraulisch angetrieben radial gegen den Fels. Am Ende des Bohrhubs wird der hintere Teil der Maschine nachgezogen. Nun wird der Gripper gelöst, vorgezogen, wieder verspannt und die Maschine kann weiter bohren. Ein Bohrhub, auch Gripperzug genannt, ermöglicht einen Vortrieb von zwei Metern. Durch unterschiedlichen Druck auf das Grippersystem wird der Vortrieb über waagrecht und senkrecht wirkende Lenkzylinder gesteuert.

4 Spritzroboter

60 Meter hinter dem Bohrkopf befindet sich der Betonspritzroboter. Er kleidet die Tunnelwände mit Nassspritzbeton aus und sorgt für die endgültige Sicherung der bearbeiteten Tunnelwände.

5 Klimatisierter Steuerstand

Je höher der Berg über einem Tunnel, desto wärmer wird es in dessen Innerem. Beim Gotthard-Basistunnel türmen sich die darüber liegenden Felsmassen bis über 2000 m hoch, und die Fachleute rechnen mit Gesteinstemperaturen von bis zu 45 °C. Gleichzeitig produzieren die eingesetzten leistungsstarken Maschinen zusätzliche Wärme. Die Arbeitstemperaturen beim Tunnelbau müssen auf ein erträgliches Mass von etwa 28 °C gesenkt werden. Dazu werden die Bohrstellen durch ein Röhrensystem gekühlt, das die Wärme mittels zirkulierendem Wasser abführt. Auch die Baulüftung, die für erträgliche Luftqualität im Tunnel sorgt, trägt zur Kühlung bei. In einem klimatisierten Steuerstand lenkt der Fahrer die Anlage mit Hilfe von mehreren Bildschirmen. Er wird dabei von einem Computerprogramm unterstützt. Die Anlage wird mit Hilfe von Laserstrahlen genau entlang der geplanten Tunnelachse geführt. Dazu wird von einem festen Punkt aus ein Laserstrahl auf eine Zieltafel im vorderen Teil der Tunnelbohranlage gerichtet. Abweichungen können so unverzüglich korrigiert werden.

Gesamtansicht

In der Gesamtansicht ganz unten ist die ganze Tunnelbohranlage massstäblich dargestellt. Mit den Nachläufern zur Unterstützung des Bohrprozesses und der zusätzlichen Baumassnahmen ergibt sich eine Gesamtlänge von über Metern. Die ersten 60 Meter mit den Hauptkomponenten sind gelb markiert.



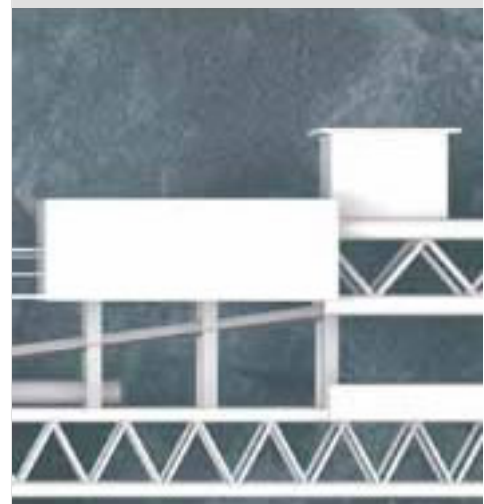
Sicherungsmassnahmen



Gripperplatten



Spritzroboter



Klimatisierter Steuerstand