



SIMPLON

Tunnels: Tore zur Welt

«Der Glaube kann Berge versetzen. Der Wille durchbohrt sie – um Menschen zu vereinen.»

*(Der Walliser Staatsrat
Jean-Jacques Rey-Bellet)*

Vor 100 Jahren, am 19. Mai 1906, wurde der Simplontunnel feierlich eröffnet. Der rund 20 km lange Tunnel führt vom Wallis (Brig) nach Italien (Domodossola) und ist ein wichtiger Teil der westlichen NEAT-Achse (Neue Eisenbahn-Alpentransversale). Er bildet zusammen mit dem sich im Bau befindlichen Lötschberg-Basistunnel den zweiten Schienenstrang durch die Schweizer Alpen neben der Gotthardachse.

Die Alpen haben unser kleines Land immer wieder dazu gezwungen, im Bereich Verkehrswegbau – und insbesondere im Tunnelbau – weltweit die Nase vorn zu haben. Uri mit dem Gotthardtunnel und das Wallis mit Simplon und Lötschberg sind typische Beispiele, wie Alpentäler durch den Tunnelbau den direkten Anschluss an die «grosse weite Welt» erhielten.

Tunnelbau und Technik

1801 ordnete Napoleon den Bau einer 7 bis 8 Meter breiten Passstrasse über den Simplon an, um seine Kanonen schneller transportieren zu können. Dazu gehörte auch ein 222 Meter langer Tunnel, dessen Bau 15 Monate dauerte und 1200 Mann

beschäftigte. Schlechte Bohrstahtqualität der Handbohrer und das Sprengen mit Schwarzpulver machten damals den Tunnelbau schwierig und gefährlich. Die Militärstrasse von 60 km Länge mit 611 Brücken und 7 Felsgalerien wurde 1805 vollendet.

Hundert Jahre später, beim Bau des rund 20 km langen Eisenbahntunnels, setzte man deutlich schnellere und präzisere Maschinen und besseren Sprengstoff ein. Pro Tag wurde der Tunnel mit 760 kg Dynamit 8,38 m vorangetrieben und 450 m³ Gestein wurden herausgebrochen. Der Durchschlag erfolgte nach sechseinhalb Jahren bei Kilometer 10,378. Die Abweichung der beiden Röhren betrug lediglich einige Zentimeter. Ein Jahr später rollte der erste Zug durch den Tunnel. Erst 1921 konnte der Nebenstollen fertig ausgebaut werden.

Die Arbeitsverhältnisse für die überwiegend italienischen Tunnelbauarbeiter waren oft prekär. Mit zwei grossen Streiks kämpften die Männer für bessere Bedingungen. Ihr Tageslohn betrug nur 3.50 Franken. Rund 60 Menschen verloren beim Bau des Tunnels ihr Leben.

Heute kommen im Tunnelbau viele Maschinen zum Einsatz, oft wahre Wunder der Technik. Neben Tunnelvortriebmaschinen, die Gestein mit Rollen abbröckeln, kommen beispielsweise Schaufellader, Förderbänder zum Abtransport des Gesteins und Spritzbeton-Roboter zum Einsatz.

Auch heute noch ist eine Tunnelbaustelle etwas Besonderes. Ein Tunnelbauer meint dazu: «Entweder bist du nach einigen Wochen weg – oder für dein ganzes Leben angefixt».



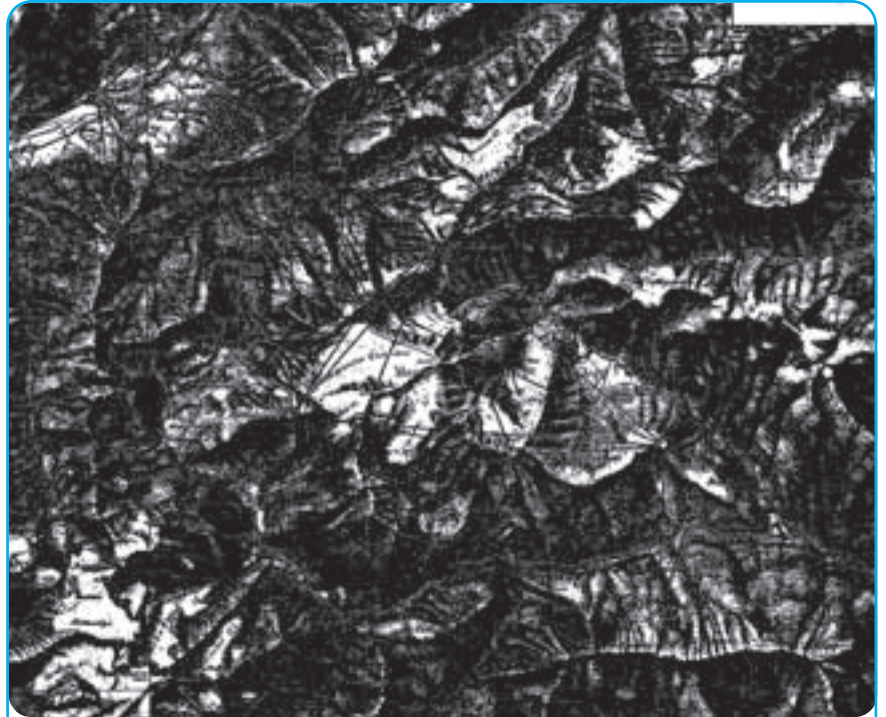
In dieser Ausgabe

- Tunnelvermessung gestern und heute
- Leica-Distanzmessgerät zu gewinnen
- Ein Kind des Tunnelbaus: Sprengstofffabrik
- Grossvater und Enkel im Simplon-Tunnelbau

Tunnelvermessung gestern

Tunnelvermessung vor 100 Jahren

Um einen Tunnel abstecken und bauen zu können, müssen die Koordinaten und die Höhe über Meer des Anfangs- und Endpunktes genau bekannt sein. Die Bestimmung dieser Achspunkte erfolgte vor hundert Jahren durch das Anlegen eines Netzes. Beim Simplontunnel bestand dieses aus einer Kette von 27 aneinander gereihten Dreiecken (Triangulationsnetz) und führte vom Portal Nord (Naters) über Rosswald, Wasenhorn und Monte Leone nach dem Portal Süd in Italien. Wichtig war, dass genügend Anschlussvisuren beim Anfangs- und beim Endpunkt vorhanden waren.



Trigonometrisches Netz von 1898 für die Richtungsbestimmung des Simplontunnels

Visur

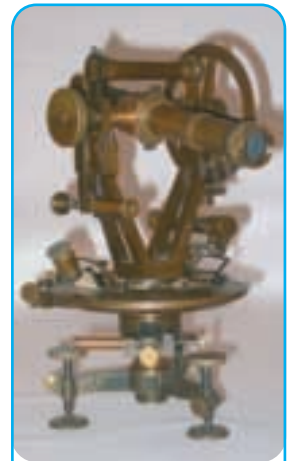
Als Visur wird das Bestehen einer gradlinigen Sichtverbindung zwischen zwei oder mehr Messpunkten bezeichnet. Eine ungehinderte Visur ist Voraussetzung für die genaue Distanz- oder Richtungsmessung. Ist sie eingeschränkt – etwa durch Bäume oder nahe seitliche Hindernisse – können Messfehler die Folge sein. Durch Methoden der Erdvermessung mittels Satelliten (Satellitengeodäsie) lassen sich viele Probleme leichter als früher lösen, weil die dafür nötigen Visuren ohne Sichtbehinderung gegen oben verlaufen.

Vortriebsvermessung

Die damals zur Verfügung stehenden Messgeräte (Theodolite) erlaubten eine sehr genaue Winkelmessung. Merkmale: grosse Ablesekreise und langes Fernrohr. Für die Streckenmessungen standen geeichte Holzlatten, Stahlroll- und Invar-Bänder zur Verfügung. Invar ist eine Legierung – meistens aus Eisen 65% und Nickel 35% –, die sich bei Temperaturschwankungen kaum ausdehnt und sich deshalb zur präzisen Distanzmessung im Kurzstreckenbereich eignet. Die Messung war sehr aufwändig und fehleranfällig. Aus diesem Grund versuchte man, die Tunnels möglichst geradlinig anzulegen und Kurven zu vermeiden, wie dies auch beim Simplontunnel der Fall war.



Distanzmessung mit Messband



Kern-Theodolit von 1890



Vortrieb im Simplontunnel vor 100 Jahren

und heute



Grundlagenetz BLS-Alptransit

Tunnelvermessung heute

Als Grundlage für die Tunnel-Bauarbeiten wird ein oberirdisches Fixpunktnetz gelegt. Es dient als Ausgangspunkt für das Tunnelnetz und wird mittels GPS (Global Positioning System) ermittelt. Die Höhenbestimmung dieser Punkte erfolgt mittels Nivellement durch Anschluss an das Landesnivellement. Mit Nivellement wird die Messung von Höhenunterschieden zwischen Punkten bezeichnet.

Tunnelnetz

Ausgehend vom oberirdischen Fixpunktnetz werden mit hochpräzisen Vermessungsgeräten Richtung, Höhenwinkel und Distanz zum nächsten unterirdischen Fixpunkt gemessen. Auf diese Weise arbeitet man sich von Fixpunkt zu Fixpunkt vor, angefangen beim Hauptpunkt des Grundlagenetzes bis zuvorderst an die Tunnelbrust (Ort, wo der Tunnel vorangetrieben wird). Die Höhenbestimmung erfolgt über Nivellement. Zusätzlich werden etwa alle zwei Kilometer Messungen mit einem Vermessungskreisel durchgeführt. Dieses Gerät erlaubt die direkte Messung von Azimuten (Winkel zur Nordrichtung) im Tunnel. Damit kann die Richtung des Tunnels zusätzlich überprüft werden.



Vortriebsvermessung

Bohrgerät und Tunnelbohrmaschine sind mit Messvorrichtungen ausgestattet, die sich bei jeder Neupositionierung der Maschine an den Fixpunkten des Tunnelnetzes ausrichten.



Jettingschirm als Sicherung

Ausbruchphasen und Jettingphasen (zur Festigung) wechseln sich ab. Um beim Tunnelausbruch die Stabilität im kiesigen Lockergestein sicherzustellen, wird zuerst ein Jettingschirm erstellt. Dieser besteht aus etwa 37 aneinander gereihten Jettingsäulen (Betonsäulen). Der so entstandene geschlossene Schirm sichert die Stabilität des Ausbruchquerschnitts des Tunnels im Bereich der Tunnelbrust. Im Schutze dieses Jettingschirmes erfolgt der Tunnelausbruch. Im weiteren Bauablauf wird die Ausbruchssicherung mit Spritzbeton, seitlichen Streifenfundamenten, Netzarmerung, Gitterträgern und dem Sohlgewölbe ergänzt.

Geleiseeinbau und Kontrolle

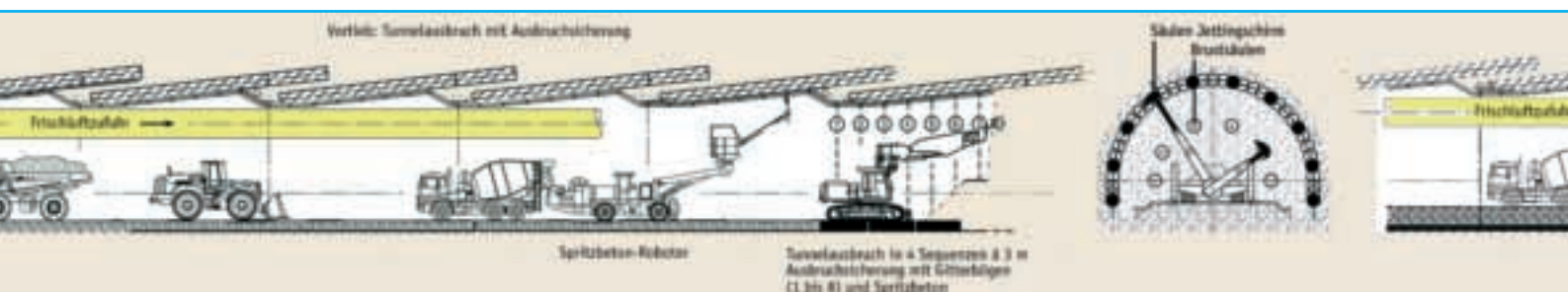
Der Geleisemesswagen liefert im Zusammenspiel mit dem motorisierten Tachymeter präzise 3D-Gleis-Achskoordinaten. Die automatische Prismaverfolgung sowie die Funkverbindung zwischen Tachymeter und Geleisemesswagen ermöglichen einen automatisierten Messablauf. Die integrierten Sensoren für die Spurweiten- und Überhöhungsmessung liefern die zusätzlichen Daten für eine präzise Gleisgeometrievermessung.

Quelle: Ingenieur-Büro Karl Zurbriggen AG, Brig



Tachymeter

Moderne Tachymeter messen die Richtung nach dem Zielvorgang und die Distanzen. Die Distanzen werden indirekt bestimmt: Man misst zum Beispiel die Laufzeit eines ausgesandten und im Zielpunkt reflektierten Lichtsignals. Man kann mit der gemessenen Laufzeit und der Lichtgeschwindigkeit das Doppelte (Hin und Her) der Distanz berechnen. Das Licht des Laserstrahls liegt oft im infraroten Bereich. Die Reflexion des Laserstrahls im Zielpunkt erfolgt entweder direkt an der Oberfläche des angemessenen Objekts oder in einem angezielten Prisma. Die Messwertbestimmung (Richtung und Distanz) erfolgt elektronisch; die Daten werden automatisch gespeichert. Theodolite messen Winkel (horizontal und vertikal), Tachymeter messen sowohl Winkel als auch Distanzen.



Beispiel des Ausbruchs eines Tunnels mit Jettingschirm zur Sicherung (Skizze F. Gertschen, Naters)

Die interaktive Seite

Teste dein Wissen, deinen Grips und dein Können!

SMS & WIN!



Simplontunnel: Erstaunliche Facts über den Tunnelbau von 1898 bis 1906!

Die Bohrmaschinen nützten beim Angriff auf das Gestein täglich 990 Bohrstifte ab. Wie viele Bohrstifte brauchten die Mineure täglich für die Handbohrungen?

A 1650 S 10 000 J 7530

Wie viele Meter pro Tag wurde der Tunnel durchschnittlich vorgetrieben?

U 3,89 m D 10,20 m I 8,38 m

Wie viele m³ Gestein wurden in 24 Stunden durchschnittlich ausgebrochen?

N 450 m³ O 166 m³ R 780 m³

Wie viele Kilogramm Dynamit wurden täglich gebraucht?

T 980 kg U 760 kg K 82 kg

Wie viel verdiente ein Mineur pro Tag?

F 70.00 Franken S 3.50 Franken L 18.70 Franken

Schicke das Lösungswort per SMS an die Nummer 079 281 01 62. So nimmst du an der Verlosung eines Leica-Distanzmessgerätes und von 10 SBB-Tageskarten teil.



Gewinner Wettbewerb Technoscope 3/05

Hauptpreis (IBM-Laptop):
Stefan Wismer, Wilen bei Wil
2. bis 4. Preis (IBM-USB/
MP3keys):
Corina Bruhin, Vito Difonzo,
Martine Jeanneret
Schmutz

Gewinner Wettbewerb Technoscope 2/05

1. bis 10. Preis (Schokolade):
Konrad Fisler, Shakti
Corthay, Alexandre Christ,
Thoma Viatte, Antoine
Linard, Luc Badoux,
Cornelia Bieri, Delia Sieber,
Robert Guery, Max
Brunner

1. Preis: 1 Distanzmessgerät von Leica
- 2.–11. Preis: SBB-Tageskarte

Die Legende der heiligen Barbara

Die Legende erzählt, dass Barbara eine schöne, kluge Tochter aus heidnischem Haus war. Während ihr Vater auf Reisen war, liess sie sich zum christlichen Glauben bekehren. Der erzürnte Vater wollte sie nach seiner Rückkehr sogleich erschlagen, doch Barbara gelang die Flucht. Auf wunderbare Weise soll sich vor ihr ein Felsversteck geöffnet haben. Von einem Hirten verraten, wurde Barbara aber doch gefangen genommen und getötet.

Die heilige Barbara gilt seit dem Mittelalter als Schutzpatronin des Bergbaus. Zum Schutz vor Unglück und Tod bei ihrer gefährlichen Arbeit zünden die Bergleute ein so genanntes Barbaralicht an. Lange Zeit durften Frauen keine Tunnelbaustellen betreten, weil man glaubte, dies bringe Unglück.



Heilige Barbara am Simplontunnel. Die gleiche Statue steht zwischen den zwei Röhren des Simplontunnels beim Südportal.

Ein Kind des Tunnelbaus: Sprengstofffabrik

Bis ins 19. Jahrhundert blieb Schwarzpulver der einzige bekannte Explosivstoff. 1895 nahm in Gamsen (Gemeinde Brig-Glis) die Société Suisse des Explosifs SA die Produktion von Dynamit für den Bau des Simplontunnels auf. Da die Fabrik nach Beendigung des Simplontunnels wieder geschlossen werden sollte, wurden alle Gebäude als Provisorien erstellt. Die Fabrik hat eine wechselvolle Geschichte. 1902 berichtete der «Briger Anzeiger» über einen Unfall bei einem Test des neuen Sprengstoffs «Gamsit», bei dem zwei Menschen umkamen. Der Bau der Lötschbergbahn sicherte den Fortbestand der Fabrik. Mehr als 100 Jahre später zählt das Unternehmen nicht nur zu den international führenden Herstellern von zivilen Sprengstoffen, sondern es hat sich auch im Umfeld der Fein- und Spezialchemie einen festen Platz erobert.

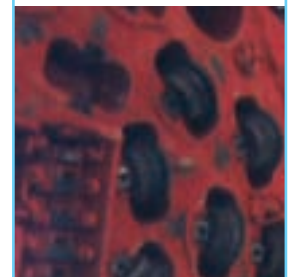


Sprengstoffnachschub mit Draisinen

Rätsel 1

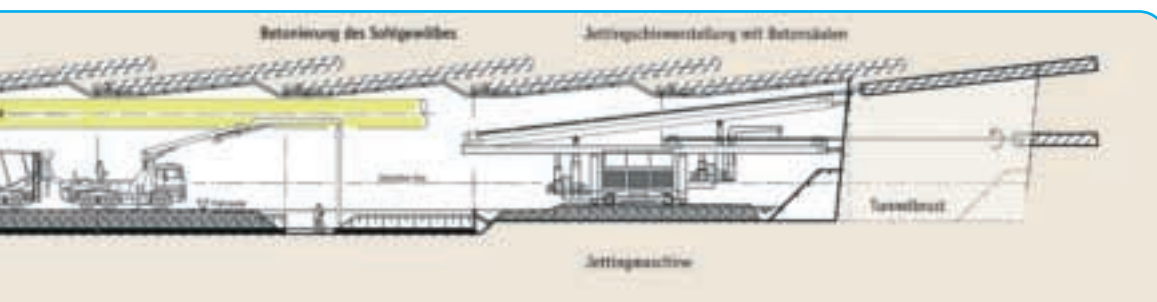
Martina will die Länge ihres Hauses messen. Das Messband hat in der Sonne gelegen und sich ausgedehnt. Wird ihre Messung zu gross oder zu klein sein?

Rätsel 2



Das mysteriöse Ding

Worum handelt es sich hier?



Jetting und Betonierung des Sohlgewölbes: Ein Beispiel für eine von mehreren Vortriebmöglichkeiten

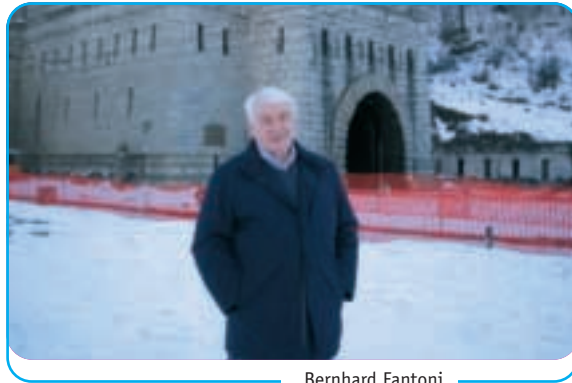
Ein Tag im Leben von Bernhard Fantoni

Bernhard Fantoni (geboren 1937) war bis vor kurzem erfolgreicher Bauunternehmer. Er hat neben vielen anderen Projekten auch Reparaturarbeiten im Simplontunnel ausgeführt. Den Bau dieses Tunnels hatte seine Mutter noch intensiv miterlebt, denn ihr Vater, Terezio Angelini, hatte als «Mineur Capo» (Sprengmeister) daran mitgearbeitet.

Begonnen hatte alles mit dem Stundenheft, den minuziösen Lohnabrechnungen des Grossvaters von Bernhard Fantoni. Persönlich hat er diesen nie gekannt. Damals starben die Menschen früher – besonders die Tunnelarbeiter und ihre Familien. Ihre Lebens- und Arbeitsbedingungen waren hart. Thyphus, Grippe und vor allem Unfälle waren an der Tagesordnung. Seine Mutter schenkte Fantoni das Stundenheft und weckte damit das Interesse an der Geschichte des Tunnelbaus. Fantoni wurde ein leidenschaftlicher Sammler. Alles, was irgendwie im Zusammenhang mit dem Simplontunnel stand, erwarb er. Heute füllen diese Sammelstücke ein Museum und sind ein wichtiges Zeitzeugnis für den Tunnelbau.

Fantonis Mutter hatte eine ganz besondere Beziehung zum Tunnel. War ihr Sohn für Reparaturarbeiten in einer der beiden Röhren unterwegs, wollte sie genau wissen, an welchem Kilometer er gerade beschäftigt war. Sie wusste noch genau, wo es damals Schwierigkeiten gab, sei es durch bröckelndes Gestein oder durch den Einfall von Wasser.

«Schwierige» Baustellen hat auch Fantoni immer gern gehabt. Er liebt Herausforderungen, die kreative Lösungen erfordern. «Um Unternehmer zu sein, muss man Mut haben und verantwortungsbewusst auch Risiken eingehen», erklärt er.



Bernhard Fantoni

Sein Handwerk hatte er von Grund auf gelernt, zuerst als Tiefbauzeichner, dann als Maurer, als Polier und schliesslich als diplomierter Baumeister. Während der Hochwasserkatastrophe 1993 übernahm er eine führende Rolle im Kampf gegen das Wasser und den Schlamm.

Auch nach der Pensionierung gibt es keine typischen Tagesabläufe im Leben Fantonis. Vielleicht ist das sogar ein Geheimnis seines Erfolgs: Er war immer bereit, Herausforderungen flexibel und dynamisch anzugehen, Probleme effizient und verantwortungsbewusst zu lösen und fand in der Familie, im Sport (Tennis) und in der Musik Ausgleich.

Fantoni fasst zusammen: «Eine gute Ausbildung ist wichtig, und Sprachen muss man einfach können. Als Unternehmer braucht es Liebe zum Detail, genauso wie Mut, innovative Ideen und Verantwortungsgefühl. Es darf nicht darum gehen, schnelles Geld zu machen. Ich bin stolz darauf, dass wir in 35 Jahren keinen einzigen tödlichen Unfall hatten!»



Stundenheft von Fantonis Grossvater

Berufliche Laufbahn

- 1956 Lehrabschluss Tiefbauzeichner
- 1960 Lehrabschluss Maurer
- 1962 Polier
- 1964 Dipl. Bauführer
- 1970 Eidg. dipl. Baumeister
- 1986 Fachexperte bei den eidg. Baumeister-Prüfungen
- 1971 Gründung eines eigenen Bauunternehmens
- 2005 Pensionierung

AHA

Was haben Dynamit und Herzmedikamente gemeinsam?

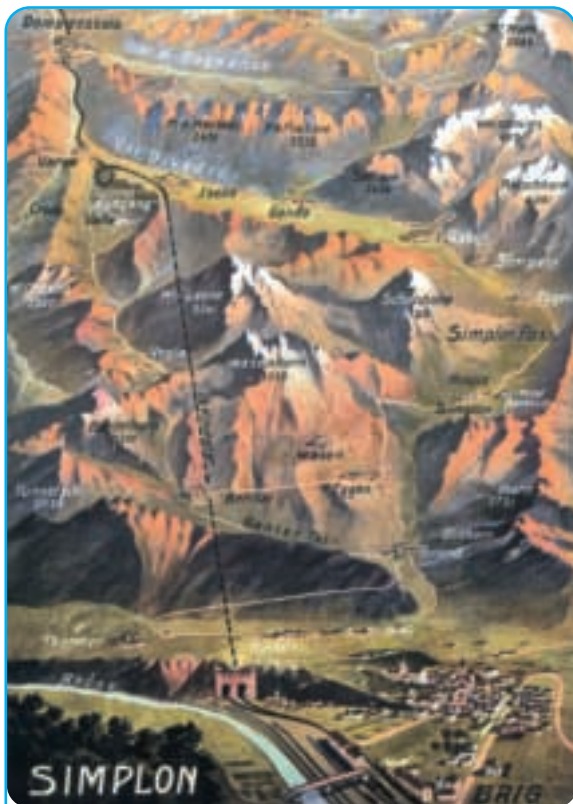
Die grosse Sprengwirkung von Nitroglycerin (auch Sprengöl genannt) beruht auf der Bildung gasförmiger Zersetzungsprodukte und der damit verbundenen plötzlichen Volumenzunahme. Dieser Sprengstoff explodiert bereits bei leichten Schlägen oder Temperaturerhöhungen.

Alfred Nobel mischte das Sprengöl mit Kieselgur. Das poröse Kieselmehl saugt das Sprengöl wie ein Schwamm auf. Damit war das stossunempfindliche Dynamit geboren.

In der Medizin wird Nitroglycerin wegen seiner gefässerweiternden Wirkung als Mittel bei Herzkrankheiten eingesetzt. Alfred Nobel, der selbst unter der Herzkrankheit Angina Pectoris litt, wurde eine Behandlung mit Nitroglycerin vorgeschlagen.

Nobel verkaufte Dynamit weltweit. Er investierte einerseits in die Waffenindustrie, andererseits setzte er sich für den Weltfrieden ein. Er hat den begehrten Nobelpreis gestiftet.





Die beiden Tunnelröhren führen fadengerade unter dem Wasenhorn und dem Mt. Leone durch.

Erlebnispfad «Bahn - Natur - Kunst»

Der Erlebnispfad beginnt und endet beim Bahnhof Brig. 50 Tafeln informieren über Eisenbahn und Simplontunnel, 24 Tafeln vermitteln Wissenswertes über die Natur. Der Pfad ist von März bis Oktober begehbar und mit braunen Wegweisern «Erlebnispfad Bahn - Natur - Kunst» signalisiert. Die Wanderzeit beträgt etwa 3 Stunden. Der Erlebnispfad ist leicht begehbar, gutes Schuhwerk ist aber empfehlenswert. Informationen unter www.bitsch.ch.

Die längsten Verkehrstunnels der Welt

Der Gotthard-Basistunnel

2014 soll er fertig sein. Mit 57 km Länge ist er dann der längste Eisenbahntunnel der Welt.

Der Lötschberg-Basistunnel

Voraussichtlich ab 2007 in Betrieb. Länge: 34,6 km

Name	Art	Land	Länge (km)
Seikan	Eisenbahn	Japan	53,850
Eurotunnel	Eisenbahn	Frankreich/GB	49,940
Dai-Shimizu	Eisenbahn	Japan	22,186
Simplon	Eisenbahn	Schweiz/Italien	19,824
Shin-Kanmon	Eisenbahn	Japan	18,680
Apennin	Eisenbahn	Italien	18,507
St. Gotthard	Strasse	Schweiz	16,320
Nakayama	Eisenbahn	Japan	14,700
Lötschberg	Eisenbahn	Schweiz	14,610

Durch den Simplontunnel verkehrte bis 1977 der legendäre Simplon-Orient-Express.

Lötschbergtunnel: Info-Center Mitholz

Öffnungszeiten: Täglich von 13:00 – 18:00

Das Info-Center schliesst Ende Juni 2006 definitiv seine Türen. Auskunft: Telefon 033 672 76 70

www.blsalptransit.ch/dt/infozenter/infozenter_mitholz.htm

Simplon-Museum

Sammlung Fantoni: Historische Fotos und Zeugen aus der Zeit des Simplontunnelbaus geben einen Einblick in den Bau des Simplontunnels und der Simplonstrasse.

Öffnungszeiten (Dienstag bis Sonntag):

10:00 – 12:00 und 14:00 – 17:00. Info: www.brig.ch

ECOMUSEUM in Simplon Dorf

Schwerpunkte der Ausstellung sind verschiedene Aspekte der Passgeschichte, Auswirkung des Passverkehrs auf die Region Simplon und die Geschichte des Goldbergwerks von Gondo-Zwischbergen.

Öffnungszeiten

1.06. – 15.06.: Mittwoch – Sonntag

16.06. – 15.08.: alle Tage

16.08. – 30.10.: Mittwoch – Sonntag

jeweils 13:00 – 17:00

Für Gruppen und Schulklassen auf Anfrage auch ausserhalb der normalen Öffnungszeiten

Informationen: Tel. 027 978 80 80

<http://mypage.bluewin.ch/stockalperweg/ecomuseum.htm>

Modell des Simplontunnels im Deutschen Museum in München

Die Ausstellung zeigt die Tunnelbauweisen in Modellen und in natürlicher Grösse sowie die wichtigen Bohrmaschinen und -werkzeuge mit Originalstücken; die Abstützungsverfahren einst und jetzt können in ihrer natürlichen Grösse verglichen werden. www.deutsches-museum.de/ausstell/dauer/tunnel/tunnel.htm

Links

www.wandersite.ch/Stockalperweg.html

Die Gegend um den Simplon erwandern

map.search.ch/Simplon.de.html

Interaktive Landkarte des Simplon

www.geomatik.ch

www.ingch.ch

www.maturandeninfo.ethz.ch

Informationen über Berufe rund um den Tunnelbau

www.blsalptransit.ch

Links zur NEAT

Lösung der Rätsel von S. 4

Rätsel 1: Zu klein! Teste es selbst mit einem Gummiband. Darauf markierst du 1 cm, 2 cm, 3 cm usw. Nun misst du ein Objekt. Dann dehnt du das Band aus und misst nochmals.

Rätsel 2: Diese Tunnelvortriebsmaschine wird zum Ab-



bröckeln von Gestein an der Tunnelbrust eingesetzt.

Hinweise

Die SATW hat Übersichtstabellen über Akteure, Publikationen und Tätigkeiten im Bereich Technik und Gesellschaft erarbeitet. Auf www.satw.ch/taetigkeiten/jugendtechnik können sie heruntergeladen werden.

SporTech – Technikeinsatz in Radsport und Leichtathletik. Mittwoch, 22. März 2006, 13:15 – 17:30. Das Centre Athlétisme Romand in Aigle lädt Jugendliche an einem Mittwochnachmittag zur Begegnung zwischen der Sport- und der Technikwelt ein. Anmeldung: Patrick Buchs, Tel. 079 351 67 01

Bis im Oktober 2006 wird die Ausstellung zu den Ingenieur-Berufswelten im Verkehrshaus in Luzern präsent sein und soll besonders junge Menschen in der Berufs- und Studienwahlphase ansprechen. Infos: www.verkehrshaus.ch (Schuldienst) und www.ingch.ch.

Wir danken:



SBB CFF FFS

Impressum

www.satw.ch/technoscope

Kontakt

redaktion.technoscope@satw.ch

Konzept und Redaktion

Regula Zellweger, www.rz-kommunikation.ch

Redaktionelle Mitarbeit

Elisabeth McGarrity, SATW, Brig
Giovanni Zamboni, SATW, Lugano

Fachliche Betreuung dieser Nummer

Elisabeth McGarrity, SATW, Brig

Gestaltung

VISUM visuelle umrisse gmbh, Bern, www.visum-design.ch

Druck

Egger AG, Frutigen

Abonnement und Nachbestellungen

info@satw.ch
Schweizerische Akademie der Technischen Wissenschaften
Postfach, 8023 Zürich
Telefon 044 226 50 11
Fax 044 226 50 19