

Arge Steilrampe Tunnel Engelberg, (LSE) Luzern-Stans-Engelberg Bahn Sprengvortrieb im Süden, Reißvortrieb im Norden

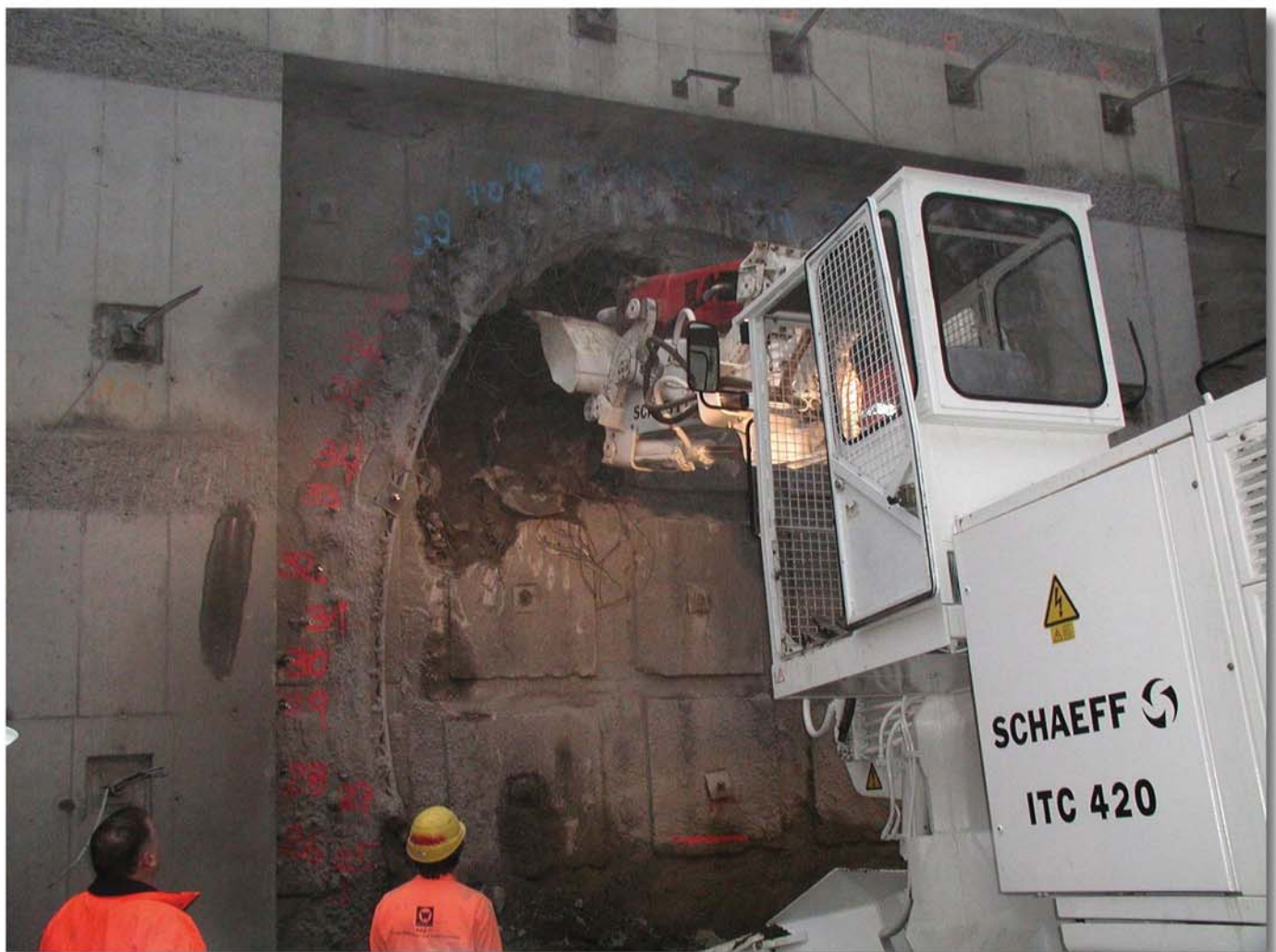


Abb. 1: Tunnelvortriebs- und Lademaschine Schaeff Typ ITC 420 beim maschinellen Vortrieb im Süden

INTER TECHNO COMMERCE SA

Tunnelling Equipment

122, rue de la Fusion - CH-1920 Martigny

Tf: +41-277 222 191, Fx: +41-277 222 185

<http://www.itcsa.com> - email: info@itcsa.com

Eine Fachunternehmung der Holding

Die Kosten für das gesamte Tunnelprojektiv betragen 88,1 Millionen Franken, 85% davon werden vom Bund übernommen. Die Restkosten werden zu je 50% auf die Kantone Obwalden und Nidwalden verteilt, wobei sich die Gemeinde Engelberg mit 1,065 Mio. Franken am Anteil von Obwalden beteiligt.

Konventioneller Tunnelvortrieb im Norden

Der Tunnel weist ab dem Nordportal mehrheitlich günstige bautechnische Verhältnisse auf. Deshalb wird der Ausbruch mittels Bohren und Sprengen ausgeführt. Drei Teams je 7 – 8 Mann lösen sich im Dreischichtbetrieb vor Ort ab – und das sechs Tage die Woche. Pro Abschlag werden 90 Löcher gebohrt, und mit Flüssigsprengstoff zur Detonation gebracht und somit durchschnittlich 3 Meter Tunnel ausgebrochen werden. Jede Schicht schafft in der Regel 1 Abschlag, dabei

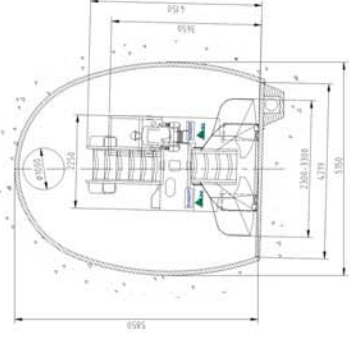


Abb. 2: ITC 312 im konventionellen Vortrieb

ZUSAMMENFASSUNG

Mit dem Bau des Tunnels Engelberg fährt die LSE-Bahn in eine neue Zukunft. Das Projekt umfasst eine 4043 m lange Tunnelstrecke, die von Grafenort ins Gebiet Boden vor Engelberg führen wird. Die neue Linienführung sowie die Rücknahme der Maximalleistung von 246 auf 105 Promille bringen dem Bahnbetrieb betriebliche Vorteile: Erhöhung der Transport-Kapazität von heute 400 auf rund 1'000 Personen pro Stunde, was einem dringenden Bedürfnis entspricht. Optimierung des Fahrplans und der Fahrzeiten Besserer Schutz der Trasse gegen Witterungseinflüsse w.z.B. Steinschlag, Schnee, Sturmholz usw. Erhöhung der Flexibilität durch den Austausch von Rollmaterial mit der Brünigbahn und der Berner Oberland-Bahn. Nutzen von Synergien bei der Fahrzeugbeschaffung.

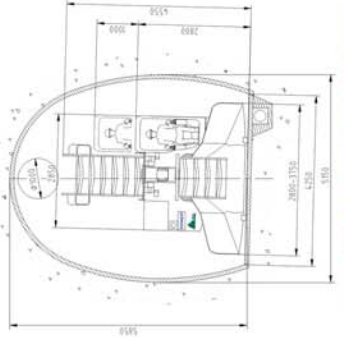
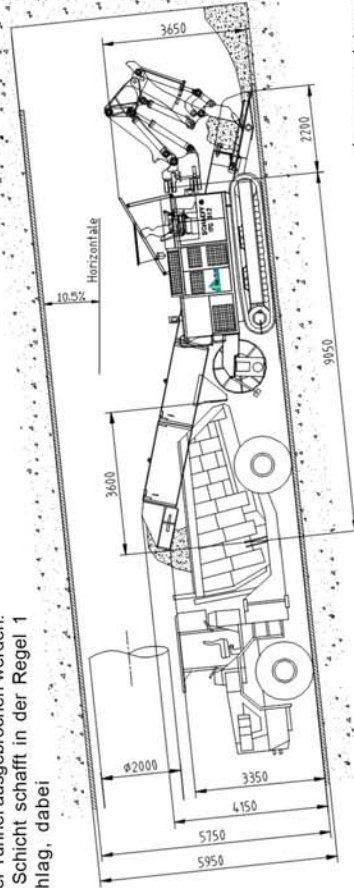


Abb. 3: ITC 420 im mechanischen Abbau. Querschnitt 26.5 m²

Mechanischer Abbau im Süden
Das Bauiois Süd stößt auf vergleichsweise schwierige geologische Verhältnisse. Die zu durchdringende Bergsturzmasse macht einen mechanischen Kalottenvortrieb mit aufwändigen Sicherungsmaßnahmen notwendig, welcher natürlich längst nicht so effizient ist, wie der Sprengvortrieb. Gearbeitet wird im Zwei-Schichtbetrieb je 9 Stunden, ab morgens 05.00 Uhr. – und dies sechs Tage die Woche. Pro Tag wird eine Vortriebsleistung von ca. 1 Meter erreicht.

Gearbeitet wird im Zwei-Schichtbetrieb je 9 Stunden, ab morgens 05.00 Uhr. Auch hier stehen 8er-Teams im Einsatz – und dies sechs Tage die Woche. Pro Tag wird eine Vortriebsleistung von ca. 1 Meter erreicht.



Beim mechanischen Abbau wird die

**TUNNELVORTRIEBSS- und LADEMASCHINE
SCHAEFF Typ ITC 420**

eingesetzt. Zunächst war die Meinung, ohne Hammer arbeiten zu können. Aber gleich nach dem Einstieg wurde klar, dass die Kombination Löffel und Hammer die richtige war. Die patentierte Hammer/Löffelkombination liefert hier die ideale Lösung mit dem sekundenschnellen Wechseln vom schlagenden zum reißenenden Lösen bzw. Wegklagen.

Der entscheidende Vorteil dieser Lösung ist der konstante Schub = Andruck des Hammers. Beide ITC-Maschinen weisen je zwei Antriebsaggregate auf: Elektroantrieb zum emissionsfreien Arbeiten vor Ort und Dieselantrieb zum Verfahren vor Ort aber auch Arbeiten ohne elektr. Netz.

**TUNNELLADEMACHINE
SCHAEFF Typ ITC 312**

im Zusammenspiel mit 25 t Nutzlast knickgelenktem Tunnel-Muldenkipper eingesetzt. Die Ladezeit eines Dumpers beträgt im Schnitt 2-2,5 Minuten, was einer mittleren Ladeleistung von ca. 5-6 lose m³/min entspricht. Bei Wettbewerben zwischen den Fahrern konnte die Ladezeit eines Dumpers bis auf ca. 90 Sek. reduziert werden. Der steigende Vortrieb von ca. 10.5% hat keinen Einfluss auf die Ladeleistung.

Anschließend wird die Maschine für eine ganze Reihe von Nebenarbeiten eingesetzt, wie z.B. Sohlenreinigen, Kalotten- und Ortsbrustsicherung, u.s.w..

Anforderungsreiche Geologie
Die 4043 m lange bergmännische Tunnelstrecke verläuft grösstenteils in den Schichtserien der helvetischen Axendecke. Das Nordportal kam nach einem kurzen Voreinschnitt direkt in anstehenden Kalkmassen ange-schlagen und mit konventionellem Vortrieb mittels Bohren und Sprengen ausgeführt werden. Im Gegensatz dazu befindet sich das Südportal in Bergsturzablagerungen und in einer Sackungsmasse, was einen Kalottenvortrieb mit vorausseilendem Spiessschirm und mechanischem Abbau notwendig macht. Insgesamt werden rund 400 000 Tonnen Ausbruchmaterial anfallen. Ein grosser Teil davon kann für Betonzuschlagstoffe oder Strassen-baumaterial sowie für Schüttungen wie-

der verwendet werden.

2. Bauwerk

Das Lichtraumprofil der LSE-Züge macht eine durchschnittliche Tunnelbreite von 5 Meter und eine Höhe von 6 Meter notwendig. Neben diesem Einspurprofil von bis zu 32 m² Ausbruchsfläche, ist für die beiden geplanten Ausweischstellen von je 260 m Nutzlänge ein entsprechend größeres Profil von rund 52 m² Ausbruchsfläche, eingeplant. Der Tunnel wird auch mit den erforderlichen Nebenbauwerken wie Nischen und Kammern ausgerüstet, welche während des Baues dem Betrieb und der Sicherheit dienen.

Rund um die Uhr im Einsatz – Tag für Tag

Hinter jedem Werk stehen Menschen. So auch beim Bau des Tunnels Engelberg. Über 80 Leute aus verschiedenen Nationen und mit unterschiedlichsten Aufgaben stehen dafür rund um die Uhr, Tag für Tag im Einsatz. Ein Blick hinter die Kulissen vermittelt einen Einblick in die komplexen Tages- und Betriebsabläufe.

Backoffice Werkstatt
Gut gewartete Maschinen und Geräte sind für einen reibungslosen Betriebsablauf unabdingbar. Ebenso die schnelle Instandsetzung schadhafter Teile.

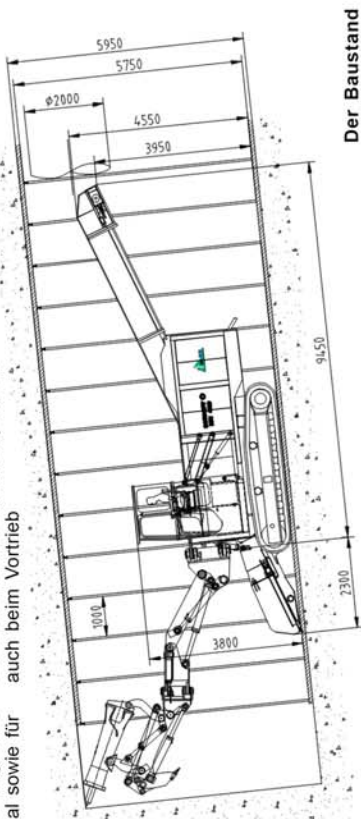
Eigenständige Betonproduktion

Zum Auskleiden der freigelegten Tunnelwände wird gleich vor Ort der notwendige Spritzbeton produziert.

Einsatzzentrale Baubüro

Als Betriebschef für den Tunnelbau sorgt der Österreicher Franz Kapfinger von der Firma Swietelsky für einen reibungslosen Betriebsablauf – und das sowohl auf dem Installationsplatz als auch beim Vortrieb

ist. Sondierbohrungen entlang der Tunnelstrecke sollen darüber detailliertere Erkenntnisse liefern. Mit abnehmendem Wasserdruck kann das Gebirge um den künftigen Ausbruchrand injiziert werden. Die Injektionen dienen der Wasserverdrängung und der Verfestigung des Gesteins. Damit der Wasserdruck abnimmt, muss das Wasser kontrolliert abgeführt werden. Dazu sind die Entwässerungsbohrungen und das Ableitsystem notwendig. Die Drainagebohrungen können ca. 500 l/sec ableiten. Zusätzlich wird in der Karstzone aus statischen Gründen ein kreisrundes Tunnelprofil erstellt werden müssen.



Der Baustand
am 1. Januar 2004 (ca. 71 %) Vortrieb Nord: 2'300 m Vortrieb Süd: 576 m

im Tunnel.

Am Tag als das große Wasser kam
Über 16 Monate hinweg lief beim Bau des Tunnels Engelberg der LSE praktisch alles nach Plan. Rund die Hälfte des Tunnels war bereits ausgebrochen, als am 31. August 2002 im Vortrieb Nord das «große Wasser» kam. Seither dringen pro Sekunde bis zu 180 Liter Wasser in den Tunnel ein und verhindern den weiteren Vortrieb. Die hydrologischen und geologischen Recherchen haben ergeben, dass sich der Zutritt zu wasserführenden System auf relativ großer Meereshöhe befindet. Zudem reagiert die Wasserführung schnell auf Witterungseinflüsse, was einen Rückgang in den Wintermonaten erhoffen lässt. Diese Zeit muss dann sofort für einen weiteren Vortrieb genutzt werden. Seismische

Analysen zeigen jedoch auf, dass in einer Entfernung von 55 und 88 Metern nochmals mit solchen Anomalien zu rechnen

Die geologische Problemstelle





Abb. 6: ITC 312 im Nordvortrieb, beim Reissen



Abb. 7: ITC 420 im Südvortrieb beim Lösen



Abb. 8: Typischer Eisenbahnquerschnitt



Abb. 9: ITC 420 im Südvortrieb beim Laden



Abb. 10: ITC 420 im Südvortrieb

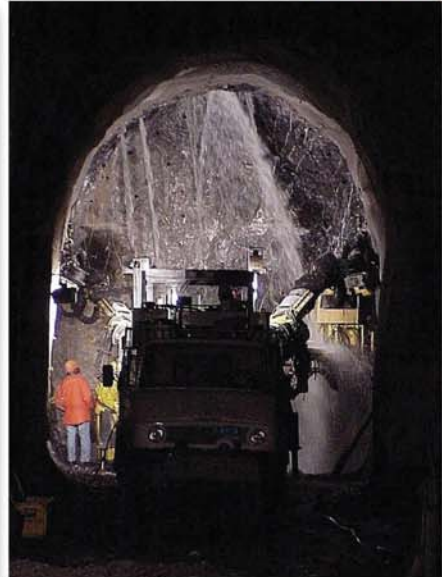


Abb. 11: ITC 312 im Nordvortrieb, im Wasser

TUNNELVORTRIEBS- und LADEMASCHINE SCHAEFF Typ ITC 420
TUNNEL-LADE-MASCHINE SCHAEFF Typ ITC 312



Abb. 12-13-14: Das grosse Wasser



Kredit Bilder: LSE-Bauleitung, Bauunternehmung, ITC