



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Strassen ASTRA  
Filiale Winterthur

Nationalstrassen			
Strassen-Nr.			
N04			
Unterhaltsabschnitt			
06 + 08			
Autobahnklasse	Schaffhausen Nord – Flurlingen		EU-Strassen-Nr.
2			E41
Projektphase			
Variantenstudium			
Projekt- / Berichtsbezeichnung			
Erhöhung Tunnelsicherheit Fäsenstaub und Cholfirst Sicherheitsstollen Tunnel Cholfirst Notausgang Nr. 7			
Projektkurzbezeichnung		Projekt-Nr. / TDCost-Nr.	
N04-FAE		080152	
Inventarobjekt-Nr.	Unterhaltskilometer	RBBS	
511.08	15.3 – 19.0	N04+0153.000 bis N04+0190.000	
Projektverfasser:		Dokumenten-Nr. (PV):	N298.001
HOJ Consulting GmbH Ballyweg 33 6440 Brunnen		Doku.-Nr. (ASTRA):	
Amberg Engineering AG Ringstrasse 18 7000 Chur		Format:	A4
		Version:	1.0
		Erstellt:	MFue/LAtt
		Datum:	17.04.2019
Projektleitung:		Geprüft durch:	Kurzz.:
Bundesamt für Strassen Filiale Winterthur Grüzefeldstrasse 41, 8404 Winterthur		Eingang ASTRA:	Kurzz. SGV:
		Freigabe ASTRA:	Kurzz.:

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1.</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>Einleitung</b>	<b>3</b>
2.1.	Ausgangslage	3
2.2.	Projektorganisation	4
2.3.	Beschreibung des Auftrages	4
2.4.	Abgrenzung	4
<b>3.</b>	<b>Projektspezifische Grundlagendokumente</b>	<b>4</b>
<b>4.</b>	<b>Geologie / Hydrogeologie</b>	<b>4</b>
4.1.	Baugrund	4
<b>5.</b>	<b>Projekt</b>	<b>5</b>
5.1.	Nutzungsdauer	5
5.2.	Lage Notausgang Nr. 7	5
5.3.	Projektübersicht	6
5.4.	Schacht	6
5.5.	Querverbindung	7
5.6.	Zentrale NA 7	7
5.7.	Entwässerung und Abdichtung	7
5.8.	Kabeltrassen	8
5.9.	Wasserversorgung	8
5.10.	Umgebung	8
<b>6.</b>	<b>BSA</b>	<b>9</b>
6.1.	Überdrucklüftung	9
6.2.	Schiebetüren Notausgang	9
6.3.	Energieversorgung	9
6.4.	Kommunikation- und Leittechnik	9
6.5.	Erschliessung	9
<b>7.</b>	<b>Landerwerb / Rodungen</b>	<b>10</b>
7.1.	Landerwerb	10
7.2.	Rodungen	10
7.3.	Belasteter Standort	10
<b>8.</b>	<b>Bauausführung</b>	<b>12</b>
8.1.	Randbedingungen	12
8.2.	Bauzeit	13
8.3.	Baumethoden und Bauvorgänge	13
8.4.	Baustellenerschliessung / Installationsflächen	14
8.5.	Verkehrsführung während der Bauausführung	14
<b>9.</b>	<b>Materialbewirtschaftung</b>	<b>14</b>
9.1.	Materialanfall	14
<b>10.</b>	<b>Kosten</b>	<b>14</b>

### Anhang:

- Anhang 1: Kostengrobschätzung

### Beilagen:

- Beilage 1: Situation, Grundriss und Schnitte 1:1'000, 1:100

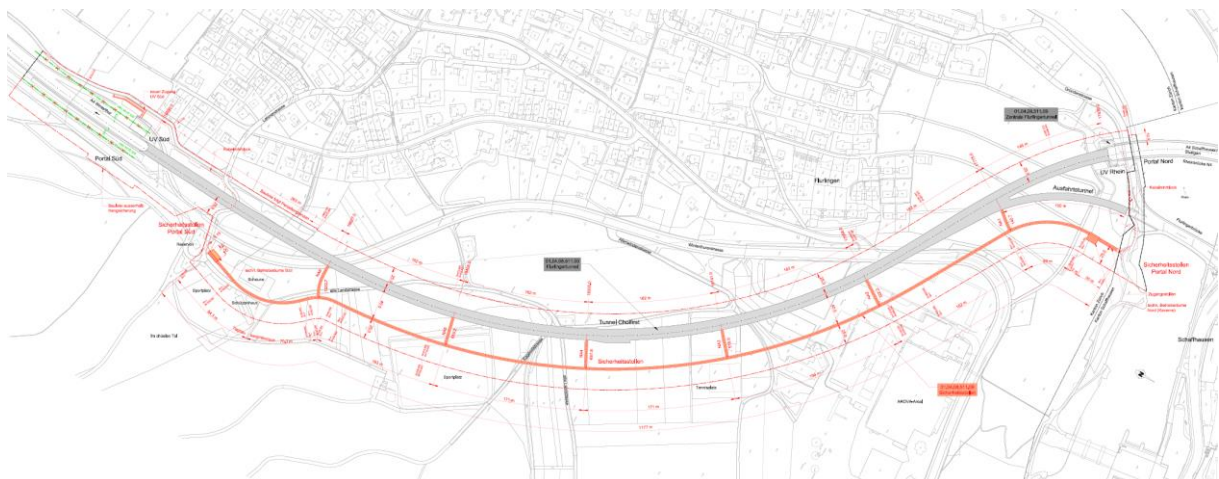
## 1. Zusammenfassung

Zur Erhöhung der Tunnelsicherheit des Tunnels Cholfirst ist die Erstellung eines Sicherheitsstollens vorgesehen. Der aktuelle Projektierungsstand sieht sechs Notausgänge im Abstand von 150 – 184 m vor, wodurch auf dem Abschnitt Südportal bis Notausgang Nr. 6 eine Fluchtdistanz von 263 m resultiert. Anlässlich einer gewünschten Revision der Risikoanalyse soll eine Lösung für einen zusätzlichen Notausgang auf dem Abschnitt Südportal – Notausgang Nr. 6 aufgezeigt werden. Das vorliegende Projekt befasst sich mit der Vorgestaltung und der Kostenermittlung des zusätzlichen Notausganges, sodass in der Risikoanalyse die Massnahmeneffizienz geprüft werden kann.

## 2. Einleitung

### 2.1. Ausgangslage

Der aktuelle Stand des Projektes zur "Erhöhung Tunnelsicherheit Cholfirst" sieht den Neubau eines parallelen Sicherheitstollens mit 6 Notausgängen vor (Abbildung 1). Die einzelnen Abstände der Notausgänge auf dem Abschnitt Nordportal bis Notausgang Nr. 6 bewegen sich zwischen 150 m bis 184 m. Der Abstand vom letzten Notausgang Nr. 6 bis zum Südportal beträgt 263 m und ist somit deutlich länger als die restlichen Fluchtdistanzen. Auf diesem Abschnitt wurde der Tunnel Cholfirst als Tagbau erstellt, wobei die geologischen Verhältnisse sehr anspruchsvoll sind. Insbesondere aufgrund der geologischen Risiken wurde während der Projektierung des Sicherheitstollens auf einen zusätzlichen Notausgang innerhalb dieses Abschnittes verzichtet.



**Abbildung 1: Situation SiSto Cholfirst**

Mit der Risikoanalyse Tunnel Cholfirst vom 2017 wurde das Risikoniveau des Zustandes vor dem Einbau der Sicherheitsmassnahmen („*Urzustand*“), sowie das Risikoniveau nach Umsetzung des vorgesehenen Sicherheitsstollens mit 6 Notausgängen („*Soll-Zustand*“) dokumentiert. Das Risikolevel des Tunnels liegt im Soll-Zustand im ALARP-Bereich zwischen den Grenzwerten GI und GII. Das Risikolevel ist akzeptabel, falls keine weiteren Sicherheitsmassnahmen kosteneffizient sind. Dazu wurde unter anderem eine weitere Massnahme mit dem Einbau von 3 zusätzlichen Querschlägen betrachtet und beurteilt. Eine Erhöhung der Anzahl Notausgänge wird als eine effiziente Massnahme betrachtet und ist eigentlich zu empfehlen. Aufgrund der bereits vorgesehenen 6 Notausgänge wird jedoch nur ein zusätzlicher Notausgang auf dem Abschnitt Südportal bis Notausgang Nr. 6 als sinnvoll angesehen. Aus bautechnischen Gründen wird eine Schachtlösung bevorzugt. Eine Lösung mit Verlängerung des Stollens und zusätzlichem Querschlag ist bautechnisch nicht möglich, bzw. mit sehr grossen Schwierigkeiten verbunden. Die Erstellung des zusätzlichen Notausganges stellte in der Risikoanalyse Tunnel Cholfirst vom 2017 jedoch nur mit Erstellungskosten bis maximal 2.9 MCHF eine kosteneffiziente Massnahme dar.

Die Risikoanalyse Tunnel Cholfirst vom Juni 2017 wurde durch die Fachunterstützung ASTRA (FU) kommentiert und es wurde eine Revision der Analyse gewünscht. Diese soll unter anderem eine Ana-

lyse zur Vorgestaltung und Kostenermittlung eines zusätzlichen Notausganges auf dem Abschnitt Notausgang Nr. 6 bis Südportal beinhalten. Darin sind auch die wesentlich höheren Verkehrszahlen zu berücksichtigen, welche in der damaligen Risikoanalyse nicht berücksichtigt wurden.

## **2.2. Projektorganisation**

HOJ Consulting GmbH wurde vom Astra Winterthur mit der Risikoanalyse nach ASTRA 19004 für den Tunnel Cholfirst und den Tunnel Fäsenstaub beauftragt. Die Risikoanalyse wurde in Zusammenarbeit mit der Amberg Engineering AG durchgeführt. Im Rahmen des Projekts „Erhöhung Tunnelsicherheit Fäsenstaub und Cholfirst“ ist gemäss ASTRA 19004 eine Risikoanalyse nach detailliertem Ansatz erforderlich, um das Sicherheitsniveau in den Tunneln zu dokumentieren.

## **2.3. Beschreibung des Auftrages**

Für die von der FU gewünschten Revision der Risikoanalyse erteilte die HOJ Consulting GmbH der Amberg Engineering AG den Auftrag, eine Analyse zur Vorgestaltung und die Kostenermittlung des zusätzlichen Notausganges auszuarbeiten.

## **2.4. Abgrenzung**

Das vorliegende Projekt bezieht sich nur auf den Neubau des zusätzlichen Notausganges Nr. 7 und beinhaltet die Querverbindung Nr.7, den Schacht sowie die Zentrale des Notausganges Nr. 7.

Die Gestaltung der Bauwerke und der Kosten des Notausgangs und der Portalstation wurden in Anlehnung an den bereits projektierten Fluchtweg vorgenommen. Betriebs- und Sicherheitsausrüstung (BSA) wurde nicht neu projektiert, sondern analog aus dem Detailprojekt vom 31.08.2018 angepasst übernommen.

## **3. Projektspezifische Grundlegendokumente**

- Detailprojekt Sicherheitsstollen Tunnel Cholfirst, Stand 31.08.2018
- Pläne des ausgeführten Werkes Tunnel Cholfirst
- Risikoanalyse Tunnel Cholfirst, Bericht Nr. H-CH-028, Juni 2017

## **4. Geologie / Hydrogeologie**

### **4.1. Baugrund**

Der Notausgang Nr. 7 kommt ca. 50 m westlich des Südportales des Sicherheitsstollen zu liegen. Für eine erste Abschätzung der geologischen Verhältnisse diente deshalb der Anhang 9 "Geotechnischer Bericht Portal Süd" des Detailprojektes SiSto Cholfirst (Stand 31.08.2018). Weitere grobe Annahmen zur Geologie konnten den Bestandesplänen Tunnel Cholfirst, Teilobjekt Hangsicherung-Süd entnommen werden.

Spezifische geologische Untersuchungen und Erkundungen für den Notausgang Nr. 7 wurden nicht vorgenommen. In einer nächsten Projektierungsphase ist dazu ein Geologe beizuziehen.

Im technischen Bericht zum Detailprojekt SiSto Cholfirst wird die geologische Situation im Bereich des Südportals wie folgt zusammengefasst:

'Im Bereich des geplanten Südportals taucht die Felsoberfläche der Unteren Süsswassermolasse (USM) aufgrund einer mit Lockergesteinen gefüllten Felsdepression (alte Talbildung) gegen Süden ab, sodass das Südportal in den Bereich dieser Lockergesteine zu liegen kommt. Unmittelbar oberhalb des verwitterten und z.T. glazial verschleppten Fels der USM folgen mit vorbelasteten Seebo-densedimenten durchsetzte Moränenablagerungen der letzten Vergletscherung sowie lokal ein präglazialer bis glazialer Kies. Über den Moränenablagerungen liegen junge Sumpf- und Bachablagerungen, die sich gegen Norden mit älteren Rutschmassen verzahnen. Der gesamte Bereich des Südportals ist grossflächig mit künstlichen Auffüllungen bedeckt.'



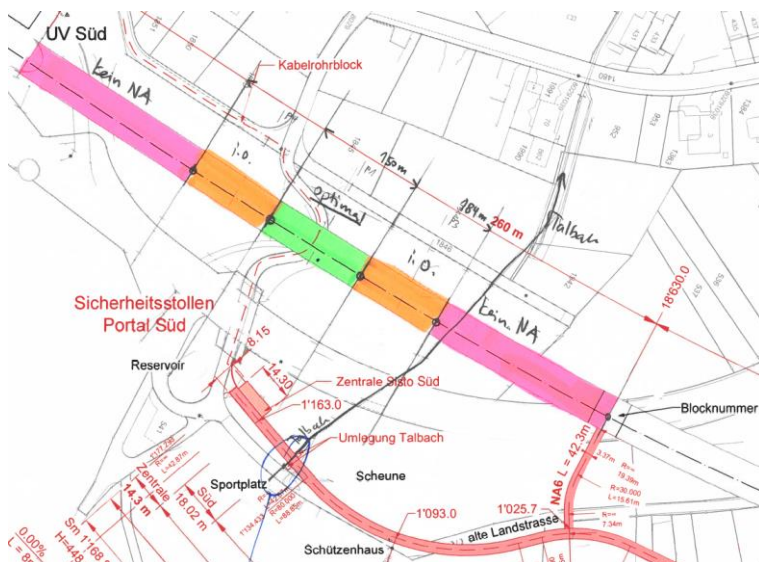
## 5. Projekt

### 5.1. Nutzungsdauer

Die Nutzungsdauer für die Bauteile des Notausganges Nr. 7 richten sich nach den Vorgaben in der Nutzungsvereinbarung zum SiSto Cholfirst (Detailprojekt Sicherheitsstollen Tunnel Cholfirst, Stand 31.08.2018). Für den Rohbau und Abdichtungen ist eine Nutzungsdauer von 80 Jahren, für Entwässerungsleitungen und Kabelschutzrohre eine Nutzungsdauer von 60 Jahren vorgesehen. Die Nutzungsdauer für die einzelnen Bauteile des Ausbaues variieren stark und können der entsprechenden Nutzungsvereinbarung entnommen werden.

### 5.2. Lage Notausgang Nr. 7

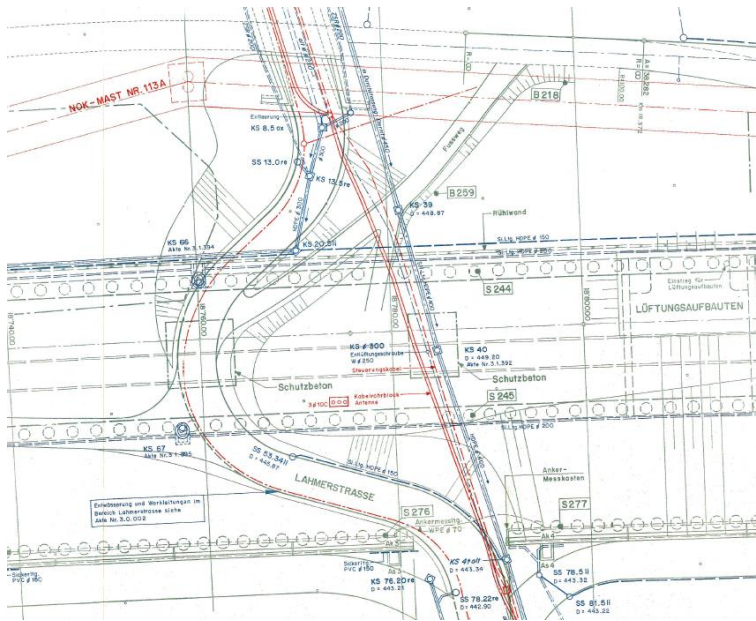
In der Risikoanalyse Tunnel Cholfirst vom Juni 2017 wurde die Lage des zusätzlichen Notausganges vorläufig in der Mitte des 263 m langen Abschnittes Südportal bis Notausgang Nr. 6 angenommen. Daraus würde je eine Fluchtdistanz von 131 m resultieren. Um den idealen Standort auch aus bautechnischer Sicht zu evaluieren, wurden die Grenzbereiche der bereits bestehenden Fluchtdistanzen (150 – 184 m) auf den besagten Abschnitt übertragen (vgl. Abbildung 2).



**Abbildung 2: Bandbreite Lage Notausgang Nr. 7**

Die Vorgaben des ASTRA erlauben keinen Seitenwechsel der Notausgänge innerhalb eines Tunnels, so dass eine Anordnung des Fluchtabganges in westliche Richtung wegfällt. Interessant wäre diese Fluchtrichtung insbesondere wegen dem günstigen, stark fallendem Terrainverlauf und den entsprechend geringer ausfallenden Grabtiefen für die Erstellung des Schachtes bzw. Treppenschachtes gewesen.

Innerhalb des optimalen Anordnungsbereiches für den Notausgang Nr.7 überquert die Lahmerstrasse den Tunnel Cholfirst, womit sich eine Anordnung jeweils seitlich und direkt angrenzend an die Strasse abzeichnet. Gegen einen Standort auf der Parzelle Nr. 1855 spricht eine bestehende Abwasserleitung, der ungünstigere Geländeverlauf (stärker steigendes Gelände als Tunnellängsneigung) und die zur Parzelle hin verlaufende Lahmerstrasse (vgl. Abbildung 3).



Der Standort des Notausganges Nr. 7 wird somit auf der ASTRA-eigenen Parzelle Nr. 1842 gewählt. Die Achse des Notausganges Nr. 7 fällt auf den km 18'760.8 und ist 130 m vom Südportal entfernt. Daraus resultieren Fluchtdistanzen von 130 m bzw. 133 m.

Der zusätzliche Notausgang Nr. 7 stellt eine vom restlichen, parallelen Sicherheitsstollen losgelöste Schachtlösung dar. Dennoch sollen mögliche Synergien, wie bspw. die Energieversorgung ab der Zentrale Süd des Sicherheitsstollen genutzt werden.

Der Notausgang Nr. 7 wird durch einen vertikalen Schacht mit 6.0 m lichten Weite gebildet. Mittels einer kurzen Querverbindung erfolgt der Anschluss an den bestehenden Tunnel. Die Überwindung der rund 9.0 m Höhenunterschied ab Schachtboden bis zum Ausgang auf die Lahmerstrasse erfolgt über eine Wendeltreppe aus Stahl mit drei Zwischenpodesten. Platz für die Schleuse, den Strahlventilator sowie die elektrischen Installationen bietet ein rund 14.0 m langes und 7.0 m breites Zentralgebäude, welches zur Lahmerstrasse hin ausgerichtet ist.

Für die Erstellung des Schachtes wird ein Voraushub von rund 1'700 m<sup>3</sup> bis auf die Kote der Lahmerstrasse (im Ausgangsbereich) erstellt. Der eigentliche Schacht wird durch eine kreisrund angelegte, überschnittene und bewehrte Bohrpfehlwand hergestellt. Aufgrund der geologisch schwierigen Gegebenheiten werden die Pfähle zusätzlich für die Fundation des gesamten Notausganges verwendet. Die Länge der Bohrpfähle wird in Anlehnung an die Länge der Pfählungen für den bestehenden Tunnel in diesem Bereich sowie für den SISTO und die Portalstation gewählt. Die geologisch bedingte, effektiv erforderliche Pfahltiefe ist in einer nächsten Projektierungsphase zu definieren. Der Innenausbau des Schachtes erfolgt durch eine rund 0.1 – 0.2 m starke Spritzbetonschicht. Der Schacht wird nicht abgedichtet. Der Höhenunterschied von rund 9.0 m ab dem Schachtboden bis zum Schleuseneingang wird mittels einer in den Schacht gestellten Wendeltreppe aus Stahl überwunden. Durch drei in der Höhe gleichmässig verteilte Zwischenpodeste wird der Aufstieg erleichtert.

## **5.5. Querverbindung**

Die Verbindung des Schachtes mit dem bestehenden Tunnel erfolgt über einen rund 6.0 m langen Querschlag. Die Geometrie des Querschlages richtet sich nach den bereits projektierten sechs Verbindungsstollen, wobei der aufgeweitete Anschlussquerschnitt bis zu den Bohrpfählen erweitert wird. Zur Erstellung der Querverbindung ist ein horizontaler Rohrschirm vorgesehen, welcher ab dem bestehenden Tunnel erstellt wird. Der Rohrschirm stützt sich jeweils auf dem bestehenden Tunnelgewölbe und in den Bohrpfählen des Schachtes ab und überspannt maximal 5.5 m. Das bestehende Tunnelgewölbe und die vorhandenen Bohrpfähle sollen so wenig wie möglich beeinträchtigt werden, so dass der Durchstich in den Fahrbahnraum auf die vorgeschriebene Öffnung für Fluchtwege beschränkt wird. Dies bedingt jedoch, dass die Ausbrucharbeiten und der Materialabtransport über den Schacht zu erfolgen haben. Eine entsprechend grosse Öffnung in der Schachtwand ist im Bauzustand vorgesehen. Auf der Ausbruchsicherung in der Querverbindung wird eine vollflächige Abdichtung aufgebracht, welche an die best. Abdichtung des Tunnels angeschlossen wird. Darauf folgt die Innenschale. Die Sohle wird mit einer 0.35 m starken Ort betonplatte hergestellt.

## **5.6. Zentrale NA 7**

Die Zentrale des Notausganges Nr. 7 befindet sich direkt über dem Schacht und erstreckt sich Richtung Lahmerstrasse. Die Bodenplatte liegt in der nördlichen Hälfte vollständig auf dem Schacht auf. Der restliche Teil wird als auskragende Betonplatte ausgebildet. Der Fluchtweg wird durch die Personenschleuse (Abmessung B=3.55 m und L=8.00 m) direkt ab dem obersten Treppenpodest weitergeführt, so dass dieser gut 1.0 m zurückversetzt vom Rand der Lahmerstrasse endet. Oberhalb der Personenschleuse ist der Raum für den Strahlventilator angeordnet. Seitlich der Schleuse befindet sich der Niederspannungsraum. Da die Energieversorgung des Notausganges Nr. 7 ab der SiSto Zentrale Süd erfolgt, ist ein zusätzlicher Batterieraum nicht notwendig.

## **5.7. Entwässerung und Abdichtung**

Die Entwässerungsrichtung des Notausganges Nr. 7 läuft aufgrund der Schachtlösung in Richtung des bestehenden Tunnels. Dabei erübrigt sich eine permanente Entwässerung mittels Pumpe im Schacht. Somit weisen der Schachtboden und die Bodenplatte der Querverbindung ein Gefälle von 1.3% in Richtung des Tunnels auf.

Beidseitig in der Querverbindung angeordnete Entwässerungsrinnen sammeln anfallendes Bergwasser und leiten dieses in einen Sammelschacht. Dieser wird über einen siphonierten Abgang in die Bergwasserleitung des bestehenden Tunnels entleert. Die Siphonierung verhindert den Druckverlust im sicheren Bereich.

Durch eine entsprechende vollflächige Abdichtung der erdberührten Bauteile und der Dachfläche wird das Gebäude der Zentrale mit der Dichtigkeitsklasse 1 'vollständig trocken' (Keine Feuchtstellen an den Trockenseitigen Bauwerksoberflächen zugelassen) erstellt.

Für den Schacht ist eine Dichtigkeitsklasse 3 'feucht' (örtlich begrenzte Feuchtstellen und einzelne Tropfstellen an den trockenheitigen Bauwerksflächen zugelassen) gefordert. Somit reicht der Wandaufbau bestehend aus der mit Spritzbeton verkleideten überschnittenen Pfahlwand aus. Es ist keine vollflächige Abdichtung vorgesehen.

Die Querverbindung wird zweischalig mit vollflächiger Regenschirmabdichtung erstellt und die Abdichtung an die bestehende Abdichtung des Tunnels angeschlossen. Dichtigkeitsklasse 2.

Der Rohrschirm, welcher aus dem Fahrraum des Tunnel Cholfirst heraus in die projektierte Bohrpfahlwand gebohrt wird, durchdringt die bestehende Abdichtung (2 mm Kunststoffdichtungsbahn vollflächig verklebt) des Tunnels. Damit wird bei jedem Rohr eine Undichtigkeit geschaffen, sodass Sickerwasser im Ringspalt zwischen Rohr und Ort beton des Innengewölbes in den Fahrraum fließen kann. Dieser Ringspalt wird mit abdichtendem Injektionsgut verpresst, sodass im Ringspalt kein Wasser fließen kann. Dies kann nach Bedarf mit Doppelpacker erfolgen. Sollte wider Erwarten ein undichter Ringspalt nach Inbetriebnahme des Notausganges Nr. 7 entdeckt werden, so besteht die Möglichkeit einer Nachinjektion des Ringspalt aus dem Fahrraum heraus. Umläufigkeiten zwischen der Abdichtung und dem Kalottengewölbe sind nicht möglich, da die Kunststoffdichtungsbahn vollflächig auf dem Ort betongewölbe verklebt ist. Die bestehende Abdichtung im Parament befindet sich zwischen dem Ort betoninnengewölbe und der aufgelösten Bohrpfahlwand des Tunnels mit Füllbeton

zwischen den Pfählen und dürfte nicht vollflächig verklebt sein. Diese Abdichtung wird durch den höher liegenden Rohrschirm nicht tangiert. Das Rohrinne wird komplett mit Injektionsgut verpresst und abgedichtet.

### **5.8. Kabeltrassen**

Die Energieversorgung des Notausganges Nr. 7 erfolgt ab der Zentrale SiSto Süd. Dazu werden in dem im Detailprojekt SiSto Cholfirst neu geplanten Kabelrohrblock auf dem Abschnitt SiSto Zentrale Süd bis zum Notausgang Nr. 7 zusätzliche Leerrohre eingebaut und eine Abzweigung auf Höhe des Notausstieges erstellt. Die Leitungsführung ab der Elektrozentrale in den Schacht und bis zur Querverbindung erfolgt mittels aufgehängten Kabelkanälen.

### **5.9. Wasserversorgung**

Die Erstellung einer Wasserversorgung für den Notausgang Nr. 7 ist gemäss Angabe der Bauherrschaft nicht vorgesehen.

### **5.10. Umgebung**

Die Portalstation liegt direkt an der Lahmerstrasse und wird grossteils wieder eingeschüttet und ins Gelände eingepasst.

Die beiden Flachdächer werden begrünt, analog der Zentrale Süd.

Der naheliegende Mast der Stromleitung der NOK wird durch das Bauvorhaben nicht tangiert. Der minimal erforderliche Sicherheitsabstand zu den Freileitungen sollte eingehalten sein, muss in einer folgenden Projektierungsphase jedoch bestätigt werden.



## **6. BSA**

### **6.1. Überdrucklüftung**

Die Höhendifferenz zwischen Notausgangstüre und Ausgang an die Oberfläche beträgt rund 9.0 m. Somit sind gemäss ASTRA-Richtlinie 'Lüftung von Sicherheitsstollen von Strassentunneln' eine mechanische Überdrucklüftung und eine Schleuse erforderlich. Dazu wird im Zentralengebäude oberhalb der Personenschleuse ein Strahlventilator angeordnet.

### **6.2. Schiebetüren Notausgang**

Die Türen des Notausganges und der Personenschleuse werden aufgrund der vorhandenen mechanischen Lüftung als Schiebetüren ausgebildet. Das lichte Öffnungsmass weist eine Breite von 1.25 m und eine Höhe von 2.10 m auf. Die Ausbildung der Türen erfolgt gemäss ASTRA-Richtlinie 'Türen und Tore in Strassentunneln'.

Nach Bedarf können die beiden Schleusentüren auch als kombinierte Systeme vorgesehen werden. Dabei wird die Schiebetüre (Notausgang) in ein grösseres Flügeltor (Unterhalt) integriert. Dies würde das Befahren der Schleuse mit kleinen Fahrzeugen ermöglichen. Der Einbau und Austausch des Überdruckventilators erfolgt direkt von aussen in den Ventilatorenraum oberhalb der Schleuse.

### **6.3. Energieversorgung**

Die Energieversorgung des Notausganges Nr. 7 erfolgt über das oben beschriebene Kabeltrasse ab der Zentrale Süd des SiSto, so dass keine weiteren Installationen diesbezüglich in der Zentrale notwendig werden.

### **6.4. Kommunikation- und Leittechnik**

Installationen für die Kommunikation- und Leittechnik für den Notausgang Nr. 7 sind im, neben der Personenschleuse liegenden, Elektroraum untergebracht.

Hinter der Notausgangstüre des Tunnels steht eine SOS-Sprechstelle in der Querverbindung zur Verfügung.

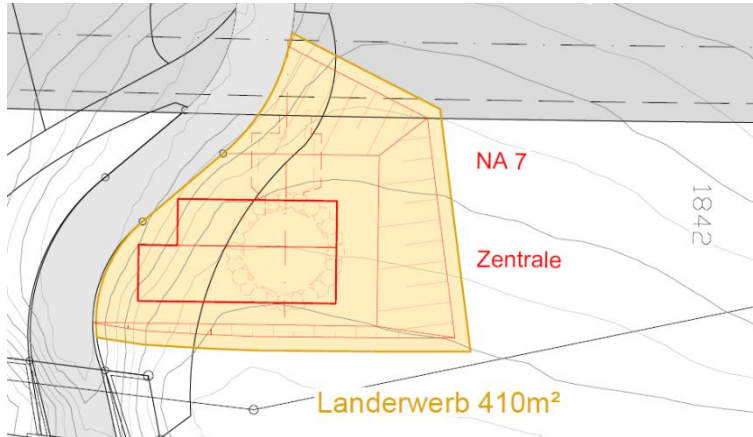
### **6.5. Erschliessung**

Die Erschliessung des Elektroraums in der Portalstation erfolgt über die Schleuse durch eine Innentüre. Diese Türe wird weder durch Witterung, noch durch Überdruck der Betriebs- und Ereignislüftung belastet. Nach Bedarf kann eine Aussentüre direkt auf die Strasse - anstelle der Innentüre - vorgesehen werden.

## 7. Landerwerb / Rodungen

### 7.1. Landerwerb

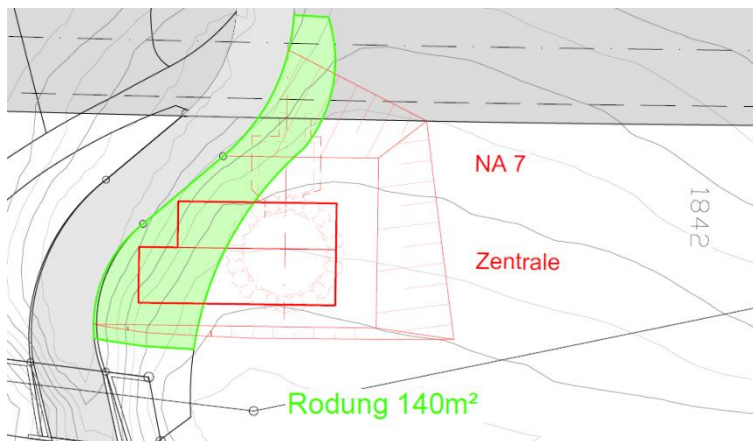
Der Notausgang Nr. 7 kommt vollständig auf der ASTRA-eigenen Parzelle Nr. 1842 zu liegen. Die Landbeanspruchung inkl. Baugrube beträgt 412 m<sup>2</sup> (vgl. Abbildung 4). Weitere temporäre Landbeanspruchungen für z.B. Baustelleneinrichtungen sind nicht vorgesehen.



**Abbildung 4: Beanspruchte Fläche auf Parz. 1842**

### 7.2. Rodungen

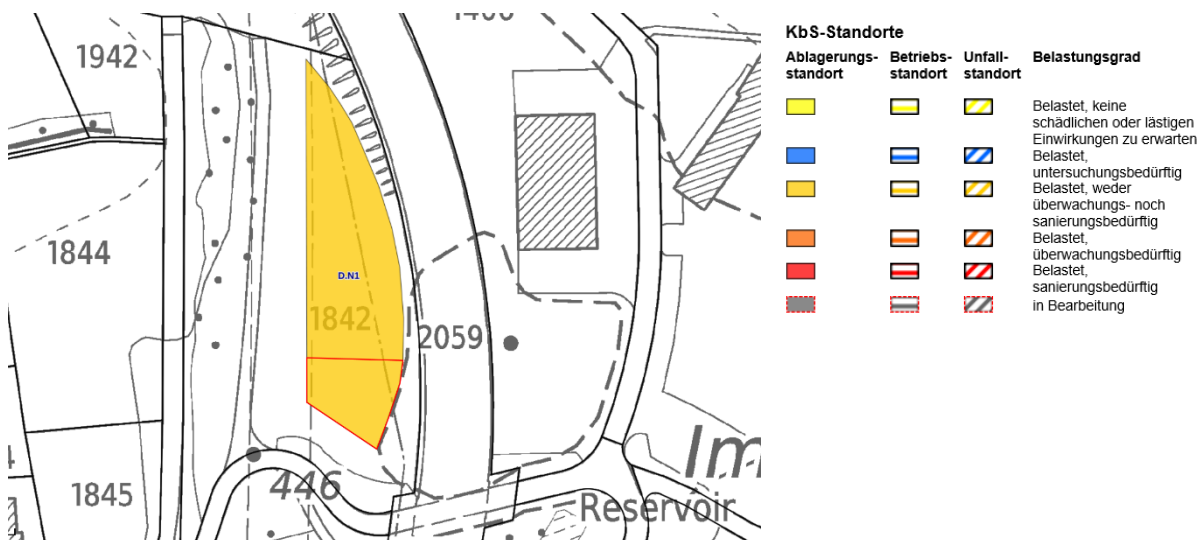
Die Böschung zur Lahmerstrasse hin ist als 'übrig bestockte Fläche' ausgeschieden. Somit wird eine Rodungsbewilligung notwendig sein. Die zu rodende Fläche beträgt 138 m<sup>2</sup> und dürfte von dauerhaftem Charakter sein (vgl. Abbildung 5).



**Abbildung 5: Fläche Rodung**

### 7.3. Belasteter Standort

In unmittelbarer Nähe des vorgesehenen Notausganges Nr. 7 ist im Kataster der belasteten Standorte (KbS) ein Ablagerungsstandort vermerkt (vgl. Abbildung 6). Der belastete Standort ist vom Typ 'Schüttung mit Schlacke', welcher als eine Terrainveränderung beliebiger Art im Rahmen eines Bauvorhabens mit Material das mehr als 2 bis 3 Gewichtsprozent Schlacke enthält definiert ist. Die besagte Fläche ist als belasteter Standort ohne schädliche oder lästige Einwirkung beurteilt und als weder überwachungs- noch sanierungsbedürftig klassifiziert. Beim abgelagerten verschmutzten Material dürfte es sich um Giessereisand handeln.



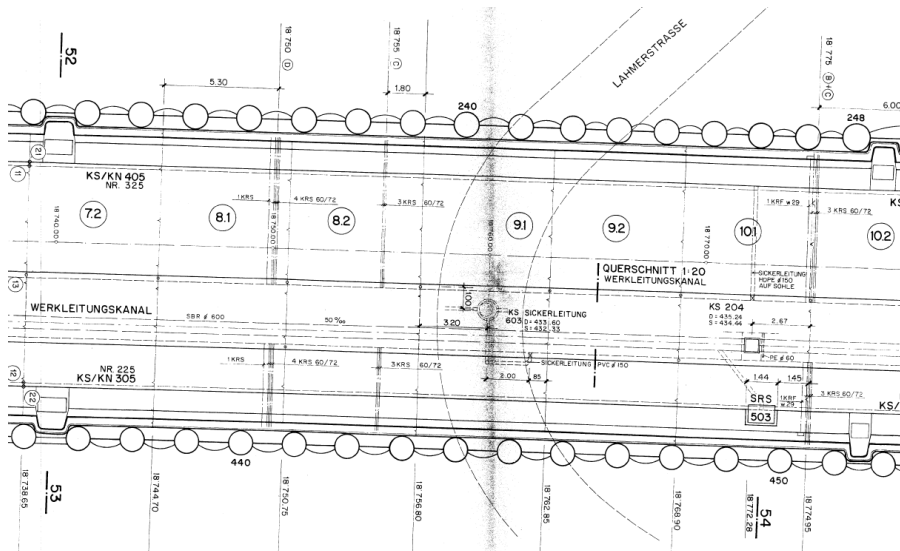
**Abbildung 6: Kartenausschnitt Kataster der belasteten Standorte (KbS)**

Durch den Bau des Notausganges Nr. 7 werden im südlichen Teil rund 300 m<sup>2</sup> (rote Umrandung in Abbildung 6) der 1'360 m<sup>2</sup> gesamten belasteten Fläche tangiert. Die auf der ausgeschiedenen Fläche deponierte Abfallkubatur wird mit 3'000 m<sup>3</sup> angegeben, was zu einer durchschnittlichen belasteten Schichtstärke von geschätzten 2.20 m führen dürfte. Die belastete Schicht weist eine Überdeckung von 2.00 m auf, so dass mit dem Voraushub des Bohrplanums mit einer Tiefe von bis zu 4.00 m die gesamte belastete Schicht angeschnitten wird. Total dürften somit rund 660 m<sup>3</sup> belastetes Material anfallen, welches gesondert zu entsorgen ist. Die entsprechenden Kosten sind im KV berücksichtigt und dürften schätzungsweise rund 220'000 CHF betragen.

## 8. Bauausführung

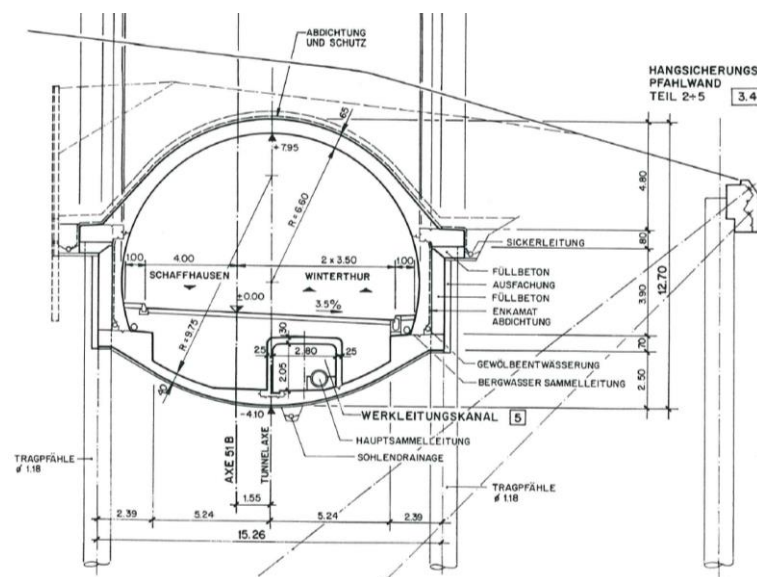
### 8.1. Randbedingungen

Im Anschlussbereich des Notausganges Nr. 7 wurde der Tunnel Cholfirst als Tagbau erstellt. Aufgrund der schlechten Tragfähigkeit des Baugrundes wurde der Tunnel beidseitig auf Bohrpfählen (d = 1.18 m) mit Achsabständen von 2.5 m fundiert. Die Lage der Bohrpfähle wurde dem Plan des ausgeführten Werkes Nr. 43.30.1215 C entnommen (vgl. Abbildung 7).



**Abbildung 7: Anordnung und Lage der Bohrpfähle des best. Tunnels**

Die Bohrpfähle reichen bis ca. in die Mitte der Gewölbehöhe und bilden dort das Kalottenaufleger. Die Querverbindung Nr. 7 schliesst an der Ostseite des Tunnels an, wo aus der Erstellungszeit noch alte Baugrubenabschlüsse (ev. Spundwand) vorhanden sind (vgl. Abbildung 8). Durch das Bauvorhaben werden keine früheren Verankerungen der Hangsicherung tangiert. Diese befinden sich auf der gegenüberliegenden Seite des Tunnelquerschnitts.



**Abbildung 8: Querschnitt Tagbaustrecke Typ A, Anschluss Notausgang Nr. 7 von links**

Beim vorgesehenen Anschlussbereich sind ausserhalb des Tunnelgewölbes zwei Sickerleitungen und eine Sammelleitung, welche in den Kanal des Dorfbaches führt, vorhanden (vgl. Abbildung 8 und Ab-



bildung 3). Die Höhenlage der Sammelleitung und der zweiten Sickerleitung ist nicht bekannt. Für die vorliegende Projektstufe wurde der Umgang mit den bestehenden Leitungssträngen jedoch nicht weiter untersucht.

## **8.2. Bauzeit**

Die Realisierung des Notausganges Nr. 7 kann innerhalb der Gesamtbauzeit des Sicherheitsstollens erfolgen. Weiter bestehen zwischen den beiden Objekten praktisch keine Abhängigkeiten, welche sich negativ auf die jeweiligen Bauzeiten des anderen auswirken könnten. Somit wird vorläufig auf ein detailliertes Bauprogramm verzichtet. Zur Nutzung von Synergien zwischen den beiden Projekten bietet sich jedoch eine Abstimmung der Bauphasen für den Notausgang mit denjenigen des Sicherheitsstollens an. Synergien bestehen bei der Installation für die Bohrpfähle, die gemeinsame Nutzung der Nachsperrungen für die Erstellung der Durchbrüche, sowie die gemeinsame Materialbewirtschaftung.

Könnten baugelogistische Synergien und die gemeinsame Nutzung der Baustelleneinrichtungen nicht realisiert werden, müsste naturgemäss mit längerer bzw. zusätzlicher Bauzeit und Mehrkosten für Baustelleneinrichtungen gerechnet werden.

## **8.3. Baumethoden und Bauvorgänge**

### *Phase 1: Voraushub Bohrplanum*

Das Bohrplanum wird bis auf die Kote der Lahmerstrasse (446.5 m ü. M.) abgetragen. Die Baugrubenböschung Richtung Winterthurerstrasse wird aufgrund des vorhandenen Stromasten durch eine mit Spritzbeton verkleidete Nagelwand mit einem Anzug von 5:1 erstellt. Der nördliche Baugrubenabschluss wird mit einer Neigung von 2:3 frei geböscht. Die Böschungen zur Lahmerstrasse hin werden jeweils auf deren Höhenkote ausgezogen, so dass die Zufahrt zum Bauplatz ab dieser Richtung möglich wird.

### *Phase 2: Erstellung Bohrpfähle*

Die überschnittene Bohrpfahlwand wird ab dem Bohrplanum erstellt, in dem abschnittsweise zuerst die unbewehrten Pfähle und anschliessend die dazwischenliegenden bewehrten Pfähle hergestellt werden.

### *Phase 3: Rohrschirm / Querverbindungsabschluss*

Die Erstellung des Querverbindungsabschlusses aus dem bestehenden Tunnel kann prinzipiell unabhängig vom Schachtbau erfolgen und richtet sich nach dem Bauprogramm der anderen sechs Verbindungsanschlüsse. Der vorgesehene Rohrschirm kann hingegen erst nach der Fertigstellung der Bohrpfähle ausgeführt werden, da diese als zweites Auflager dienen.

### *Phase 4: Ausbruch Schacht / Querverbindung*

Der gesamte Ausbruch bis zum bestehenden Tunnelgewölbe erfolgt über den neu erstellten Schacht. Nach dem Schachtausbruch wird in die Schachtwand die Öffnung unter gleichzeitigem Unterfangen der durchbrochenen Pfähle erstellt. Im Schutze des Rohrschirmes wird anschliessend die Querverbindung bis zum bestehenden Tunnel ausgebrochen und gesichert.

### *Phase 5: Innenausbau Schacht / Querverbindung*

Der Innenausbau der Querverbindung und des Schachtes wird ausgeführt. Die Durchbruchöffnung des Schachtes wird mit Ortbeton auf die minimal notwendige Fluchtöffnung reduziert. Die Montage der Stahltreppe erfolgt vor dem Bau der Bodenplatte des Zentralengebäudes.

### *Phase 6: Gebäude Zentrale*

Das Zentralengebäude wird erstellt und die entsprechenden Bauteile abgedichtet.

### *Phase 7: Abschlussarbeiten und BSA*

Das Zentralengebäude wird soweit als möglich eingedeckt und die Umgebung wiederhergestellt. Die Installation der BSA wird ausgeführt.

#### **8.4. Baustellenerschliessung / Installationsflächen**

Für die Erstellung des Notausganges Nr. 7 werden idealerweise dieselben Installationsflächen wie für den Bau des Sicherheitsstollens verwendet. Die Baustellenerschliessung erfolgt in der Regel ab der Winterthurerstrasse über die Lahmerstrasse durch die vorhandene Unterführung.

Sollte eine zeitgleiche Bauausführung des SISTO und des Notausganges Nr. 7 nicht möglich sein, werden für den Notausgang N. 7 separate Installationsflächen erforderlich.

#### **8.5. Verkehrsführung während der Bauausführung**

Für die Erstellung des Notausganges Nr. 7 wird keine zusätzliche Verkehrsführung notwendig sein. Die Arbeiten aus dem bestehenden Tunnel (Anschluss Querverbindung, Rohrschirm) erfolgen analog den anderen Querverbindungen während den Nachtsperren des Tunnels. Für die Sperrung der Lahmerstrasse, insbesondere während der Phase des Voraushubes für das Bohrplanum kann ebenfalls dasselbe Verkehrsregime angewendet werden wie für die Erstellung des Kabelblockes. Nach dem fertiggestellten Bohrplanum sollte keine dauerhafte Sperrung der Lahmerstrasse mehr notwendig sein.

### **9. Materialbewirtschaftung**

Der Umgang mit den anfallenden Abbruch- und Aushubmaterialien richtet sich nach dem Abfall- und Materialbewirtschaftungskonzept aus dem Detailprojekt SiSto Cholfirst (Stand 31.08.2018). Das im Detailprojekt noch nicht berücksichtigte, mit Schlacke belastete Material wird abtransportiert und gesetzeskonform entsorgt.

#### **9.1. Materialanfall**

Beim Voraushub für das Bohrplanum fallen rund 1700 m<sup>3</sup> festes Aushubvolumen an, wovon rund 660 m<sup>3</sup> festes, belastetes Material sein wird (vgl. Kapitel 7.3). Weitere rund 400 m<sup>3</sup> festes Lockergestein fallen beim Ausbruch des Schachtes und der Querverbindung an. Das unbelastete Material wird nach dem Zwischendeponieren wieder grösstenteils zur Auffüllung und teilweisen Eindeckung des Zentralengebäudes verwendet. Geringe Mengen an Betonabbruchmaterial fallen beim Ausschnitt des Notausganges im Tunnelgewölbe sowie beim Durchbruch der Schachtwand für die Querverbindung an.

### **10. Kosten**

Die Kosten wurden anhand einer Kostengrobschätzung mit einer Kostengenauigkeit von  $\pm 20\%$  hergeleitet (vgl. Anhang 1). Die Einheitspreise wurden grösstenteils aus dem Kostenvoranschlag des Detailprojektes SiSto Cholfirst (Stand 31.08.2018) entnommen.

Kleinere NPK-Kapitel wie z.B. Nebenarbeiten am Zentralengebäude wurden anteilmässig zu den Kapitelgesamtkosten für die Zentrale Süd des SiSto abgeleitet.

Die Abschätzung der zu erwartenden Kosten für die BSA-Installationen basiert auf den im Technischen Bericht BSA (Stand 31.08.2018) aufgeführten Kostenangaben für den SISTO und 6 Notausgänge. Die Kosten für die BSA im Notausgang Nr. 7 und in der Portalstation wurden anteilig übernommen.

Die Projektierungsaufwendungen wurden in demselben Anteil wie im Detailprojektes SiSto Cholfirst übernommen.

Die jährlichen Betriebs- und Unterhaltskosten werden in erster Näherung mit 1.5% der ermittelten totalen Investitionskosten (Bau und BSA) ohne Projektierungsaufwendungen eingesetzt.

## Kostengrobschätzung SISTO Cholfirst NA 7

Kostengenauigkeit ±20% und exkl. MwSt.

### A Bauausführung

NPK - Kapitel	Positionstext	Einheit	Menge	EP	Betrag	Total NPK-Kapitel
<b>111</b>	<b>Regiearbeiten</b>					102'000
	Allgemeine Regiearbeiten (in % der Zwischenbausumme)	gl		6.0%	102'000	
<b>112</b>	<b>Prüfungen</b>					51'000
	Allgemeine Prüfungen (in % der Zwischenbausumme)	gl		3%	51'000	
<b>113</b>	<b>Baustelleneinrichtung</b>					391'000
	Allg. Installationen Bauarbeiten (in % der Zwischenbausumme)	gl	1	20%	341'000	
	Installation Bohrarbeiten	gl	1	50'000	50'000	
<b>161</b>	<b>Wasserhaltung</b>					70'000
	Offene Wasserhaltung	gl	1	70'000	70'000	
<b>164</b>	<b>Verankerungen und Nagelwände</b>					74'000
	Baustelleneinrichtung für Nagelwand	gl	1	10'000	10'000	
	Nagelwand aus Spritzbeton	m2	80	800	64'000	
<b>171</b>	<b>Pfähle</b>					506'410
	Bohrplanum und Zufahrten	gl	1	30'000	30'000	
	Umrüsten Bohrgerät	gl	1	20'000	20'000	
	Arbeitsunterbruch Bohrgerät	gl	1	10'000	10'000	
	Erstellen Bohrpfähle d = 120 cm, inkl. Leerbohrung	m	792	535	423'720	
	Zuschlag Felsbohrung und Erschwerne Blöcke	m	80	190	15'200	
	Bearbeitung Pfahlkopf, Betonabbruch	m3	14	535	7'490	
<b>211</b>	<b>Baugruben und Erdbau</b>					43'560
	Baugrubenaushub maschinell in ungespriesster Baugrube	m3 f	1710	6	10'260	
	Findling über m3 0.25 maschinell ohne Sprengen	m3 f	50	15	750	
	Materialeinbau Aushubmaterial inkl. Auf- und Ablad	m3 f	1050	15	15'750	
	Transporte bis 500 m	m3 f	2100	8	16'800	
<b>216</b>	<b>Altlasten, belastete Standorte und Entsorgung</b>					224'400
	Transport zu externer Anlage	m3 f	660	40	26'400	
	Gebühren für externe Materialabgabe und Verwertung	t	1320	150	198'000	
<b>241</b>	<b>Ortbetonbau</b>					99'450
	Sauberkeitsschicht d= 10 cm	m3	10	260	2'600	
	Beton Bodenplatte (inkl. Schalung + Bewehrung) d =30 cm	m3	20	690	13'800	
	Beton Wände (inkl. Schalung + Bewehrung) d= 25 cm	m3	70	750	52'500	
	Beton Decken (inkl. Schalung + Bewehrung) d= 30 cm	m3	40	760	30'400	
	Aussparungen	Stk	10	15	150	
<b>264</b>	<b>Vortrieb MUL</b>					100'450
	Ausbruch Schacht, MUL	m3 f	275	220	60'500	
	Ausbruch Stollen, MUL	m3 f	95	210	19'950	
	Durchbruch Pfahlwand	p	1	20'000	20'000	
<b>266</b>	<b>Ausbruchsicherungen im Untertagbau</b>					18'900
	Netze K335	m2	90	20	1'800	
	Spritzbeton d = 200 mm	m3	18	600	10'800	
	Mehraufwand schlechte Zugänglichkeit	%	50%		6'300	
<b>267</b>	<b>Bauhilfsmassnahmen im Untertagbau</b>					126'000
	Installation	gl	1	30'000	30'000	
	Rohrschirm (Vortriebsstart) 21 Rohre à L=8.0m, ROR 139.7/10	m	8	8'000	64'000	
	Zuschlag für kurzzeitige Bauetappen in Nachtarbeit	%	50%		32'000	
<b>271</b>	<b>Abdichtungen im Untertagbau</b>					22'200
	Noppenfolie	m2	40	90	3'600	
	Regenschirmabdichtung PVC inkl. Schutz- und Drainageschicht	m2	90	140	12'600	
	Abdichtungsabschluss	m	12	500	6'000	
<b>272</b>	<b>Entwässerungen im Untertagbau</b>					23'500
	Rigole (beidseitig)	m	10	50	500	
	Siphonschacht	gl	1	3'000	3'000	
	Anschluss an bestehende Bergwasserleitung	gl	1	20'000	20'000	
<b>273</b>	<b>Verkleidungen im Untertagbau</b>					41'400
	Verkleidung Schacht, Netze K335	m2	180	20	3'600	
	Verkleidung Schacht, Spritzbeton 10 cm / 30 cm	m3	40	600	24'000	
	Mehraufwand, weil Schacht	%	50%		13'800	
<b>274</b>	<b>Innenausbau im Untertagbau</b>					113'960
	Ortbeton Sohlplatte d = 36 cm	m3	22	280	6'160	
	Spezialnetz Sohle	m2	60	100	6'000	
	Unterlagsbeton d=5cm	m2	60	25	1'500	
	Ausbruch Gewölbe inkl. Erstellen Abfangträger	gl	1	60'000	60'000	
	Provisorischer Abschluss gegenüber best. Tunnel	gl	1	15'000	15'000	
	Abschlusswand, bewehrt d = 30 cm	m2	8	700	5'600	
	Innengewölbe, Spritzbeton	m3	18	600	10'800	
	Innengewölbe, Netze K335	m2	120	20	2'400	
	Durchgang Schacht, Ortbeton	m3	13	500	6'500	
<b>275</b>	<b>Kabelrohranlagen im Untertagbau</b>					30'000
	Kabelblock 1 x 3 KSR 120/132	m	100	300	30'000	

NPK - Kapitel	Positionstext	Einheit	Menge	EP	Betrag	Total NPK-Kapitel
<b>321</b>	<b>Montagebau in Stahl</b>					120'000
	Wendeltreppe mit Zwischenböden, Stahl verzinkt	p	1	120'000	120'000	
<b>div.</b>	<b>Nebenarbeiten Zentrale NA 7</b>					90'000
	NPK 237, 318, 351, 675, 676, 681, 682	p	1	90'000	90'000	
	<i>Zwischenbausumme</i>				1'704'230	
	Nicht berücksichtigte Kleinpositionen (in % der Zwischenbausumme)	gl		10%	170'000	
	Unvorhergesehenes (in % der Zwischenbausumme)	gl		10%	170'000	
	<i>Zwischentotal Bau</i>				2'588'230	
	<b>Total Bauausführung exkl. MwSt.</b>				<b>2'588'230</b>	

#### B Projektierung Bau

Projektierung / Bauleitung / Verwaltung (in % der Zwischentotal Bau)	gl	18.0%	466'000
<b>Total Honorar Projektierung Bau exkl. MwSt.</b>			<b>466'000</b>

#### C BSA

<b>1 Energieversorgung</b>						33'000
Erschliessungskabel NA 7	gl	1	26'000	26'000		
Verteilkasten NA 7	gl	1	7'000	7'000		
<b>2 Beleuchtung</b>						34'000
Fluchtwegbeleuchtung	gl	1	34'000	34'000		
<b>3 Lüftung</b>						215'700
Fluchtwegbelüftung	gl	1	215'700	215'700		
<b>4 Signalisation</b>						25'000
Sicherheitseinrichtung	gl	1	25'000	25'000		
<b>5 Überwachungsanlagen</b>						7'000
Zentrale Einrichtungen	gl	1	7'000	7'000		
<b>6 Kommunikation und Leittechnik</b>						3'000
Notruftelefon	gl	1	3'000	3'000		
<b>7 Kabelanlage</b>						56'000
Erdung, Blitzschutz	gl	1	19'000	19'000		
LWL-Ausrüstung	gl	1	19'000	19'000		
Universelle Gebäudeverkabelung	gl	1	18'000	18'000		
<b>8 Nebeneinrichtungen</b>						121'000
Hausinstallation Elektro	gl	1	15'000	15'000		
HLK	gl	1	15'000	15'000		
Tür / Tore	gl	1	91'000	91'000		
<i>Zwischen-BSA-Summe</i>					494'700	
<b>Total BSA exkl. MwSt.</b>					<b>494'700</b>	

#### D Projektierung BSA

Planerkosten BSA (in % der Zwischen-BSA-Summe)	gl	14.0%	69'000
<b>Total Projektierung BSA exkl. MwSt.</b>			<b>69'000</b>

#### E Gesamtotal Erstellung NA 7 Sisto Cho

<b>Total Bauausführung, BSA und Projektierung exkl. MwSt.</b>			<b>3'617'930</b>
MwSt.		7.70%	278'581
Rundung			489
<b>Total Bauausführung, BSA und Projektierung inkl. 7.7 % MwSt.</b>			<b>3'897'000</b>

#### F Betriebs- und Unterhaltskosten

Betriebs- und Unterhaltskosten (in % der tot. Investitionskosten o. Projektierung)	gl	1.50%	46'000
<b>Total jährliche Betriebs- und Unterhaltskosten exkl. MwSt.</b>			<b>46'000</b>