

Mit Hightech durch den Berg

Mit riesigem Druck zermahlt die Tunnelbohranlage das Gestein und frisst sich schrittweise durch den Fels – bis zu 40 Meter täglich.

Hauptkomponenten der Tunnelbohranlage



1 Bohrkopf



1a Räumerschneidwerk



2 Sicherungsmassnahmen



Versetzgerät

Ankerbohrgerät

3 Gripperplatten



4 Spritzroboter



Thema 5

Tunnelbohrmaschine

Auf diesem Schaubild wird eine Neat - Tunnelbohranlage erklärt!

Moderne Tunnelbohranlagen sind mobile Fabriken im Berg. Sie bohren sich durch das Gestein, transportieren das Ausbruchmaterial ab und sichern den Fels. Die Energieversorgung erfolgt ausschliesslich mit Strom.

Mit dem 57 km langen Gotthard-Basistunnel entsteht zwischen Erstfeld (Uri) und Bodio (Tessin) der längste Eisenbahntunnel der Welt. Er ist das Herzstück einer Bahn durch die Alpen, deren höchster Punkt auf nur 550 Metern über Meer liegt. Der Tunnel besteht aus zwei einspurigen Röhren von neun Metern Durchmesser, die rund 40 Meter auseinander liegen und alle 325 Meter durch Querstellen miteinander verbunden sind. Die Inbetriebnahme ist für das Jahr 2011 vorgesehen

Die fünf Arbeitsschritte

Bearbeiten Sie die folgenden 5 Schritte! Zeitbudget: 4x10 Min. + Zusatzaufgabe

1. Schaubild als Lektionseinstieg (Überblick)

Das Schaubild verschafft Ihnen einen Überblick zum Thema!

2. Infotext mit Einzelbildern (Lesen und Verstehen)

Lesen Sie den Text aufmerksam und schauen Sie sich die entsprechenden Bilder dazu genau an! Ist Ihnen die Bildaussage unklar, lesen Sie den Abschnitt ein zweites Mal! Sie können sich den Text mit Bildern auch ausdrucken und haben so die Möglichkeit Wichtiges zu markieren oder sich Notizen zu machen.

Infotext zum Thema 5 mit Bildausschnitten des Schaubildes

3. Übung mit dem Schaubild (Anwenden und Üben)

Klicken Sie mit der Maus auf ein Textfeld und ziehen Sie dieses mit gedrückter linker Maustaste an die richtige Position (Drag and Drop)!

Wiederholen Sie die Übung, bis Sie alle Textfelder, ohne zu Zögern, platzieren können. Starten Sie die Übung!

4. Kurztest mit 12 Ankreuzaufgaben (Testen und Vertiefen)

Bearbeiten Sie nun den Kurztest und lösen Sie die 6 Aufgaben!

5. Spiel zum Thema: Memory Neat

Drehen Sie die Karten zu Paaren um. Wenn Sie ein Paar gefunden haben, so verschwindet es automatisch. Beim erneuten Laden des Spiels, werden auch die Karten neu gemischt. Memory

Thema 5

Mit Hightech durch den Berg

Lesen Sie den Text aufmerksam und schauen Sie sich die entsprechenden Bilder dazu genau an! Ist Ihnen die Bildaussage unklar, lesen Sie den Abschnitt ein zweites Mal! Sie können sich den Text [auch ausdrucken](#) haben so die Möglichkeit, Wichtiges zu markieren oder sich Notizen zu machen

Infotext mit Einzelbildern

Früher arbeiteten sich die Tunnelbauer ausschliesslich mit Bohren und Sprengen durch den Fels. Diese klassische Vortriebsart wird heute immer mehr durch Tunnelbohranlagen abgelöst. Dies ist dort möglich, wo das Gestein genügend hart und standfest ist. Solche Verhältnisse werden beim Gotthard-Basistunnel auf 50 Kilometer Länge erwartet. Insgesamt gelangen vier Tunnelbohranlagen zum Einsatz, welche je rund 30 Millionen Franken kosten (2 Anlagen beim Südportal und 2 beim Nordportal). Die Energieversorgung einer Tunnelbohranlage erfolgt ausschliesslich mit elektrischem Strom. Dies hat den Vorteil, dass die Anlage kompakt gebaut werden kann und keine Abgase entstehen.

Der Bohrkopf

Er dreht sich bis zu sechs Mal pro Minute. Auf ihm sind zirka 30 Rollenmeissel angebracht. Jeder drückt mit etwa 26 Tonnen gegen den Fels, der damit zermahlen wird. Das gelöste Gestein fällt in die Sohle (Felsgrund). Der Antrieb für den Bohrkopf besteht aus 10 Elektromotoren, die mit insgesamt 3500 Kilowatt etwa die gleiche Leistung aufweisen wie eine Gotthard-Lokomotive. Mit allen zusätzlichen Verbrauchern beträgt die Gesamtleistung der Anlage rund 7400 Kilowatt. Der Stromverbrauch beläuft sich auf rund 60000 Kilowattstunden pro Tag; dies ist etwa gleich viel, wie 7000 Haushalte verbrauchen.



Räumerschaufeln

Aussen am Bohrkopf befinden sich die Räumerschaufeln (rote Teile). Diese nehmen das gelöste Gestein auf und schütten es auf ein Förderband. 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.



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. Je nach geologischen Verhältnissen werden unterschiedliche Sicherungselemente mit Versetzgeräten angebracht, zum Beispiel Baustahlmatten und Stahlbogensegmente.



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 Bohrhubes wird der hintere Teil der Maschine nachgezogen. Nun wird der Gripper gelöst, vorgezogen, wieder verspannt, und die Maschine kann weiterbohren. Ein Bohrhub, auch Gripperhub genannt, ermöglicht einen Vortrieb von zwei Metern. Unterschiedlicher Druck auf das Grippersystem und Lenkzylinder steuern den Vortrieb.



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 über 2000 Meter hoch. Die Fachleute rechnen mit Gesteinstemperaturen von maximal 45°C. Gleichzeitig produzieren die eingesetzten leistungsstarken Maschinen zusätzliche Wärme. Da die Arbeitstemperaturen beim Tunnelbau auf ein erträgliches Mass von etwa 28°C gesenkt werden müssen, werden die Bohrstellen durch ein Röhrensystem gekühlt, das die Wärme mit zirkulierendem Wasser abführt. Auch die Baulüftung, die für eine erträgliche Luftqualität 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. Mit Hilfe von Laserstrahlen wird die Anlage 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.



Spritzroboter

50 Meter hinter dem Bohrkopf befindet sich der Betonspritzroboter. Er kleidet die Tunnelwände mit Nassspritzbeton aus und sorgt für die endgültige Sicherung der bearbeiteten Tunnelwände. Durchschnittlich schafft die Anlage 20m, im Idealfall bis 40m pro Tag. Leider gibt es aber auch Gesteinsformationen, die nicht mit der Tunnelbohranlage bearbeitet werden können.



1. Moderne Tunnelbohrmaschinen

- brauchen keinen Strom mehr
- brauchen rund 60 000 Kilowattstunden Strom pro Tag
- brauchen so viel Strom wie 4 Lokomotiven
- brauchen nur Strom für die Klimatisierung des Steuerraumes

2. Der Gotthard-Basistunnel

- wird der zweitlängste Eisenbahntunnel Europas
- wird total 45 km lang
- wird mit einer doppelspurigen Röhre gebaut
- wird mit 57 km der längste Eisenbahntunnel der Welt

3. Der Bohrkopf einer Tunnelbohranlage

- bohrt gleichzeitig 30 Löcher für die Sprengung
- dreht sich nicht, nur die Rollenmeissel sind in Bewegung
- schlägt bis zu 20 mal pro Minute wie ein Pressluftbohrer in das Gestein
- dreht sich unter hohem Druck und besteht aus 30 Rollenmeisseln

4. Die Räumerschaukel transportieren das gelöste Gestein

- auf das Förderband
- aus dem Tunnel
- direkt in einen Transportzug
- direkt zu einem Elektrotransporter

5. Dank den Seitenstützen, Gripper genannt,

- ist die Tunneldecke abgestützt
- kann der Bohrkopf mit hohem Druck 2 Meter nach vorn bohren
- bewegt sich die ganze Anlage zentimeterweise nach vorn
- werden die Seitenwände geglättet zum Betonieren

6. Die Temperatur im Tunnel

- ist konstant gleich hoch
- wird durch Heizsysteme auf über 0 Grad gehalten
- ist nur von den Gesteinsmassen über dem Tunnel abhängig
- wird von der Abwärme der Maschinen zusätzlich erhöht und muss heruntergekühlt werden