

Stollenvortrieb und Kavernenausbruch für Kraftwerksanlage Nant de Drance im Wallis/CH

Zur verstärkten Nutzung des noch vorhandenen Wasserkraftpotenzials für die Stromversorgung sind in der Schweiz mehrere Großprojekte im Bau. Dabei gelangt die Pumpspeichertechnik zur Anwendung, was ausgedehnte unterirdische Stollen- und Kavernenbauten bedingt. Eines dieser Projekte ist die Anlage Nant de Drance im Wallis/CH. Dafür steht unter den beiden bestehenden Stauseen von Emosson ein Tunnel-, Stollen-, Schacht- und Kavernensystem von insgesamt rd. 15 km Länge im Bau.

Mit Investitionen von rd. 1,8 Mrd. CHF (1,2 Mrd. Euro) ist im Einzugsgebiet der beiden seit 1955 bzw. 1975 in Betrieb stehenden Stauseen von Emosson das neue Pumpspeicherwerk Nant de Drance im Bau. Die Anlagen des größtenteils unterirdisch erstellten Zubaus nutzen das Gefälle von 255 bis 390 m zwischen dem neu um

Curt M. Mayer, Baufachjournalist, Langnau am Albis/CH

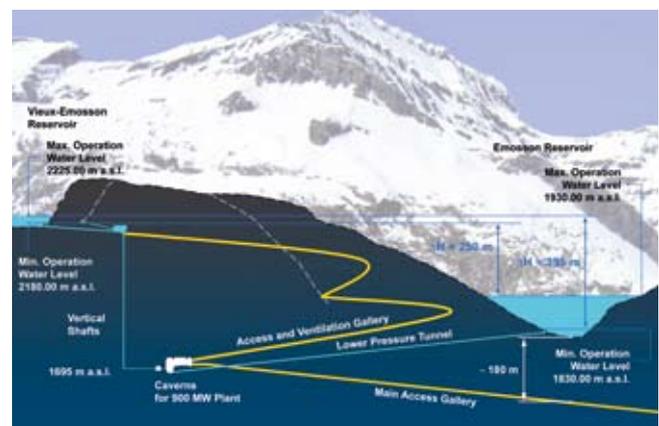
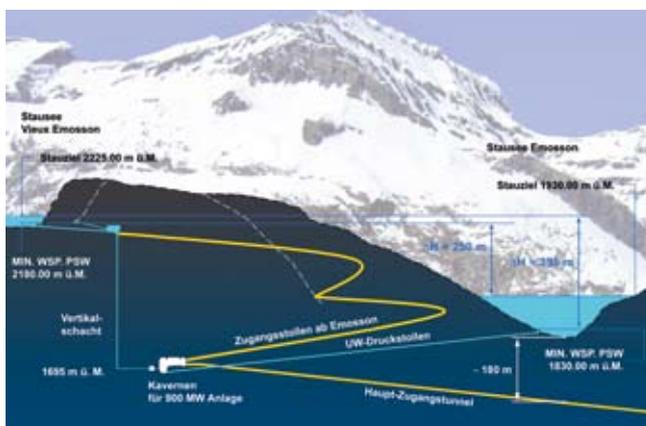
20 m erhöhten Speicher Vieux Emosson (2.225 m ü.M.) und dem Stausee Emosson (1.930 m ü.M.) zur Produktion von Spitzenenergie. Nachdem gemäß der ursprünglichen Planung das Projekt mit 4 Pumpturbinen à 150 MW und einer Leistung von 600 MW vorgesehen wor-

Driving Galleries and Excavating Caverns for the Nant de Drance Power Station in Valais/CH

To make greater use of the still existing hydro power potential for supplying energy various major projects are being tackled in Switzerland. Towards this end pump storage technology is being applied, which calls for extensive underground systems of galleries and caverns. One of these projects is the Nant de Drance plant in Valais/CH. For this purpose a system of tunnels, galleries, shafts and caverns totalling some 15 km in length is under construction beneath the 2 existing dams at Emosson.

With investments of some 1.8 b. CHF (1.2 b. euros) the new Nant de Drance pump storage station is being built within the catchment area beneath the 2 dams at Emosson, operational since 1955 and 1975 respectively. The plants of the added facility, most of which are being produ-

ced underground take advantage of the gradient of 255 and 390 m between the new Vieux Emosson elevated by some 20 m (2,225 m ASL) and the Emosson dam (1,930 m ASL) to generate peak energy. Originally the project was planned to possess 4 pump turbines each of 150 MW producing 600 MW, it was decided to add to pump turbines to



Querschnitt des größtenteils unterirdischen Zubaus für das Projekt des Pumpspeicherwerks Nant de Drance. Unter den beiden bestehenden Speichern sind ein Hauptzugangstunnel, Maschinen- und Trafokaverne sowie zwei parallele Triebwasserwege mit gepanzerten Druckschächten zu erstellen

Cross-section of the mainly underground extension for the Nant de Drance pump storage plant project. A main access tunnel, machine and transformer caverns as well as 2 parallel headraces with armoured pressure shafts have to be built beneath the existing reservoirs

Photos: Nant de Drance, Marti, CM



Übersicht über den Installationsplatz für das neue Wasserkraftwerk Nant de Drance im Wallis/CH zwischen Martigny und Chamonix/F. Mit einem 5,6 km langen, im Vortrieb befindlichen Tunnel wird der Zugang zu den Maschinenkavernen erfolgen

Overview of the installation yard for the new Nant de Drance hydro power station in Valais/CH between Martigny and Chamonix/F. Access to the machine caverns will be gained through a 5.6 km long tunnel in the process of excavation

den war, erfolgt nun eine Aufstockung um 2 Pumperturbinen auf eine Leistung von 900 MW. Das setzt bei der Detailplanung durch die mit der Projektierung und Bauleitung betrauten AF-Consult Switzerland AG eine hohe Anpassungsfähigkeit voraus, wie Gesamtprojektleiter Thomas Ihly, dipl. Bauing. ETH Lausanne, im Gespräch erläutert. Das gilt auch für die seit 2008 laufenden Bauarbeiten.

Standort der neuen Anlagen ist das Gebiet der Gemeinde Finhaut zwischen Martigny und Chamonix in unmittelbarer Nähe zu Frankreich.

Der Zugang erfolgt von Le Châtelard direkt neben dem bestehenden SBB-Kraftwerk aus über einen 5,6 km langen Stollen. Dieser führt direkt unter der Trasse der Schmalspurbahnlinie Martigny - Chamonix hindurch.

Neue Kraftwerkskavernen sind das Herz der Anlage

Bei diesem gewaltigen Kraftwerksprojekt werden die wesentlichen Anlagenelemente unterirdisch angelegt. Daher wird das Landschaftsbild in dieser reizvollen Gebirgsgegend der Alpen kaum beeinträchtigt. Dem Untertagebau für die Zugangstunnel, Druckschächte und Kavernen kommt eine Schlüsselfunktion zu. Die Hauptkaverne dürfte mit einer Länge von 183 m, einer Höhe von 52 m und einer Breite von 32 m eines der größten derartigen Bauwerke weltweit darstellen. Die Ausbruchkubatur erreicht 230 000 m³, die Felsüberdeckung beträgt rd. 600 m.

In dieser aus dem Fels gebrochenen Turbinenzentrale werden 6 Francis-Pumpturbinen vom Typ Vario-Speed ein-

generate 900 MW. This calls for a great deal of adaptability on the part of AF-Consult Switzerland AG as the general project manager Thomas Ihly, dipl. Bauing. ETH Lausanne explained. This also applies to the construction operations that have been progressing since 2008.

The new plants are located in the area of the municipality of Finhaut between Martigny and Chamonix close to the French border. Access is provided from Le Châtelard immediately alongside the existing SBB power station via a 5.6 km long gallery. This leads directly below the route of the Martigny - Chamonix narrow-gauge railway.

New Power Station Caverns represent the Heart of the Facility

The essential elements of this gigantic power station scheme are

located underground. As a consequence the landscape panorama of this appealing mountain district in the Alps will remain virtually untouched. The underground engineering for the access tunnel, pressure shafts and caverns is accorded a key function. The main cavern with a length of 183 m, 52 m high and 32 m wide must be one of the biggest structures of its kind in the world. The excavated volume amounts to 230,000 m³, the rock overburden around 600 m.

In this turbine plant excavated from the rock 6 Francis pump turbines – Type Vario Speed – are being installed. Each of them generates 150 MW and altogether provide an 84 % rate of efficiency. Apart from the machine cavern a further major excavation is the transformer cavern with the dimensions 140 m long, 18 m



Zur Erschließung des Bauinstallationsplatzes für den Hauptangriff war vorgängig ein Vortunnel von der Verbindungsstraße aus zu erstellen

A tunnel had to be driven in advance from the connecting road prior to developing the installation yard for the main point of attack

gebaut. Diese erbringen eine Leistung von je 150 MW und erreichen zusammen einen Wirkungsgrad von 84 %. Zu dieser Maschinenkaverne kommt als weiteres Großausbruchvorhaben die Transformerkaverne mit den Abmessungen 140 m Länge, 18 m Breite und 15 m Höhe hinzu. Ferner 2 Oberwasser-Druckstollen von 200 m Länge und 7,7 m Innendurchmesser sowie 2 betonverkleidete Vertikalschächte von 440 m Tiefe mit 7,0 m Innendurchmesser. Zudem 2 rd. 60 m lange Stahl-Panzerrohre von 5,5 m Innendurchmesser mit Verteilleitungen von je 3,2 m Innendurchmesser. Unterwasserseitig schließen sich 2 Beton-Druckleitungen von 1.200 m Länge und wiederum 7,7 m Durchmesser an die unterwasserseitig vorgesehene 80 m lange stahlgepanzerte Druckleitung an.

Hauptzugangstunnel mit TBM-Vortrieb

Infolge der größtenteils Untertage-Situierung der Kraftwerk-Schlüsselkomponenten ist zu deren Zugang ein umfassendes System von Tunneln, Stollen und Schieberkammern auszuführen. Dabei kommt für den 5,6 km langen und etwas mehr als 11 % geneigten Hauptzugangstunnel eine Hartgesteins-TBM zum Einsatz, während für die beiden 1,7 bzw. 2,1 km langen zusätzlichen Zugangstollen sowie für die übrigen Schächte und die Kavernen das konventionelle Bohr- und Sprengverfahren eingesetzt wird.

Geologische Verhältnisse

Aufgrund der vorgängigen geologischen Erkundung ist für die Untertagebauwerke mit guten felsmechanischen

wide and 15 m high. There are also 2 upperwater pressure galleries each 200 m long with 7.7 m internal diameter as well as two 440 m deep concrete-lined vertical shafts with an internal diameter of 7.0 m. Furthermore there are two roughly 60 m long

steel armoured pipes with 5.5 m internal diameter with distribution lines each with 3.2 m internal diameter. Underwater 2 concrete pressure lines each 1200 m long also with 7.7 m internal diameter connect up to the 80 m long steel armoured pressure line.

Main Access Tunnel with TBM Drive

Owing to the fact that the bulk of the power station key components are sited underground an extensive system of tunnels, galleries and chambers must be executed to access them. Towards this end a hard rock TBM is used for the 5.6 km long main access tunnel with an incline in excess of 11 % whereas conventional drill+blast is applied for the two 1.7 and 2.1 km long additional access galleries as well as for the other shafts and the caverns.

Geological Conditions

Good rock mechanical conditions were predicted for the underground structures on the basis of advance geological exploration. While driving the



Der gesicherte Portalbereich unmittelbar unter einer Schmalspurbahnlinie für den 5,6 km langen Hauptzugangstunnel, der mit einer TBM von 9,45 m Durchmesser aufgeföhren wird

The secured portal zone directly under a narrow-gauge railway for the 5.6 km long main access tunnel, which is being driven by a 9.45 m diameter TBM

Verhältnissen gerechnet worden. Im Vortriebsbereich des Hauptzugangstunnels waren auf den ersten 180 m vom Portal in Châtelard aus Permokarbon und Sandstein anzutreffen, dann folgten auf 340 m Länge Mylonite/Kataklasite. Für den folgenden Vortrieb wurde auf 1.040 m im Massiv der Aiguilles Rouges Granit erwartet, auf gut 700 m Migmatistische Gneise, auf fast 2.500 m Orthogneis und auf 965 m Metagrauwacke vorausgesagt. Diese Gesteine sind für den Vortrieb als gut bis sehr gut eingeschätzt worden, mit Ausnahme der heterogenen Schieferschichten.

Tatsächlich hatte der TBM-Vortrieb zwischen Tunnelmeter 1.600 und 2.000 eine Störzone mit größeren Verwerfungen zu durchqueren, was zu einer Bauverzögerung geführt hat. Diese Störung ist nun überwunden und die TBM hatte im August 2011 Tunnelmeter 2240 erreicht. Da der Tunnel in weniger als 200 m unter dem Speicher Emosson verläuft und die auftretende Störzone direkt den Flankenbereich der Bogenstaumauer entwässern könnte, muss bei deren Durchqueren ein besonderes Augenmerk auf allfällig mögliche Wasserzutritte gelegt werden. Darüber berichteten Markus Weh und François Bertholet von der Marti Tunnelbau AG an einer Tunnelfachtagung der ETH Zürich. Dies bedeutet, dass die gesamte Zone mit Preventerbohrungen voraus erkundet werden muss. Werden bedeutende Wasserzutritte angetroffen, muss das Gestein vor der Ortsbrust mittels Injektionen abgedichtet werden. Für die Seeunterquerung, für die Annäherung an den Kavernenbereich und

für die Durchquerung anderer Störzonen ist vorgesehen, das Gestein mittels destruktiver Bohrungen ohne Preventer voraus zu erkunden.

Bauhauptlos und Materialbewirtschaftung

Die Hauptbauarbeiten, welche dem Bieterkonsortium Groupement Marti/Implenia (GMI) zugesprochen worden sind, haben im Herbst 2008 mit dem Aushub und der Sicherung des Voreinschnittes für den Hauptzugangstunnel begonnen. Das Auftragsvolumen für das Konsortium GMI umfasst den Hauptzugangstollen von 5.600 m Länge mit 70 m² Querschnittsfläche, das Stollensystem Emosson von 4.300 m Länge mit 45 bis 50 m² Querschnittsfläche, die Triebwasserwege von 3.300 m Länge mit 47 m² Querschnittsfläche sowie 2 Fallschächten von 440 m Höhe mit 38 m² Querschnittsfläche, ferner als Hauptbauteile die Maschinen- und Trafokavernen. Hinzu kommen Injektionen und Verfestigungen sowie Rohbau- und Innenausbauarbeiten.

Zum GMI-Auftrag gehören auch die Materialaufbereitung für Betonkies sowie die Endablagung des Ausbruchmaterials. Das gesamte Ausbruchvolumen für den Bau dieses Energieprojektes erreicht die Größenordnung von über 1,5 Mio. m³. Davon können 20 % für die Betonherstellung wieder verwendet werden, der Großteil des Ausbruchmaterials wird in der Deponie Châtelard endgültig gelagert und dabei möglichst gut ins Landschaftsbild integriert. Eine zweite Ablagerungsstätte für eine Kubatur von rd. 400.000 m³ befindet sich auf rd. 2.000 m ü.M. am Rande des Stausees.

main access tunnel permo carboniferous and sandstone were forecast over the first 180 m from the portal in Châtelard, followed by mylonites/cataclasites over a distance of 340 m. Granite was expected over 1,040 m in the Aiguilles Rouges massif, then migmatic gneisses for 700 m, orthogneiss for almost 2,500 m and meta grauacke over 965 m. These rocks are appraised as being good to very good for driving with the exception of the heterogeneous slate layers.

In actual fact the TBM drive had encountered a fault zone with large displacements between tunnel metres 1,600 and 2,000, leading to a delay in construction. This fault has now been overcome and in August

2011 the TBM reached tunnel metre 2,240. As the tunnel runs less than 200 m beneath the Emosson reservoir and the prevailing fault zone could drain off directly to the flanking area of the arch dam, special attention has to be paid to all possible water inbursts while it is being penetrated. Markus Weh and Francois Bertholet from the Marti Tunnelbau AG reported on this at an ETH Zurich congress. This means that the entire zone has first to be explored with preventer drill-holes. Should significant ingressing water be encountered then the rock in front of the face must be sealed by grouting. For passing beneath the reservoir, approaching the cavern area and penetrating other fault zones it is

www.hbi.ch

Wir sind international tätige Planer für

- **Tunnellüftungen**
- **Immissionsberechnungen und -gutachten**
- **Aerodynamik und Thermodynamik von Tunnelsystemen**
- **Sicherheits-, Flucht- und Rettungskonzepte**
- **Mechanische Ausrüstung**

Unsere Leistungen umfassen:

- *Strassen-, Bahn- und U-Bahntunnel*
- *Beratung, Expertisen und Studien*
- *Planung, Projektierung und Realisierung*
- *Bauleitung und Messungen*
- *Abnahmetests und Brandversuche*

Von Vorstudien bis zu detaillierten Dimensionierungen und von Ausschreibungen bis zur Inbetriebnahme sind wir der richtige Ansprechpartner.



«Weltweit erfolgreiche Planung und Beratung bei über 600 Tunnellüftungen seit 1963»

HBI HAERTER AG BERATENDE INGENIEURE
 Stockerstrasse 12 CH-8002 Zürich Schweiz
 Tel. +41 (0)44 289 39 00 E-Mail: info.zh@hbi.ch
 Fax +41 (0)44 289 39 99 Web: www.hbi.ch
 Schweiz: Zürich, Bern / Deutschland: Heidenheim



Für den Vortrieb des 5,6 km langen Hauptzugangstunnels im um gut 11 % steigenden Vortrieb wird eine modifizierte TBM von Herrenknecht eingesetzt, welche sich bereits in einem Los des Lötschberg-Basistunnels bewährt hatte

A modified TBM is being used for driving the 5.6 km long main access tunnel with a gradient rising by at least 11 %. The TBM already proved itself on a section of the Lötschberg Base Tunnel

Bewährte Herrenknecht-TBM modifiziert

Für den Vortrieb des Zugangstunnels von 5.600 m Länge wird vom Konsortium Marti/Implenia eine Tunnelbohrmaschine von 9,45 m Durchmesser eingesetzt. Dieser führt im Portalbereich im Abstand von etwa 3 m unter der Bahnlinie durch und liegt in einer Lockergesteinszone aus Hangschutt und Bergsturzmaterial. Zu berücksichtigen war, dass für den Aufbau der TBM am Portal nur wenig Platz zur Verfügung stand.

Bei der eingesetzten Hartgesteins-TBM von Herrenknecht handelt es sich um eine jener Tunnelbohrmaschinen, die schon am Lötschberg-Basis-

tunnel im Einsatz waren. Die notwendigen Umbauten im L1-Bereich und der Neubau des Nachläufers einschließlich der Bandanlage wurden nach Angaben von Weh und Bertholet von der Marti Technik AG ausgeführt.

Es galt dabei, die TBM an die spezifischen Projektbedingungen anzupassen, wie Steigung 12 %, enge Kurvenradien von 500 m sowie destruktive Vorausbohrungen mit und ohne Preventer. Falls an kritischen Stellen Wasser erkundet wird, muss das Tunnelumfeld mittels Injektionen abgedichtet werden können. Gemäß dieser Vorgaben weist die TBM die in Tabelle 1 aufgeführten Kennwerte auf.

intended to investigate the rock in advance by means of destructive drilling without preventer.

Main Construction Section and Material Management

The main construction work, which has been awarded the bidding consortium Groupement Marti/Implenia (GMI), began in autumn 2008 with the excavation and supporting of the pre-cut for the main access tunnel. The contract volume for the GMI consortium embraces the main access tunnel, which is 5,600 m long with a cross-sectional area of 70 m², the Emosson gallery system – 4,300 m in length with 45 to 50 m² cross-sectional area, the

headraces with a length of 3,300 m and 47 m² cross-sectional area as well as 2 drop shafts – 440 m in height with 38 m² cross-sectional area along with the machine and transformer caverns as major components. In addition grouting and fixing operations as well as roughwork and interior lining jobs are involved.

The GMI was also commissioned to prepare material for concrete gravel as well as to provide final storage for the excavated material. The total excavated volume for building this energy scheme exceeds 1.5 m³. Of this amount 20 % can be utilised for concrete production, the bulk of the excavated material is deposited in the Châtelard dump and integrated into the landscape as well as possible. A second repository capable of holding some 400,000 m³ is located at a height of roughly 2,000 m ASL on the fringe of the reservoir.

Tried-and-tested Herrenknecht TBM modified

A 9.45 m diameter tunnel boring machine is being used by the Marti/Implenia consortium for driving the access tunnel. In the portal zone it runs below the railway line at a distance of some 3 m and is located in a soft ground zone comprising scree and rock-fall material. Consideration had to be given to the fact that there was little space available for setting up the TBM at the portal.

The hard rock Herrenknecht TBM that was applied is one of

Bohrdurchmesser mit neuen Meisseln	[m]	9,45
17" Meissel, gesamthaft	[Stck]	61
Max. Anpressdruck	[kN]	18.000
Max. Drehmoment (bei max. Drehzahl)	[kNm]	5.570
Umdrehungen	[rpm]	0 bis 6
Motorenleistung	[kW]	10 x 350

Tabelle 1: Kennwerte der TBM

Boring diameter with new bits	[m]	9,45
17" bits, total	[number]	61
Max. contact pressure	[kN]	18,000
Max. torque (given max. speed)	[kNm]	5,570
Rpm	[rpm]	0 to 6
Motor output	[kW]	10 x 350

Table 1: TBM Parameters

Konzept für L1 und Nachläufer

Im Vergleich zum Lötschberg-Basistunnel wurden die Plattformen im L1-Bereich massiv verlängert, wie dem Tagungsbericht von Bertholet und Weh weiter entnommen werden kann. Das Netzversetzgerät und ebenfalls die Kabinen der beiden Bohrlafetten wurden weggelassen. Das Sondierbohrgerät ist mittig über dem Gripper so angeordnet, dass der Transportschlitten darüber hinweg fahren kann. Im vorderen Teil der Plattform ist ebenfalls mittig der Spritzbetonroboter angeordnet. Die Ankerbohrgeräte im L1 befinden sich zwischen Fingerschild und Plattform und können das



Mit der TBM mit einem Bohrkopfdurchmesser von 9,45 m konnten mit einer Drehzahl von 6 U/min gearbeitet und ein Vortriebsfortschritt von 12 bis 15 m erzielt werden

Work with the 9.45 m diameter TBM progressed at a speed of 6 rpm with a rate of advance of 12 to 15 m attained



**Waldemar Scherer,
Project Manager and
Christian Wagner, Foreman**
Schleith GmbH
Rheinfelden, Germany



"We are in good hands with PERI and the cooperation has been exemplary. With the VARIOKIT formwork carriage, we could achieve the planned weekly cycle with a 5-day week."



Murg Tunnel
Bad Säckingen, Germany

**Cost-effective VARIOKIT solutions
with standardised components**

PERI®

**Formwork
Scaffolding
Engineering**

www.peri.com

Gesamtinvestitionen inkl. Bauzinsen	[Mrd. CHF] [Mrd. EUR]	1,8 1,2
Bausumme	[Mio. CHF] [Mio. EUR]	600 400
Bauherr		Nant de Drance SA, Finhaut (Kanton Wallis)
Ausbruchvolumen	[Mio. m ³]	1,5
Betonvolumen	[m ³]	320.000
Bauzeit		2008 bis 2018

Tabelle 2: Schlüsselzahlen

gesamte Tunnelprofil abdecken. Die Anker und die Netze werden von der Plattform aus versetzt. Das Injektionsbohrgerät wird zusammen mit dem oberen Teil des Ringbohrgeräteträgers erst zu dem Zeitpunkt montiert, zu dem es eingesetzt werden muss. Nötige Injektionsbohrungen in der Sohle werden mit einem einarmigen Bohrjumbo ausgeführt. Im L1-Bereich werden in den am meisten zu erwartenden Profiltypen Swellex-Anker versetzt. Im L2-Bereich sind 2 weitere Bohrgeräte angeordnet, mit denen die Löcher für Mörtelanker, die permanente Tunnelnestsicherung, gebohrt werden. Direkt im Fingerschild befindet sich ein Bogenversetzgerät. Die Stahlbogen werden mit einem Transportschlitten über das Sondierbohrgerät und den

Spritzbetonroboter hinweg nach vorne gebracht.

Der Nachläufer ist 148 m lang, besteht aus insgesamt 6 Teilen und musste am Portal auf Grund der beschränkten Platzverhältnisse seitlich vormontiert, stückweise eingehoben und vorgeschoben werden. Weil die Sohle erst hinter dem Nachläufer eingebaut wird, fahren Versorgungsfahrzeuge über die Ausbruchsohle in den Nachläufer. Die Nachläufer selber fahren auf Vorlegestößen. Sämtliche Geräte, auf denen Flüssigkeiten umgeschlagen oder verarbeitet werden, mussten in ihrer horizontalen Ausrichtung an die Tunnelneigung von 12 % angepasst werden. Das Ausbruchmaterial wird auf dem letzten Nachläufer auf das Tunnelband übergeben (Tabelle 2). 



Für die Endablagerung von 1,2 Mio. m³ Ausbruchmaterial steht eine Geländevertiefung zur Verfügung. Der Transport erfolgt über eine Bandanlage mit einer um 580 m fallenden Förderung und direkt vom Stollenportal aus mit einer schwenkbaren Schüttnanlage von Marti Technik

A ground depression is available for final disposal of 1.2 m³ of excavated material. Transport is effected via a belt conveyor descending over 580 m and directly from the gallery portal using a swivelling dumping unit from Marti Technik

Total investment incl. interest	[b. CHF] [b. euros]	1.8 1.2
Construction sum	[b. CHF] [b. euros]	600 400
Client		Nant de Drance SA, Finhaut (Canton Valais)
Excavated volume	[m. m ³]	1.5
Concrete volume	[m ³]	320,000
Construction time		2008 till 2018

Table 2: Key Figures

the tunnel boring machines used for the Lötschberg Base Tunnel. According to Weh and Bertholet the Marti Technik AG carried out the necessary modifications in the L1 sector and constructing a new trailer including the belt conveyor.

The objective was to adapt the TBM to the specific project conditions including 12 % gradient, narrow 500 m curve radii as well as destructive advance drillings with and without preventer. The tunnel zone has to be sealed by grouting should water be discovered at critical points. The TBM possesses the parameters contained in Table 1 in accordance with these specifications.

Concept for L1 and Trailer

Compared to the Lötschberg Base Tunnel the platforms in the L1 section were greatly extended as can be gleaned from the congress report presented by Bertholet and Weh. The mesh grouting drilling unit together with the upper part of the ring drilling unit carrier is first assembled when it is required. Drillholes for grouting in the floor are executed by a single-armed jumbo. Swellex anchors are placed in the types of profile most expected in the L1 sector. Two further drilling units are arranged in the L2 sector with which the holes for mortar anchors, the permanent tunnel support, are drilled. An arch setting units is located directly within the finger shield. The steel arches are transported forwards by means of a cradle over the exploratory drilling unit and shotcrete robot.

capable of covering the entire tunnel profile. The anchors and the meshing are placed from the platform. The grouting drilling unit together with the upper part of the ring drilling unit carrier is first assembled when it is required. Drillholes for grouting in the floor are executed by a single-armed jumbo. Swellex anchors are placed in the types of profile most expected in the L1 sector. Two further drilling units are arranged in the L2 sector with which the holes for mortar anchors, the permanent tunnel support, are drilled. An arch setting units is located directly within the finger shield. The steel arches are transported forwards by means of a cradle over the exploratory drilling unit and shotcrete robot.

The trailer is 148 m long consisting of a total of 6 elements, requiring it to be preassembled from the side at the portal on account of constricted space conditions, lifted into position piece by piece and thrust forward. As the invert is first installed behind the trailer, supply vehicles run over the excavated base to the trailer. The back-ups run on a set of rails. All appliances, which carry or process liquids, had to be adjusted to the 12 % tunnel gradient. The excavated material is passed on to the tunnel conveyor system from the last back-up (Table 2). 

DIE NEUEN tunnel-FOREN:
DESIGN, KONZEPTE UND TRENDS

KÖLN, 18.10.2011 | HAMBURG, 20.10.2011

tunnel
STUVA

VERKEHRSSICHERHEIT UND VERKEHRSFLOSS

JETZT ANMELDEN:
tunnel-online.info/forum

Unter dem Leitgedanken „Design-Aspekte bei Verkehrs-Tunneln“ startet tunnel gemeinsam mit der STUVA eine exklusive Forenreihe. Zum Auftakt des „Deutschen tunnel-FORUM“ diskutieren renommierte Referenten über aktuelle Konzepte und Visionen zu den Themen Verkehrssicherheit und Verkehrsfluss. Ein ganzer Tag mit neuesten Erkenntnissen und wertvollen Kontakten wartet auf Sie.

Info und Anmeldung: tunnel-online.info/forum

bauverlag
Wir geben Ideen Raum

