



Ausbau Eisenbahnachse München-Verona
BRENNER BASISTUNNEL

Potenziamento asse ferroviario Monaco-Verona
GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO

TEIL E 2

GEOMECHANISCHER BERICHT

AP169 LÜFTUNGSKAVERNE AHRENTAL UND SCHACHT PATSCH

SEZIONE E 2

RELAZIONE GEOMECCANICA

AP169 CAMERONE DI VENTILAZIONE AHRENTAL E POZZO DI PATSCH



Mit Beteiligung der Europäischen Union aus dem Haushalt
der Transeuropäischen Verkehrsnetze finanziertes Vorhaben

*Opera finanziata con la partecipazione dell'Unione Europea
attraverso il bilancio delle reti di trasporto transeuropee*

GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO - BRENNER BASISTUNNEL BBT SE

Piazza Stazione 1 • I-39100 Bolzano
Tel.: +39 0471 0622-10 • Fax: +39 0471 0622-11
Part. IVA IT02431150214 • Registro delle Imprese Bolzano 02431150214
Cap. sociale / Ges.-Kap. € 10.240.000 v.e. / i.v

Amraser Str. 8 • A-6020 Innsbruck
Tel.: +43 512 4030 • Fax: +43 512 4030-110
UID Nr.: ATU 61270868 • FN 367729d • Landesgericht Innsbruck • DVR Nr.: 1034707
E-mail: bbt@bbt-se.com • www.bbt-se.com

1	ALLGEMEINES	
1	GENERALITÀ.....	5
1.1	AUFGABENSTELLUNG	
1.1	ATTIVITÀ OGGETTO DELL'APPALTO.....	5
1.2	METHODIK	
1.2	METODOLOGIA.....	6
2	GRUNDLAGEN	
2	RIFERIMENTI	7
2.1	PROJEKTUNTERLAGEN / PLÄNE	
2.1	DOCUMENTAZIONE PROGETTUALE / ELABORATI GRAFICI	7
2.2	WEITERE LITERATUR	
2.2	ULTERIORE BIBLIOGRAFIA	7
3	GEOLOGISCH - HYDROGEOLOGISCH – GEOTECHNISCHE PROGNOSE	
3	PREVISIONE GEOLOGICA – IDROGEOLOGICA - GEOTECNICA.....	8
3.1	GEBIRGSARTEN UND BERGWASSERVERHÄLTNISSE	
3.1	TIPOLOGIE DI AMMASSO ROCCIOSO E SITUAZIONE IDROGEOLOGICA.....	8
3.2	GEBIRGSVERHALTENSTYPEN	
3.2	COMPORTAMENTO DELLA ROCCIA.....	8
4	VERWENDETE BERECHNUNGSVERFAHREN ZUM NACHWEIS DES SYSTEMVERHALTENS	
4	METODO DI CALCOLO APPLICATO PER LA VERIFICA DEL COMPORTAMENTO DELL'AMMASSO	11
4.1	NUMERISCHE BERECHNUNGEN	
4.1	CALCOLI NUMERICI	11
4.2	ANALYTISCHE METHODEN - KENNLINIENVERFAHREN	
4.2	METODI ANALITICI – METODO DELLE CURVE CARATTERISTICHE.....	12
4.3	KINEMATISCHES VERFAHREN ZUR ABSCHÄTZUNG DES SYSTEMVERHALTENS IM AUSBRUCHBEREICH	
4.3	VERIFICA NEL DISCONTINUO PER LA VALUTAZIONE DEL COMPORTAMENTO DEL SISTEMA NELL'AREA DI SCAVO.....	13
5	TUNNELBAUTECHNISCHES KONZEPT	
5	CONCETTO TECNICO PER LO SCAVO	14
5.1	VORTRIEBSKONZEPTE	
5.1	CONCETTI DI SCAVO	14
5.2	LÖSEMETHODEN	
5.2	METODI DI SCAVO	14
6	ABSCHÄTZUNG DES SYSTEMVERHALTENS IM AUSBRUCHBEREICH	
6	VALUTAZIONE DEL COMPORTAMENTO DEL SISTEMA NELL'AREA DI SCAVO	15
7	DETAILFESTLEGUNG DER BAUTECHNISCHEN MASSNAHMEN UND ERMITTLUNG DES SYSTEMVERHALTENS IM GESICHERTEN BEREICH	
7	INDIVIDUAZIONE DEGLI INTERVENTI COSTRUTTIVI E DETERMINAZIONE DEL COMPORTAMENTO DEL SISTEMA IN ASSENZA DI SOSTEGNI.....	15
7.1	LÜFTUNGSKAVERNE	
7.1	CAMERONE DI VENTILAZIONE	18
7.1.1	Spritzbetonschale	
7.1.1	Rivestimento in spritz-beton	18

7.1.2	Systemmankerung	
7.1.2	Ancoraggi	19
7.1.3	Tunnelbögen / vorausseilende Sicherung	
7.1.3	Centine / preconsolidamenti	19
7.1.4	Abschlagslänge	
7.1.4	Sfondo	19
7.1.5	Vortriebsablauf	
7.1.5	Svolgimento dello scavo	20
7.2	LÜFTUNGSSCHACHT	
7.2	POZZO DI VENTILAZIONE	20
7.2.1	Spritzbetonschale	
7.2.1	Rivestimento in spritz-beton	20
7.2.2	Systemmankerung	
7.2.2	Ancoraggi	20
7.2.3	Tunnelbögen / vorausseilende Sicherung	
7.2.3	Centine / preconsolidamenti	20
7.2.4	Abschlagslänge	
7.2.4	Sfondo	21
7.2.5	Vortriebsablauf	
7.2.5	Svolgimento dello scavo	21
8	KRITERIEN ZUR AUSBAUFESTLEGUNG	
8	CRITERIO PER LA SCELTA DELLA SEZIONE DI SCAVO	22
8.1	ALLGEMEINES	
8.1	GENERALITÀ	22
8.2	LÜFTUNGSKAVERNE	
8.2	CAMERONE DI VENTILAZIONE	22
8.2.1	Kriterien für den Ausbruch der Kalotte und der Strossen	
8.2.1	Criteri per lo scavo della calotta e dei ribassi	22
8.2.2	Kriterien für die Wahl des Sohlausbaues	
8.2.2	Criteri per la scelta del tipo di arco rovescio	23
8.3	LÜFTUNGSSCHACHT	
8.3	POZZO DI VENTILAZIONE	23
8.3.1	Kriterien für den Aushub des Schachtes	
8.3.1	Criteri per lo scavo del pozzo	23
9	TUNNELBAUTECHNISCHER RAHMENPLAN	
9	PROGRAMMA QUADRO PER LA REALIZZAZIONE DI OPERE IN SOT-TERRANEO	24
9.1	ALLGEMEINES	
9.1	GENERALITÀ	24
9.2	WARNWERTE	
9.2	VALORI DI SOGLIA	25
10	ERMITTLUNG DER AUSBAUTYPEN	
10	DEFINIZIONE DELLE SEZIONI DI SCAVO	27
10.1	VORTRIEB LÜFTUNGSKAVERNE	
10.1	AVANZAMENTO CAMERONE DI VENTILAZIONE	27
10.1.1	Aufweitung Zugangstunnel Ahrental (ZTA)	

10.1.1 Allargamento Galleria di Accesso Ahrental (ZTA)	27
10.1.2 Aufweitung Lüftungskaverne (LK)	
10.1.2 Allargamento Camerone di Ventilazione (LK)	27
10.1.3 Lüftungskaverne (LK)	
10.1.3 Camerone di Ventilazione (LK)	28
10.2 AUSHUB LÜFTUNGSSCHACHT	
10.2 SCAVO DEL POZZO DI VENTILAZIONE	28
11 PROGNOTIZIERTE VERTEILUNG DER AUSBAUTYPEN	
11 PREVISIONE PER LA DISTRIBUZIONE DELLE SEZIONI DI SCAVO	29
11.1 VORTRIEB LÜFTUNGSKAVERNE	
11.1 AVANZMENTO CAMERONE DI VENTILAZIONE	29
11.1.1 Aufweitung Zugangstunnel Ahrental (ZTA)	
11.1.1 Allargamento Galleria di Accesso Ahrental (ZTA)	29
11.1.2 Aufweitung Lüftungskaverne (LK)	
11.1.2 Allargamento Camerone di Ventilazione (LK)	29
11.1.3 Lüftungskaverne (LK)	
11.1.3 Camerone di Ventilazione (LK)	29
11.2 AUSHUB LÜFTUNGSSCHACHT	
11.2 SCAVO DEL POZZO DI VENTILAZIONE	30

1 ALLGEMEINES

Das Los "V41 Lüftungskaverne Ahrental und Schacht Patsch" umfasst den Vortrieb und den Ausbau der Lüftungskaverne Ahrental und des Schachtes Patsch.

1.1 AUFGABENSTELLUNG

Gegenstand der geotechnischen Planung im Rahmen des Ausschreibungsprojektes ist es, anhand der vorhandenen Unterlagen (Einreichplanung und weiterführende Unterlagen gemäß Kapitel 2) die in den Unterlagen beschriebenen (prognostizierten) geotechnischen Verhältnisse im Bereich des Loses V41 Lüftungskaverne Ahrental und Schacht Patsch bautechnisch umzusetzen und zu beschreiben.

Das aus den vorhandenen Unterlagen gewonnene geotechnische Baugrundmodell bildet die Basis für die Bestimmung des Systemverhaltens im ungestützten Ausbruchsbereich. Daraus werden in Folge die Baumethoden und die dazu gehörenden bautechnischen Maßnahmen festgelegt.

Die Basis für das geotechnische Baugrundmodell bilden das baugeologische und das hydrogeologische Modell welches im Zuge früherer Projektphasen erstellt wurde.

Das geotechnische Baugrundmodell ist in den Geotechnischen Berichten und geotechnischen Längsschnitten, wie unter Kapitel 2 aufgelistet, beschrieben.

Im vorliegenden geotechnischen Bericht werden folgende Themenbereiche behandelt:

- Wahl des tunnelbautechnischen Konzeptes
- Abschätzung des Systemverhaltens im Ausbruchsbereich
- Detailfestlegung der bautechnischen Maßnahmen und Ermittlung des Systemverhaltens
- Ermittlung der Ausbautypen
- Prognostizierte Verteilung der Ausbautypen
- Erstellung des Tunnelbautechnischen Rahmenplanes

1 GENERALITÀ

I lavori oggetto dell'appalto "V41 Camerone di Ventilazione Ahrental e Pozzo Patsch" si compongono dello scavo del Camerone di Ventilazione Ahrental e del Pozzo Patsch.

1.1 ATTIVITÀ OGGETTO DELL'APPALTO

Oggetto della progettazione geotecnica nell'ambito del progetto esecutivo è di trasformare le condizioni geotecniche nell'area del lotto di V41 Camerone di Ventilazione Ahrental e Pozzo Patsch in un sistema tecnico costruttivo e di descriverlo a base della documentazione esistente (progetto definitivo e documenti attinenti quanto al capitolo 2).

Il modello geotecnico del sottosuolo che ne deriva dei documenti esistenti costituisce la base per la determinazione del comportamento del sistema nell'area di scavo non consolidata e consente in seguito di stabilire i metodi di costruzione e i relativi interventi tecnico-costruttivi.

La base del modello geotecnico del sottosuolo è rappresentata dal modello geologico e idrogeologico, redatto nell'ambito di progettazioni precedenti.

Il modello geomeccanico del terreno è descritto nei documenti specifici e nei profili longitudinali geotecnici, vedi capitolo 2.

Nella relazione geotecnica sono trattati i temi seguenti:

- Scelta del metodo per la realizzazione di opere in sotterraneo
- Valutazione del comportamento del sistema nell'area di scavo
- Individuazione dettagliata d'interventi tecnico-costruttivi e rilevazione del comportamento del sistema
- Definizione delle classi d'avanzamento
- Previsione per la distribuzione delle classi di avanzamento
- Redazione del programma quadro per la realizzazione di opere in sotterraneo

1.2 METHODIK

Die Methodik basiert auf folgenden Grundlagen:

- Österreichische Gesellschaft für Geomechanik: Richtlinie für die Geotechnische Planung von Untertagearbeiten mit zyklischem Vortrieb, 2. überarbeitete Auflage 2008
- ÖNORM B2203 – 1: Untertagebauarbeiten – Werksvertragsnorm Teil 1: Zyklischer Vortrieb, Ausgabe Dezember 2001

1.2 METODOLOGIA

La metodologia fa riferimento ai seguenti fonti:

- Società austriaca di geomeccanica (Österreichische Gesellschaft für Geomechanik, ÖGG): direttiva per la progettazione geotecnica di opere sotterranee con scavo ciclico, 2° edizione rivista 2008
- ÖNORM B2203 – 1: lavori in sotterraneo – norma applicabile agli appalti di lavori, parte 1: scavo ciclico, versione dicembre 2001

2 GRUNDLAGEN

Im Folgenden werden die Grundlagen, welche für die geotechnische Planung verwendet wurden, aufgelistet und sind zum Teil im Kapitel E1 beigelegt.

Die anderen Unterlagen liegen bei der BBT-SE zur Einsicht auf.

2.1 PROJEKTUNTERLAGEN / PLÄNE

- [1] [Behördliches Genehmigungsverfahren 2008
Technischer Bericht – Geologie
- [2] [Behördliches Genehmigungsverfahren 2008
Technischer Bericht – Hydrogeologie
- [3] Behördliches Genehmigungsverfahren 2008
Technischer Bericht – Geotechnik
- [4] Technischer Bericht Geologie/ Hydrogeologie /
Geotechnik Lüftungskaverne Zugangstunnel
Ahrental und Lüftungsschacht Patsch
01-GH4-GP-001-GTB-00001-06
- [5] Lüftungskaverne & Schacht Patsch Geologischer
Längenschnitt
01-GH4-GP-001-GLS-00002-06
- [6] Lüftungskaverne & Schacht Patsch Geotechnischer
Längenschnitt
01-GH4-GP-001-GLS-00003-06

2.2 WEITERE LITERATUR

- [7] [Software Phase2, User Manual, Version 8.0,
www.rocscience.com
- [8] [Software UNWEDGE, User Manual, Version 3.0,
www.rocscience.com
- [9] Hoek, Caranza-Torres, Diederichs, Corkum (2008);
The 2008 Kersten Lecture – Integration of
geotechnical and structural design in tunneling;
proceedings of the 56th Annual Geotechnical
Engineering Conference, Minneapolis, Feb.2008
- [10] [Radonic, Schubert (2011); Neues Verfahren zur
Vorbemessung eines duktilen Ausbaus;
Geomechanik und Tunnelbau 4 (2011)

2 RIFERIMENTI

Seguono i documenti base, i quali sono stati usati per elaborare la progettazione geotecnica e dei quali una parte è allegata nella sezione E1.

I restanti documenti possono essere intravisti direttamente presso la BBT-SE.

2.1 DOCUMENTAZIONE PROGETTUALE / ELABORATI GRAFICI

- [1] Procedura di approvazione da parte dell'autorità
2008 - relazione tecnica - geologia
- [2] Procedura di approvazione da parte dell'autorità
2008 - relazione tecnica - idro-geologia
- [3] Procedura di approvazione da parte dell'autorità
2008 - relazione tecnica - geotecnica
- [4] Relazione tecnica Geologia / idrogeologia /
geotecnica Camerone di Ventilazione Ahrental e
Pozzo Patsch
01-GH4-GP-001-GTB-00001-06
- [5] Camerone di Ventilazione & Pozzo Patsch – profilo
geologico
01-GH4-GP-001-GLS-00002-06
- [6] Camerone di Ventilazione & Pozzo Patsch – profilo
geomeccanico
01-GH4-GP-001-GLS-00003-06

2.2 ULTERIORE BIBLIOGRAFIA

- [7] [Software Phase2, User Manual, Version 8.0,
www.rocscience.com
- [8] [Software UNWEDGE, User Manual, Version 3.0,
www.rocscience.com
- [9] Hoek, Caranza-Torres, Diederichs, Corkum (2008);
The 2008 Kersten Lecture – Integration of
geotechnical and structural design in tunneling;
proceedings of the 56th Annual Geotechnical
Engineering Conference, Minneapolis, Feb.2008
- [10] Radonic, Schubert (2011); Novel method for
ductile lining pre-design; Geomechanics and
Tunnelling 4 (2011)

3 GEOLOGISCH - HYDROGEOLOGISCH – GEOTECHNISCHE PROGNOSE

Die geologisch – hydrogeologisch – geotechnische Prognose liegt in Form der GEO Unterlagen, welche von der BBT-SE erstellt worden sind.

Die geologisch-hydrogeologisch-geotechnische Prognose ist gemeinsam mit der qualitativen Prognose der Ausbautypenverteilung auf den geotechnischen Längsschnitten der Ausschreibungsplanung zusammenfassend dargestellt.

3.1 GEBIRGSARTEN UND BERGWASSERVERHÄLTNISSE

Die Gebirgsarten und deren prognostizierte Verteilung sowie die prognostizierten Bergwasserverhältnisse sind in den entsprechenden geologischen und hydrogeologischen Unterlagen der geologischen-geotechnischen Dokumentation beschrieben, siehe auch Auflistung unter Punkt 2.1.

Bezüglich Bergwasserverhältnisse kann generell davon ausgegangen werden, dass die beim Vortrieb zutretenden Bergwässer unter der Grenzwassermenge von 5 l/sec liegen. Es sind generell nur bergfeuchte bis tropfende bzw. leicht rinnende Bergwasserzutritte prognostiziert. Mit verstärkten Wasserzutritten ist in den Randbereichen der Störungszonen und am Übergang zwischen Lockermaterialstrecke und Fels zu rechnen, jedoch auch hier deutlich unter der Grenzwassermenge von 5 l/sec.

Aufgrund der prognostizierten Wasserzutrittsmengen wird davon ausgegangen, dass unter Berücksichtigung der Grenzwassermenge grundsätzlich keine Wassererschwernisse zu erwarten sind.

3.2 GEBIRGSVERHALTENSTYPEN

Das prognostizierte Gebirgsverhalten mit den zugehörigen Gebirgsverhaltenstypen ist in den entsprechenden geotechnischen Unterlagen des geologischen-geotechnischen Gutachtens beschrieben, siehe auch [4] und [6].

Für die den Tunnel und den Schacht des gegenständlichen Projektsabschnitts sind die folgenden Gebirgsverhaltenstypen (Versagensmechanismen beispielhaft dargestellt) prognostiziert, siehe auch [3]:

3 PREVISIONE GEOLOGICA – IDROGEOLOGICA - GEOTECNICA

La previsione geologica, idrogeologica – geotecnica è redatta a forma dei documenti GEO, i quali sono stati elaborati dalla BBT SE.

La previsione geologica-idrogeologica-geotecnica assieme alla prognosi qualitativa della distribuzione delle classi d'avanzamento sono raffigurati in sintesi nelle sezioni longitudinali geotecnici del progetto d'appalto.

3.1 TIPOLOGIE DI AMMASSO ROCCIOSO E SITUAZIONE IDROGEOLOGICA

Il tipo di ammasso roccioso e la loro distribuzione prognosticata, e le condizioni delle acque di falda prognosticato sono descritti nei documenti geologici e idrogeologici della documentazione geologica-geotecnica, vedi anche l'elenco al punto 2.1.

A proposito delle acque sotterranee può essere dedotto in generale, che durante la scavo le acque incontrate sono al di sotto di 5l/s. Generalmente secondo la previsione si riscontrano situazioni piuttosto aridi o situazioni umidi. Una maggior quantità d'acque si può aspettare solo in prossimità di zone di faglia e al confine lito tra la tratta in materiale sciolto e l'ammasso roccioso, ma anche qua molto di sotto ai 5l/s.

Sulla base dei volumi d'acqua stimati, tenendo conto della quantità limite d'acqua, non sono di principio previsti particolari problemi e/o oneri aggiuntivi legati alle venute d'acqua.

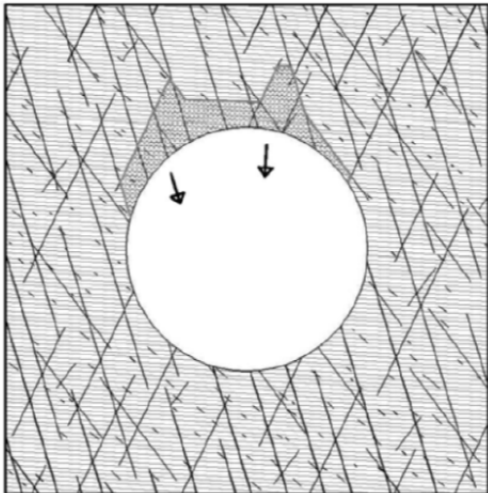
3.2 COMPORTAMENTO DELLA ROCCIA

Il comportamento della roccia prognosticata con i relativi tipi di comportamento del terreno è descritto nei documenti geologici e idrogeologici della relazione geologica-geotecnica, vedi anche [4] e [6].

Per il Cameron e il Pozzo della presente relazione del progetto sono previsti i seguenti tipi di comportamento dell'ammasso (meccanismi di collasso rappresentati in modo esemplare, vedi anche [3])

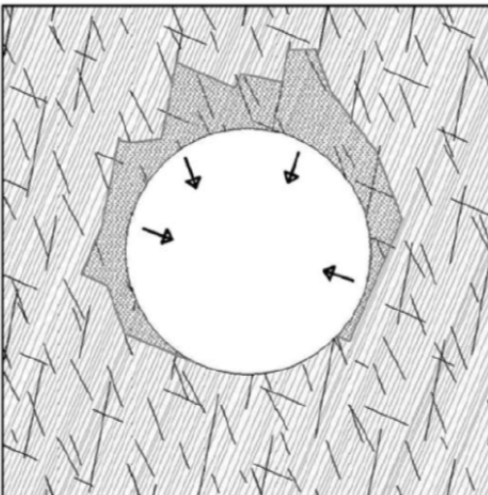
Gebirgsverhaltenstyp GVT 2

Classi di comportamento GVT 2

2	<p>Gefügebedingte Ausbrüche</p> <p>Distacchi di origine strutturale</p>		<p>Gefüge- und schwerkraftbedingte Ausbrüche an durchgehenden Trennflächen oder durch lokales Überschreiten der Scherfestigkeit von Schicht- oder Schieferungsflächen</p> <p>Bruchkörper Größenordnung m³</p> <p>Verformungen nicht maßgebend</p> <p>Sovrascavi dovuti alla struttura ed alla forza di gravità lungo le discontinuità estese o al superamento locale della resistenza al taglio di piani di scistosità e di stratificazione, ordine di grandezza blocchi m³</p>
---	---	---	---

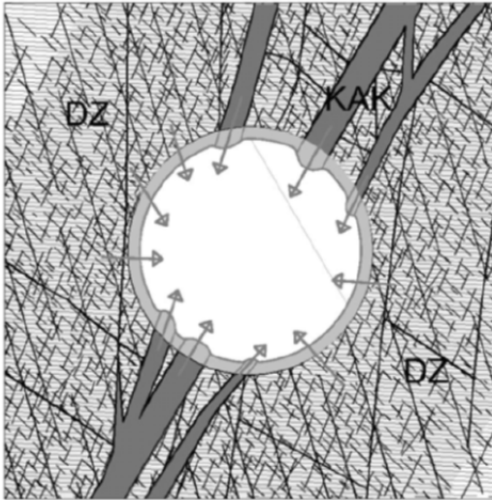
Gebirgsverhaltenstyp GVT 3

Classi di comportamento GVT 3

3	<p>Hohlraumnahe Überbeanspruchung</p> <p>Sovrasollecitazione nelle vicinanze della cavità</p>		<p>Spannungsbedingte Entfestigung durch Abscheren über Trennflächen hinweg</p> <p>Radialverformungen < 15 cm</p> <p>Allentamento dovuto alla tensione attraverso un taglio oltre le superfici di discontinuità</p> <p>Deformazione radiale < 15 cm</p>
---	---	--	--

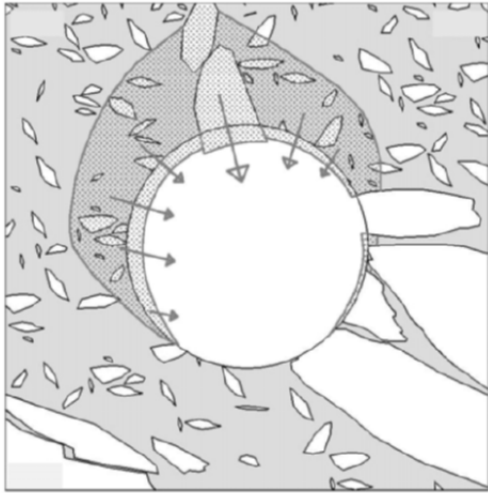
Gebirgsverhaltenstyp GVT 4-1

Classi di comportamento GVT 4-1

4	Tiefreichende Überbeanspruchung der Gebirgsfestigkeit		Spannungsbedingte Entfestigung oder Plastifizierung. Größenordnung der Druckerscheinungen abhängig vom Beanspruchungsgrad.
4-1	$\sigma_{CM}/\sigma_{max} = 0,28 - 0,20$ druckhaft Radialverformung < 30 cm		σ_{CM} Gebirgsfestigkeit σ_{max} Beanspruchung
4-2	$\sigma_{CM}/\sigma_{max} < 0,20$ stark druckhaft Radialverformung > 30 cm		
4	Sovrasollecitazione della compattezza		Dissoluzione a causa della tensione o plasticizzazione. L'ordine di grandezza dei fenomeni di tensioni dipende dal grado di sollecitazione.
4-1	$\sigma_{CM}/\sigma_{max} = 0,28 - 0,20$ Spingente Deformazione rad < 30 cm		σ_{CM} compattezza dell'ammasso roccioso
4-2	$\sigma_{CM}/\sigma_{max} < 0,20$ molto spingente Deformazione rad > 30 cm		σ_{max} sollecitazione

Gebirgsverhaltenstyp GVT 8

Classi di comportamento GVT 8

8	Rolliges Gebirge		Allseitiges Nachbrechen von stark zerlegtem, schlecht verzahntem Gebirge bei geringem Wasserzutritt
	Roccia incoerente		Sfaldamenti rocciosi generalizzati di roccia fortemente frammentata, poco interdigitata in presenza di scarse venute d'acqua

4 VERWENDETE BERECHNUNGSVERFAHREN ZUM NACHWEIS DES SYSTEMVERHALTENS

4.1 NUMERISCHE BERECHNUNGEN

Das Systemverhalten wird mittels numerischer Berechnungen in maßgebenden Rechenquerschnitten nachgewiesen.

Die numerischen Berechnungen werden unter Zugrundelegung der Finiten Elemente Methode (FEM) durchgeführt. Diese Methode ermöglicht eine Berücksichtigung der Interaktion Baugrund – Bauwerk. Außerdem können einzelne Bauzustände und deren Wechselwirkung untersucht werden.

Das Finite-Elemente-Programm Phase² simuliert das Verhalten von Boden-, Fels- und anderen Strukturen, welche nach Erreichen ihrer Fließgrenzen plastisch zu fließen beginnen. Die verschiedenen Materialien werden durch Elemente oder Zonen gebildet, welche in einem Netz zusammengefasst sind, die das zu untersuchende Objekt beschreiben. Jedes Element verhält sich gemäß den verwendeten Spannungs-Dehnungs-Gesetzen in Abhängigkeit zu den aufgetragenen Lasten und den vorhandenen Randbedingungen.

Das Gebirge wird im ebenen Verformungszustand modelliert. Dabei wird das elastisch (ideal-) plastische Stoffgesetz nach Mohr-Coulomb angewendet.

Mit 2D Berechnungen kann der Zusammenhang zwischen Position Ortsbrust und Verschiebungen nicht direkt bestimmt werden. Für die vorliegende Berechnung wird daher die der Ortsbrust voraussetzende räumliche Vorentspannung des Gebirges mit der sogenannten „load reduction method“ simuliert.

Die verwendeten Gebirgskennwerte sind dem geologisch-geotechnischen Bericht (siehe auch Kapitel E1) entnommen.

Der Spritzbeton wird mit linear-elastischen Stabelementen modelliert. Um dem anfangs noch weichen Spritzbeton mit ausgeprägtem Kriechverhalten Rechnung zu tragen, wird die Steifigkeit direkt nach Aktivierung der Elemente mit einem ideellen E-Modul von 5000 MN/m² (= junger Spritzbeton) angenommen. Für die späteren Berechnungsschritte wird der E-Modul auf 15000 MN/m² (= alter Spritzbeton) erhöht.

4 METODO DI CALCOLO APPLICATO PER LA VERIFICA DEL COMPORTAMENTO DELL'AMMASSO

4.1 CALCOLI NUMERICI

Il comportamento del sistema è stato simulato per via di calcoli numerici, per sezioni caratteristiche di calcolo.

I calcoli numerici sono stati eseguiti sulla base del metodo degli elementi finiti (FEM). Questo metodo permette a titolo oneroso l'interazione terreno - struttura. Inoltre possono essere indagate le singole fasi di costruzione e la loro interazione.

Il software Phase2 simula il comportamento del terreno, della roccia e altri elementi, che dopo aver raggiunto la resistenza allo snervamento, incominciano a deformarsi in modo plastico. I vari materiali sono formati da elementi o zone, che sono riassunti in una rete, che rappresenta l'oggetto da analizzare. Ogni elemento si comporta secondo le leggi tension-deformativi applicati in funzione dei carichi adottati e ai vincoli limiti.

Il terreno è modellato nello stato di deformazione piano. È adottata la legge elastico (ideale-) plastico secondo Mohr-Coulomb.

Con i calcoli in 2D non è possibile determinare direttamente l'interazione fra la posizione del fronte e le deformazioni. Per le presenti verifiche il rilassamento tridimensionale dell'ammasso roccioso davanti al fronte di scavo è stato simulato con il metodo „Load reduction method“.

I parametri geomeccanici per l'ammasso roccioso sono stati usati quelli dalla relazione geologica-geotecnica (vedi anche sezione E1).

Il calcestruzzo proiettato è stato modellato con elementi lineari-elastici. Per tener conto del comportamento duttile del calcestruzzo proiettato giovane, è stata considerata una rigidità pari a 5000 MN/m² (= calcestruzzo proiettato giovane) subito dopo l'attivazione. Per i seguenti step di calcolo il modulo elastico è poi stato portato a 15.000 MN/m² (= calcestruzzo proiettato maturo).

4.2 ANALYTISCHE METHODEN - KENNLINIENVERFAHREN

Ergänzend zu den numerischen Berechnungen wurden bereichsweise analytische Berechnungen basierend auf dem Kennlinienverfahren zur Abschätzung der erforderlichen Stützmittel und des Systemverhaltens, speziell in Gebirgsverhältnissen mit hohlraumnaher bis tiefreichender Überbeanspruchung, verwendet.

Kennlinienverfahren ("convergence confinement analysis" oder auch „rock-support interaction“) stellen eine robuste und einfache Methode zur Ausbaudimensionierung dar.

Kennlinienverfahren erfassen durch analytische Berechnungsmethoden die durch den Ausbruch bedingten Verschiebungen und den Spannungszustand des Gebirges (Gebirgskennlinie) und kombinieren diese mit der Ausbaukennlinie. Dabei werden die folgenden Vereinfachungen für das Rechenmodell getroffen:

- Kreisrunder Querschnitt
- Hydrostatischer Spannungszustand
- Vollaussbruch

Die verwendeten Gebirgskennwerte sind dem geologisch-geotechnischen Gutachten entnommen. Beim Kennlinienverfahren können die folgenden Stützmittel über den Ausbaudruck berücksichtigt werden:

- Spritzbeton
- Systemankerung

Die Materialeigenschaften von Spritzbeton mit anfänglich sehr geringer Steifigkeit und Kriecheigenschaften werden beim Kennlinienverfahren nicht berücksichtigt.

Bei der Berechnung der Gebirgskennlinie erhält man im elastischen Bereich eine lineare Funktion. Wenn das Mohr-Coulomb'sche Bruchkriterium erreicht ist, baut sich eine plastische Zone um den Tunnelhohlraum auf – danach verläuft die Gebirgskennlinie exponential abnehmend.

Der Spritzbetonausbau mit dem Elastizitätsmodul E und der Dicke d baut den Ausbaudruck vom Beginn seines Einbaus über die Verformung auf. Vernachlässigt wird beim

4.2 METODI ANALITICI – METODO DELLE CURVE CARATTERISTICHE

In aggiunta ai calcoli numerici in certe zone sono stati fatti calcoli analitici che si basano sul metodo delle linee caratteristiche per fare una previsione preliminare del sistema di sostegno adattato, in particolar modo in ammassi rocciosi con sovrassollecitazione in prossimità dello scavo fino a profondi sovrassollecitazioni.

Le curve caratteristiche ("convergence confinement analysis" o „rock-support interaction“) sono un metodo semplice e solido per il dimensionamento del sostegno.

Il metodo delle curve caratteristiche tramite calcoli analitici comprendono una valutazione delle convergenze e le tensioni della roccia e combinano questi con la curva dei sostegni. A proposito di questi si applicano le seguenti semplificazioni per il modello di calcolo:

- Sezione circolare
- Stato tensionale idrostatico
- Scavo a sezione piena

I parametri geomeccanici sono stati presi dalla relazione geologica-geotecnica. Col metodo della linea caratteristica possono essere considerate i seguenti tipi di sostegno attraverso la pressione esterna.

- Betoncino proiettato
- Chiodatura sistematica

Le caratteristiche del calcestruzzo proiettato con una rigidità molto bassa all'inizio e caratteristiche di scorrimento viscoso non sono adottate nel metodo delle linee caratteristiche.

Per il calcolo della linea caratteristica dell'ammasso roccioso, con l'applicazione della deformazione radiale si ottiene una funzione lineare. Al raggiungimento del punto di rottura secondo il criterio di Mohr-Coulomb, si forma una zona plastica al contorno della cavità – dopo di che la linea caratteristica dell'ammasso roccioso diminuisce in modo esponenziale.

Dal momento della sua posa, il rivestimento in betoncino proiettato con il modulo di elasticità E e lo spessore d genera una pressione che predomina sulla deformazione della

vorliegenden Verfahren die Wirkung der weiteren Ausbaumittel, wie Ankerung, Stützbögen, etc.

Somit kann dieses Verfahren nur zu einer groben Abschätzung des plastischen Verhaltens herangezogen werden.

Mittels dieser analytischen Verfahren wurde auch die Vorbemessung der Stauchelemente bzw. der Spritzbetonschale in Kombination mit Stauchelementen im Bereich der Störzone.

4.3 KINEMATISCHES VERFAHREN ZUR ABSCHÄTZUNG DES SYSTEMVERHALTENS IM AUSBRUCHBEREICH

Das kinematische Verfahren wird zur Festlegung der geeigneten Stützmittel, in Gebirgsverhältnissen mit gravitativen Versagensmechanismen eingesetzt.

In Gebirgsbereichen mit linear elastischem Gebirgsverhalten ist nicht der Ausbauwiderstand der Spritzbetonschale maßgebend. Es gilt vielmehr durch eine geeignete Ankerung, ein Blockversagen bzw. eine Gebirgsauflockerung zu verhindern.

Zur Abschätzung der Block-Kinematik beim Vortrieb wurde das Software Programm UNWEGDE verwendet. Mit diesem Programm wurden die möglichen Key-Blöcke ermittelt (Blöcke die ein Potential für Fallen aus Firste und Ulme, Gleiten entlang von Trennflächen und Gleiten entlang der Schnittgerade von zwei Trennflächen aufweisen).

roccia. Questo metodo non considera l'effetto degli altri elementi di scavo, come chiodi, centine ecc.

Con questo metodo esposto sopra si può soltanto fare una valutazione approssimativa del comportamento plastico.

Tramite questi modelli analitici sono stati predimensionati anche gli elementi deformabili e il rivestimento in calcestruzzo proiettato in combinazione con elementi deformabili per la zona di faglia.

4.3 VERIFICA NEL DISCONTINUO PER LA VALUTAZIONE DEL COMPORTAMENTO DEL SISTEMA NELL'AREA DI SCAVO

Il procedimento cinematico è utilizzato per la definizione del sistema di sostegno adatto, in ammassi rocciosi con meccanismi di instabilità gravitativi.

In zone di roccia con un comportamento elastico lineare della roccia non è decisiva la resistenza del calcestruzzo proiettato. Prevale più che altro l'installazione di un ancoraggio adatto, per impedire uno scivolamento di blocchi nonché una rilassamento della roccia

Per la valutazione della cinematica dei blocchi durante lo scavo è stato utilizzato il software UNWEGDE. Con questo programma sono stati identificati i possibili blocchi chiave (quelli, cioè, che presentano un potenziale distacco in calotta lungo i piani di discontinuità e lungo l'intersezione tra due piani di discontinuità).

5 TUNNELBAUTECHNISCHES KONZEPT

5.1 VORTRIEBSKONZEPTE

Die beiden Vortriebe werden mit der zyklischen Baumethode aufgeföhren und sind parallel abzuwickeln.

Die Vortriebe der Kaverne (Aufweitung ZTA, Aufweitung LK und LK) sind aufgrund der QuerschnittsgröÖe in Teilquerschnitten, wie nachfolgend angeführt, vorzutreiben:

- Kalotte;
- 1-2 Strossen;
- Sohle.

Der Schachtquerschnitt hingegen wird als Vollprofil abgeteuf.

- Profil

Ausbruch und Sicherung der Kaverne und des Schachtes erfolgt gemäß den vorgesehenen Ausbautypen, den Vorgaben des geotechnischen Rahmenplans und den tatsächlich angetroffenen geotechnischen Verhältnissen.

Als Sicherungsmittel kommen Spritzbeton, Baustahlgitter, Gitterbögen und Gebirgsanker zur Anwendung. Zur Voraussicherung kommen SpieÖe nach Erfordernis zum Einsatz. Falls erforderlich wird die Ortsbrust mittels Spritzbeton, Baustahlgitter und Ortsbrustankern gestützt.

In Bereichen mit gröÖeren Gebirgsdeformationen können Verformungsschlitzte im Spritzbeton mit Stauelementen zur Anwendung kommen.

Das Systemverhalten der Vortriebe wird vortriebsbegleitend anhand des vorgesehenen geotechnischen Messprogramms überwacht.

5.2 LÖSEMETHODEN

Für den Ausbruch des Gebirges werden gebirgsschonende Lösemethoden gewählt, bei denen schädliche Auflockerungen im Gebirge weitgehend vermieden werden. Entsprechend der Gebirgsart, in der die jeweiligen Ausbautypen zur Anwendung kommen und des erwarteten Gebirgsverhaltens, sind die folgenden Lösemethoden vorgesehen:

Die Lösemethode wird wie folgt definiert und ist grundsätzlich dem AN überlassen:

- Bohren und Sprengen

5 CONCETTO TECNICO PER LO SCAVO

5.1 CONCETTI DI SCAVO

I due scavi sono da eseguire con il metodo tradizionale e sono da eseguire in parallelo.

A causa della dimensione degli avanzamenti nel Camerone (Allargamento ZTA, Allargamento LK e LK) lo scavo di queste sezioni deve essere parzializzato come segue:

- calotta;
- 1-2 ribassi;
- arco rovescio.

La sezione del pozzo è da scavare come sezione piena.

- Profilo

Scavo e sostegno del Camerone e Pozzo avvengono secondo le classi d'avanzamento previste nelle definizioni del piano quadro geotecnico e secondo le condizioni geotecniche realmente incontrate.

Come tipi di sostegno sono previsti calcestruzzo proiettato, reti elettrosaldate, centine e ancoraggi. Come tipo di consolidamento in avanzamento sono adottati, dove necessario, infilaggi. Se necessario il fronte è consolidato con calcestruzzo proiettato, reti elettrosaldate e ancoraggi.

In zone con elevate deformazioni dell'ammasso roccioso è possibile l'impiego di elementi deformabili in apposite aperture nello spritz.

Il comportamento sistematico degli scavi è da sorvegliare tramite un programma geotecnico di monitoraggio.

5.2 METODI DI SCAVO

Per lo scavo dell'ammasso roccioso si usano metodi di scavo che influenzino il meno possibile l'ammasso roccioso, limitando così il detensionamento dell'ammasso. In base al tipo di roccia, nella quale si adottano le rispettive classi d'avanzamento e al comportamento dell'ammasso roccioso aspettato, sono previsti i seguenti metodi di scavo.

Il metodo di scavo è definito come segue e è a scelta dell'appaltatore:

- Perforazione e brillamento

- Kombiniertes Baggern und Sprengen

Im Lockergesteinsbereich des Lüftungsschachtes, ist ein mechanisches Lösen mittels Bagger vorgesehen.

- Escavatore e brillamento in combinazione

Nella tratta in materiale sciolto nel Pozzo di Ventilazione, è previsto uno scavo meccanizzato tramite escavatore.

6 ABSCHÄTZUNG DES SYSTEMVERHALTENS IM AUSBRUCHBEREICH

Es gilt die Stabilität der Ortsbrust und der Laibung, unter Berücksichtigung eventueller Querschnittunterteilung, zu beurteilen. Weiters ist der räumliche Spannungszustand im Vortriebsbereich „ohne Sicherung“ zu ermitteln.

Die Abschätzung der Wechselwirkung „Gebirge-Hohlraum-Ausbau“ erfolgt durch Untersuchung der Änderung der Gebirgsbeanspruchung einerseits und der Modifikation der kinematischen Freiheitsgrade andererseits bei Variation der wesentlichen Einflussfaktoren. Die Einflussfaktoren sind hierbei v.a.:

- Das Gebirgsverhalten
- Die Form, Größe und Unterteilung des Ausbruchsquerschnittes
- Die Abschlagslänge
- Die Lösemethode
- Der räumliche Spannungszustand
- Das Bergwasser
- Die räumliche Entwicklung des Bauablaufes
- Stützmittel, soweit diese das Verhalten im Ausbruchsbereich beeinflussen

Die angewendeten Berechnungsverfahren sind im Kapitel 4 beschrieben.

6 VALUTAZIONE DEL COMPORTAMENTO DEL SISTEMA NELL'AREA DI SCAVO

È necessario verificare la stabilità del fronte e del cavo, tenendo conto di un'eventuale suddivisione in sezioni parzializzati. Inoltre, occorre rilevare lo stato tensionale dell'ammasso nell'area di attacco "senza sostegno".

La valutazione dell'interferenza "scavo-cavità-roccia" avviene analizzando il cambiamento dello stato tensionale da un lato, e analizzando il grado di libertà cinematica dall'altro, al variare i principali fattori di influenza. Tra questi ultimi si annoverano, in particolare:

- Il comportamento dell'ammasso
- La geometria, le dimensioni e la suddivisione della sezione di scavo
- Lo sfondo
- Il metodo di avanzamento
- Lo stato tensionale dell'ammasso
- Le venute d'acqua
- L'influenza tridimensionale dello scavo
- I sostegni, a condizioni che queste influenzino il comportamento nell'area di scavo

I metodi di calcolo applicati sono descritti nel capitolo 4.

7 DETAILFESTLEGUNG DER BAUTECHNISCHEN MASSNAHMEN UND ERMITTLUNG DES SYSTEMVERHALTENS IM GESICHERTEN BEREICH

Die Festlegung von bautechnischen Maßnahmen orientiert sich an den Erfahrungen bei Projekten mit vergleichbaren Randbedingungen und der Einschätzung des Systemverhaltens und den erforderlichen Maßnahmen zur Gewährleistung der Systemstabilität aufgrund des zu

7 INDIVIDUAZIONE DEGLI INTERVENTI COSTRUTTIVI E DETERMINAZIONE DEL COMPORTAMENTO DEL SISTEMA IN ASSENZA DI SOSTEGNI

Il metodo dell'individuazione degli interventi costruttivi si orienta principalmente sulle esperienze raccolte in altri progetti paragonabili e la valutazione del comportamento del sistema e alle esigenze per garantire la stabilità del cavo in base al probabile comportamento dell'ammasso roccioso.

erwartenden Gebirgsverhaltens. Es werden unter anderem die folgenden Einflussfaktoren berücksichtigt:

- Gebirgsverhaltenstyp unter Berücksichtigung von Gebirgsart und Überlagerung
- Form und Größe des Ausbruchsquerschnitts
- Querschnittsunterteilungen beim Ausbruch
- Ausbruchsequenzen und Längsentwicklung des Bauablaufes
- Zeitpunkt, Einbauort und zeitabhängige Wirkung der Stützmittel
- Zeitabhängige Eigenschaften des Gebirges
- Bereits ausgebrochener Querschnitt ZTA
- Nachfolgende Bauphasen

Folgende Anforderungen an das Systemverhalten wurden für die Festlegung und Dimensionierung der Stützmittel berücksichtigt:

- Die Standsicherheit in allen Bauzuständen und die Gebrauchstauglichkeit im Endzustand
- Sicherheit gegen Nachbrechen einzelner Blöcke im Vortriebsbereich
- Vermeidung bzw. Minimierung von Gebirgsauflockerung und Gebirgsentfestigung
- Verträglichkeit der geplanten Stützmassnahmen mit dem prognostizierten Verformungsverhalten
- Sicherstellen eines ausreichend nachgiebigen Ausbaues bei gleichzeitiger Begrenzung der Verschiebungen, um eine Gebirgsauflockerung und somit eine übermäßige Beanspruchung des Ausbaus zu vermeiden
- Gegebenenfalls das Einhalten der zulässigen Auswirkungen auf die Umwelt

Zum Zeitpunkt der Projekterstellung ist es für den gegenständlichen Tunnel und Schacht nicht vorgesehen, eine Innenschale einzubauen. Daraus ergibt sich für die Aussenschale die Anforderung einer erhöhten Dauerhaftigkeit um eventuell notwendige Verstärkungsmaßnahmen bzw. Sanierungsmassnahmen während der folgenden Bauphasen zu vermeiden bzw. zu minimieren.

Per l'individuazione degli interventi di adottare si considerano i seguenti fattori:

- Comportamento del terreno considerando il tipo di ammasso e la copertura.
- Dimensione della sezione tipo
- Parzializzazione durante lo scavo
- Fasi esecutive e sviluppo longitudinale dello scavo
- Momento, posizione di posa ed effetto nel tempo dei sostegni
- Caratteristiche a lungo termine dell'ammasso roccioso
- Galleria esistente ZTA
- Fasi costruttive successive

Per la definizione e il dimensionamento dei sistemi di sostegno, si è tenuto conto dei seguenti criteri principali per il comportamento del sistema.:

- la stabilità in qualsiasi condizione costruttiva e l'efficienza funzionale a lungo termine
- Sicurezza contro il distacco o lo scivolamento di singoli blocchi nell'area di scavo
- Evitare o ridurre il detensionamento e l'allentamento dell'ammasso
- Compatibilità tra le misure di sostegno progettate e tra il comportamento deformativo previsto
- la garanzia di uno scavo sufficientemente compatibile con le deformazioni, con contemporaneo contenimento degli spostamenti, per evitare un allentamento dell'ammasso, quindi un'eccessiva sollecitazione dello scavo
- Possibilmente rispettare l'impatto ammissibile sull'ambiente

Per la galleria e per il pozzo in oggetto non è prevista, al momento dell'elaborazione del presente progetto, l'installazione di un rivestimento definitivo. Di conseguenza il rivestimento esterno richiede una maggior durabilità a lungo termine per evitare o minimizzare eventuali misure di rafforzamento e misure di risanamento per le future fasi di progetto.

Daher wurden gegenüber einer „üblichen“ temporären Ausbaufestlegung (mit Einbau einer Innenschale nach relativ kurzer Zeit) die folgenden konservativen Grundsätze berücksichtigt:

- höhere Spritzbetonqualität um eine höhere Dauerhaftigkeit der Aussenschale zu erzielen
- Bemessung der Aussenschale auf volle Sicherheiten (Sicherheitsfaktor 1,35 auf der Lastseite)
- Konservative Klassifizierung des Gebirgsverhaltens und Zuordnung der Ausbautypen.

Daraus ergibt sich grundsätzlich gegenüber einer herkömmlichen Ausbaufestlegung eine generell dickere Aussenschale (um ca. 5-10cm je nach Gebirgsbeanspruchung).

Hinweis für die Ausbaufestlegung vor Ort:

Bei der Ausbaufestlegung vor Ort muss auf die oben beschriebene Anforderung einer erhöhten Dauerhaftigkeit Rücksicht genommen werden, das heißt es darf keine Optimierung / Ausreizung der Spritzbeton-Schalenstärke bei der Ausbaufestlegung, wie sonst (bei Einbau einer Innenschale) üblich, erfolgen, sondern es sind die oben beschriebenen erhöhten Anforderungen zu berücksichtigen.

Hinweis zur Dauerhaftigkeit der Spritzbetonschale:

Durch Beobachtung während der Bau- und Nutzungszeit (Beobachtungsmethode) mittels geotechnischen Messungen kann der tatsächliche Zustand der Aussenschale jedoch jederzeit beurteilt werden und gegebenenfalls Verstärkungsmassnahmen bzw. im Extremfall Sanierungsmaßnahmen festgelegt werden.

Durch die oben beschriebene Vorgangsweise bei der Ausbaufestlegung, kann die Wahrscheinlichkeit solcher zusätzlichen Maßnahmen jedoch auf ein Minimum reduziert werden.

Auf dieser Grundlage erfolgt die Ermittlung des Systemverhaltens im gesicherten Bereich in erster Linie mittels numerischen Berechnungen an charakteristischen Berechnungsquerschnitten und ergänzend mit analytischen Methoden. Das ermittelte Systemverhalten wird mit den festgelegten Anforderungen verglichen. Unter anderem wurden folgende Punkte gemäß ÖGG-Richtlinie untersucht:

Per questo motivo, confrontando il rivestimento adottato con un rivestimento temporaneo "normale" (con realizzazione del rivestimento interno dopo un periodo relativamente breve), sono stati considerati i seguenti principi conservativi.

- Qualità migliore del calcestruzzo proiettato per aumentare la durabilità a lungo termine
- Verifica del rivestimento esterno per piena sicurezza (fattore di sicurezza 1,35 lato azioni)
- Conservativa classificazione del comportamento dell'ammasso e assegnazione delle sezioni di scavo

In confronto ad una tradizionale assegnazione delle classi si arriva di seguito a uno spessore del rivestimento esterno leggermente aumentato (di circa 5-10 cm in funzione dello stato tensionale nell'ammasso).

Nota per determinare la classe d'avanzamento in cantiere:

Nel determinare le classi d'avanzamento in situ devono essere rispettate la maggior stabilità permanente sopra elencate, vale a dire non può pervenire un'ottimizzazione / portar al limite lo spessore del rivestimento in calcestruzzo proiettato, come (con realizzazione del rivestimento interno) avviene di solito, ma devono essere considerate le esigenze sopra indicate.

Nota per la maggior stabilità permanente del rivestimento in calcestruzzo proiettato.

Il controllo durante la fase di costruzione e d'esercizio (metodo osservazionale) tramite un monitoraggio geotecnico permette di valutare lo stato reale del rivestimento e se necessario di predisporre dei provvedimenti di rinforzo e in caso estremo dei provvedimenti di risanamento.

Adottando il metodo sopra descritto per definire la classe d'avanzamento, la probabilità di tali misure aggiuntive può essere ridotta a un minimo.

Questa è la base per la determinazione del comportamento del sistema nell'area consolidata, in prima linea sui calcoli numerici in sezioni di calcolo caratteristiche e successivi metodi analitici. Il comportamento del sistema viene poi confrontato con le esigenze stabilite. Tra l'altro sono stati analizzati i seguenti punti della direttiva ÖGG:

- Die Standsicherheit im Endzustand und in allen bauzuständen
- Die Einhaltung von Verschiebungen innerhalb festgelegter Toleranzen
- Erhöhte Dauerhaftigkeit

Nachfolgende grundsätzliche Überlegungen liegen der Festlegung von Ausbruch und Stützung zu Grunde:

7.1 LÜFTUNGSKAVERNE

Die nachfolgenden Festlegungen gelten sowohl für den Regelquerschnitt Typ Aufweitung ZTA und Aufweitung LK als auch für Typ LK.

Das Systemverhalten wurde für die maßgeblichen Querschnitte mittels numerischer Berechnungen untersucht und nachgewiesen. Es wurde dabei die dominierende Gebirgsart des geotechnischen Homogenbereichs, die Gebirgsüberlagerung und die Spritzbetonstärke des wahrscheinlichen Ausbautyps berücksichtigt.

7.1.1 Spritzbetonschale

Aufgrund der Querschnittsgrößen und der prognostizierten Gebirgsverhältnisse sind für die Kavernenquerschnitte Spritzbetonstärken von 30-35cm vorgesehen.

Bei günstigen Gebirgsverhältnissen (GVT 2) erfolgt in Abhängigkeit von der Gebirgsüberlagerung der Einbau einer Spritzbetonschale mit Stärken von 30 cm und zwei Lagen Bewehrung (bergseitig und hohlraumseitig), welche die Felsoberfläche versiegelt und das Lösen lockerer Felskeile verhindert.

In Gebirgsabschnitt KA2 mit höherer Gebirgsbeanspruchung (GVT 3) bei Durchörterung der Störungszone mit leicht druckhaftem Gebirgsverhalten bzw. in der Störzoned wird eine Spritzbetonschale mit einer Stärke von 35 cm und zweilagiger (berg und hohlraumseitig) Bewehrung vorgesehen.

Beim Kavernenquerschnitt LK sind Verformungsschlitz mit Stauchelementen in der Spritzbetonschale der Kalotte vorgesehen. Es kommen hier für die erste Spritzbetonschale (mit Stauchelementen) Spritzbetonstärken von 20-25 cm zur Anwendung. Nach Abklingen der Verformungen werden die Verformungsschlitz mit Spritzbeton kraftschlüssig verfüllt und es wird im Nachgang noch eine zusätzliche zweite

- Stabilität finale e per le varie fasi esecutive
- Il rispetto di deformazioni all'interno delle tolleranze stabilite.
- Stabilità migliorata a lungo termine

In più la definizione dello scavo e del sistema di sostegno si basa sulle seguenti considerazioni.:

7.1 CAMERONE DI VENTILAZIONE

Le seguenti determinazioni sono valide sia per le sezioni tipo Allargamento ZTA e Allargamento LK sia per la sezione tipo LK.

La determinazione del comportamento del sistema è esaminata e dimostrata per le principali sezioni tipo. Si tiene conto dell'ammasso roccioso prevalente, della copertura della roccia e dello spessore del betoncino proiettato per le probabili classi d'avanzamento.

7.1.1 Rivestimento in spritz-beton

A causa delle dimensioni della sezione e a causa del comportamento dell'ammasso roccioso prognosticato sono previsti spessori per il rivestimento in spritzbeton pari a 30-35 cm.

Negli ammassi rocciosi competenti (classe di roccia 2), si prevede, in funzione della copertura, uno strato di betoncino proiettato dello spessore di 30 cm e uno due strati di rete elettrosaldata (lato interno ed esterno), che sigilla la superficie rocciosa impedendo distacchi di cunei di roccia.

Nella tratta omogenea KA2 con uno stato tensionale elevato (classe di roccia GVT 3) per l'attraversamento della zona di faglia è previsto un rivestimento con betoncino proiettato dello spessore di 35 cm e rete elettrosaldato a due strati (esterna ed interna).

Per la sezione del Camerone LK sono previste aperture per deformazione con elementi deformabili nel rivestimento in calcestruzzo proiettato. Queste aperture per deformazioni sono installate nel primo strato di spritz-beton di spessore dai 20-25 cm. Dopo l'esaurimento delle deformazione, le fessure di deformazione sono da riempire con spritz-beton e in una seconda fase è da applicare la seconda fase di spritz-beton

Spritzbetonschale (mit einer Lage Bewehrung) mit einer Stärke von 10 cm aufgebracht.

Zusätzlich erfolgt eine Sicherung der Ortsbrust mit 5-10 cm Spritzbeton und einer Lage Bewehrung und mit Ortsbrustankern (Länge 8 m).

Stirnwände:

Der Ausbruch der Stirnwände erfolgt mit gewölbter Geometrie mit einem Stich. Die Sicherung der Stirnwände erfolgt mit Spritzbeton mit einer Dicke von 30 cm. Es ist eine systematische Ankerung mit einem Raster von 1,3 x 1,3 m und Ankerlängen von 4 m (Strosse II), 6 m (Strosse I) und 8 m (Kalotte) gemäß geotechnischer Erfordernis vorgesehen. Gemäß geotechnischer Erfordernis auf Basis der tatsächlich angetroffenen geologischen Verhältnisse kann der Ankerraster verdichtet und die Ankerlänge erhöht werden.

7.1.2 Systemankerung

Eine Systemankerung ist für alle Gebirgsverhaltenstypen erforderlich.

Im gegenständlichen Projekt werden jedoch auf Grund der erhöhten Anforderung an die Dauerhaftigkeit der Aussenschale Selbstbohranker eingesetzt. Diese Anker sollen während dem Bohrvorgang drehend laufend verpresst werden.

Bei nicht standfestem Bohrloch bzw. in Bereichen stark zerlegten Gebirges und Störungszonen kommen ebenfalls Selbstbohranker zum Einsatz.

7.1.3 Tunnelbögen / vorauseilende Sicherung

Bei Nachbrüchigkeit des Gebirges (GVT 2-3) und in Störungszonen (GVT 3, GVT 4-1), zur Verhinderung von größeren Nachbrüchen, werden Gitterbögen und Spieße eingebaut. Es kommen dabei ausschließlich Selbstbohrspieße zur Anwendung.

7.1.4 Abschlagslänge

Aufgrund der Querschnittsgrößen und der prognostizierten Gebirgsverhältnisse wird im gesamten Bereich des Kavernenvortriebes die maximale Abschlagslänge auf 1,0m begrenzt.

Durch den Einsatz von Gitterbögen wird eine sofortige Stützung des Gebirges erreicht. Zusätzlich erfolgt neben der Ortsbrustsicherung mit Spritzbeton und Ankern der Einsatz

(mit einer Lage Bewehrung) mit einer Stärke von 10 cm aufgebracht.

Inoltre il fronte di scavo è consolidato con 5-10 cm di calcestruzzo proiettato, uno strato di armatura e bulloni sul fronte di scavo (lunghezza 8 m).

Parete frontale:

Lo scavo delle pareti frontali avviene con una geometria concava e con una ripiegatura. Il rivestimento della parete in spritz-beton ha uno spessore di 30 cm. È prevista una bullonatura sistematica con maglia 1,3 x 1,3 m e lunghezza dei bulloni di 4 m (Ribasso II), 6 m (Ribasso I) e 8 m (Calotta) secondo le esigenze geotecniche. In accordo con le esigenze geotecniche, in base alle condizioni dell'ammasso roccioso realmente riscontrate la maglia della bullonatura può essere intensificata e la lunghezza dei bulloni può essere aumentata.

7.1.2 Ancoraggi

Per tutti i tipi di comportamento dell'ammasso roccioso è necessario un ancoraggio sistematico.

Nel presente progetto per motivi di stabilità a lungo termine del rivestimento strutturale si usano solo ancoraggi autoperforanti. Tali ancoraggi dovranno essere iniettati continuamente e rotante durante la perforazione.

In condizioni di fori instabili, nonché in zone dell'ammasso roccioso altamente fratturate e nella zona di faglia si usano anche bulloni autoperforanti.

7.1.3 Centine / preconsolidamenti

In caso di fratturazione eccedente nella classe di roccia (GVT 2-3) e nella zona di faglia (GVT3, GVT4-1) per evitare maggiori cedimenti sono previste centine reticolari e infilaggi in avanzamento. Indipendentemente dalle condizioni della roccia s'installano solo infilaggi autoperforanti.

7.1.4 Sfondo

A causa delle dimensioni delle sezioni di scavo e a causa del comportamento previsto per l'intero avanzamento del Camerone lo sfondo massimo è limitato ad 1,0m.

Per il sostegno della roccia si utilizzano centine reticolari per un sostegno immediato della roccia. In oltre alla protezione del fronte con betoncino proiettato si installano degli infilaggi

von Spießen.

7.1.5 Vortriebsablauf

Der Tunnelquerschnitt wird unterteilt in Kalotte, Strosse I, Strosse II und Sohle.

Ausbruch und Sicherung des Vortriebes erfolgt gemäß den vorgesehenen Ausbautypen und den tatsächlich angetroffenen Gebirgsverhältnissen.

Die Vortriebe werden durch geotechnische Messungen untertage begleitet.

Der Strossenvortrieb erfolgt in der Regel mit der doppelten Kalottenabschlagslänge.

Die Sohle wird mit einer Öffnungslänge von 12,00 m dem Strossenvortrieb, siehe Ausbautypen, nachgezogen, bzw. im Falle der Aufweitung ZTA wird an die bestehende Sohle. Die Sohle wird erst nach Erreichen der Vortriebsendes der Strosse II an der Kavernenstirnwand nachgezogen.

7.2 LÜFTUNGSSCHACHT

7.2.1 Spritzbetonschale

Bei günstigeren Gebirgsverhältnissen erfolgt in Abhängigkeit von der Aushubtiefe der Einbau einer Spritzbetonschale mit Stärken von 20 cm

Bei Durchörterung von Störungszonen mit leicht druckhaftem bis druckhaftem Gebirgsverhalten (GVT 3 bis GVT 4-1) wird eine Spritzbetonschale mit Stärken von 30 cm und zweilagiger (berg und hohlraumseitig) Bewehrung vorgesehen.

7.2.2 Systemankerung

Eine Systemankerung ist für alle Gebirgsverhaltenstypen erforderlich.

Im gegenständlichen Projekt werden auf Grund der erhöhten Anforderung an die Dauerhaftigkeit der Aussenschale SN-Mörtelanker eingesetzt. Bei nicht standfestem Bohrloch bzw. in Bereichen stark zerlegten Gebirges und Störungszonen kommen Selbstbohranker zum Einsatz.

7.2.3 Tunnelbögen / vorausseilende Sicherung

In Störungszonen (GVT 4-1) und am Übergang von der Lockermaterialstrecke zum Fels (GVT 9), zur Verhinderung von größeren Nachbrüchen und zur Verringerung von lokal prognostizierten Wasserzutritten, werden Gitterbögen und Spieße eingebaut. Es kommen dabei ausschließlich

in advancement.

7.1.5 Svolgimento dello scavo

La sezione della galleria è suddivisa in calotta, ribasso I, ribasso II e arco rovescio

Scavo e sostegno dell'avanzamento avviene quanto stabilito nelle classi di scavo e in esigenza alle condizioni geotecniche realmente riscontrate.

Gli avanzamenti sono affiancati da misure geotecniche in sotterraneo.

Lo scavo del ribasso avviene di norma con la doppia lunghezza rispetto alla calotta.

L'arco rovescio è da scavare con una lunghezza d'apertura di 12,00m (vedi sezioni di scavo). Nel caso dell'Allargamento ZTA il ribasso è collegato all'arco rovescio esistente. Lo scavo del arco rovescio parte con il fine avanzamento ribasso II.

7.2 POZZO DI VENTILAZIONE

7.2.1 Rivestimento in spritz-beton

Per le classi di roccia competenti è da prevedere, in funzione della profondità di scavo, un rivestimento in spritz-beton con spessore di 20cm.

Per l'attraversamento della zona di faglia (classe di comportamento GVT3 e GVT 4-1) è da prevedere un rivestimento in spritz-beton con spessore di 30 cm e con due strati di rete elettrosaldata (esterno e interno).

7.2.2 Ancoraggi

Per tutti i tipi di comportamento dell'ammasso roccioso è necessario un ancoraggio sistematico.

Nel presente progetto, per motivi di stabilità a lungo termine del rivestimento strutturale, si usano ancoraggi cementati tipo SN. In condizioni dei fori di perforazione non stabili nonché in zone dell'ammasso roccioso altamente fratturate e nella zona di faglia si prevedono bulloni autoperforanti.

7.2.3 Centine / preconsolidamenti

Nelle tratte in faglia (GVT 4-1) e al confine lito tra materiale sciolto e tra l'ammasso roccioso (GVT 9), per impedire notevoli distacchi e venute d'acqua, sono da installare centine reticolari ed infilaggi in advancement. Questi ultimi sono bulloni del tipo autoperforanti.

Selbstbohrspieße zur Anwendung.

7.2.4 Abschlagslänge

Bei einer Gebirgsbeanspruchung aus dem Vortrieb, welche geringfügig größer ist als die Gebirgsfestigkeit (GVT 3) treten nur geringe Verformungen im unteren cm-Bereich auf. Die Abschlagslänge kann unter diesen Randbedingungen 1,3 – 1,5 m betragen.

In der Lockermaterialstrecke (GVT 8) wird die Abschlagslänge durch die temporäre Stabilität der Schachtwandung bestimmt. Die Verformungen sind vernachlässigbar. Die Abschlagslänge kann unter diesen Randbedingungen 1,0 – 1,3 m betragen.

In Störungszonen (GVT 4-1) und am Übergang von der Lockermaterialstrecke zum Fels (GVT 9), sind die Verformungen maßgebend für das Gebirgsverhalten und es kann zu großvolumigen Ausbrüchen aus der Laibung kommen.

Die Abschlagslängen werden daher für diese Gebirgsbereiche auf 1,0 m reduziert.

7.2.5 Vortriebsablauf

Der Schachtquerschnitt wird im Vollprofil abgeteuft. Ausbruch und Sicherung des Vortriebes erfolgt gemäß den vorgesehenen Ausbautypen und den tatsächlich angetroffenen Gebirgsverhältnissen.

Der Vortrieb wird durch geotechnische Messungen untertage begleitet.

7.2.4 Sfondo

Per sollecitazioni leggermente superiori a quelle dell'ammasso roccioso (comportamento GVT 3) si aspettano deformazioni nell'ordine del centimetro. Lo sfondo massimo quindi va da 1,3 – 1,5 m.

Nella tratta in materiale sciolto (GVT 8) lo sfondo massimo dipende dalla stabilità temporanea della parete del pozzo. Quindi lo sfondo massimo va da 1,0 – 1,3m.

Nelle tratte in faglia (GVT 4-1) e al confine lito tra materiale sciolto e tra l'ammasso roccioso (GVT 9), dove le deformazioni determinano il comportamento dell'ammasso, c'è la possibilità di distacchi voluminosi dalla parete.

Lo sfondo massimo per questo tratto omogeneo quindi è da limitare a 1,0m.

7.2.5 Svolgimento dello scavo

Il pozzo viene scavato a piena sezione. Lo scavo e la messa in sicurezza della sezione avviene secondo le sezioni di scavo previste e in base alle condizioni dell'ammasso roccioso realmente riscontrate.

Gli avanzamenti sono affiancati da misure geotecniche in sotterraneo.

8 KRITERIEN ZUR AUSBAUFESTLEGUNG

8.1 ALLGEMEINES

Die Kriterien zur Ausbaufestlegung sind, wie im Tunnelbautechnischen Rahmenplan angegeben und auf das Systemverhalten im Ausbruchbereich abgestimmt.

Ein grundsätzliches Kriterium stellt dabei die Anforderung einer erhöhten Dauerhaftigkeit an die Spritzbetonschale dar, siehe dazu auch unter Kapitel 7.

In der Lüftungskaverne und im Schacht ist die Lage von möglichen Störzonen durch die geologische Prognose und durch den bereits aufgefahrenen Zugangstunnel Ahrental erfasst und in der Ausbaufestlegung bzw. Verteilung der Ausbautypen entsprechend berücksichtigt.

8.2 LÜFTUNGSKAVERNE

Die angeführten Kriterien gelten sowohl für den Querschnitt der Aufweitung des bestehenden Zugangstunnels Ahrental, für den Querschnitt der Aufweitung der Lüftungskaverne als auch für die Querschnitte der Lüftungskaverne selbst.

8.2.1 Kriterien für den Ausbruch der Kalotte und der Strossen

Für die Querschnitte der Lüftungskaverne werden in Abhängigkeit der prognostizierten Gebirgsart und der charakteristischen Gebirgskennwerte in Abhängigkeit von der vorhandenen Gebirgsüberlagerungen ein zugehöriges Gebirgsverhalten prognostiziert

Aus der Kombination mit der Abschätzung des Gebirgsverhaltens im ungestützten Ausbruchsbereich und den Anforderungen an das Systemverhalten werden die wahrscheinlichen Ausbautypen bzw. Mindestvorgaben für die Ausbaufestlegung den bau-technisch-geotechnischen Homogenbereichen zugeordnet.

Dieser Mindestausbau wird im Geotechnischen Rahmenplan für die definierten Homogenbereiche festgelegt bzw. dargestellt.

Für nachbrüchiges (gefügebedingte Ausbrüche) Gebirge (GVT 2) sind Ablösungen und Blockbildungen aufgrund des angetroffenen Trennflächengefüges und der vorgegebenen Ausbruchsgometrie maßgebend für die Ausbaufestlegung.

8 CRITERIO PER LA SCELTA DELLA SEZIONE DI SCAVO

8.1 GENERALITÀ

I criteri per la definizione dello scavo, come indicato nel programma quadro per la realizzazione di opere in sotterraneo, sono da ricondursi al comportamento del sistema nell'area di scavo.

Un criterio principale é l'esigenza della stabilità a lungo termine del rivestimento in calcestruzzo proiettato, vedi anche capitolo 7.

Per il Camerone e per il Pozzo di Ventilazione sono stati rilevati possibili zone di faglia tramite la previsione geologica e in fase di scavo della Galleria di Accesso Ahrental già esistente e di seguito considerate nelle sezioni di scavo rispettivamente nella distribuzione dei tipi di sostegno e classi d'avanzamento.

8.2 CAMERONE DI VENTILAZIONE

I criteri sopra elencati sono validi sia per le sezioni tipo Allargamento Galleria di Accesso Ahrental, sia per l'Allargamento del Camerone di Ventilazione e sia per lo stesso Camerone di Ventilazione.

8.2.1 Criteri per lo scavo della calotta e dei ribassi

Per le sezioni del Camerone di Ventilazione si prevede un comportamento dell'ammasso in funzione del tipo di ammasso prognosticato e dei parametri caratteristici dell'ammasso in funzione della copertura esistente.

Dalla combinazione con la stima del comportamento senza sostegno e le esigenze del comportamento di roccia sono assegnati i probabili tipi di sostegno rispettivamente i requisiti minimi per la determinazione del sostegno in base alle zone omogenee tecnico costruttivi-geotecniche.

Il sostegno minimo viene definito e riportato nel quadro geotecnico per le zone omogenee.

Per le rocce friabili (frantumazioni di struttura - classe di roccia GVT 2), sono determinanti, per la definizione del tipo di sostegno e per la geometria di scavo, i distacchi e le formazioni di blocchi.

Die Hohlraumverformungen sind für die Ausbaufestlegung nicht entscheidend. Aufgrund der Nachbrüchigkeit ist der Hohlraum möglichst rasch mit Spritzbeton zu versiegeln und mittels Spießen vorrauszusichern.

Für den GVT 3 ist mit einer Gebirgsentfestigung bei starker Zerlegung zu rechnen und die Ausbildung einer hohlraumnahe Bruchzone zu erwarten. Die Verformungen können wegen ihres relativ geringen Ausmaßes nur ergänzend als Kriterium dienen.

8.2.2 Kriterien für die Wahl des Sohlausbaues

Analog zum bereits bestehenden Zugangstunnel Ahrental, bei dem im betreffenden Bereich ein tiefes Sohlgewölbe ausgebrochen wurde, wird im gesamten Projektabschnitt ein tiefes Spritzbetonsohlgewölbe zur Ausführung kommen.

Im Bereich der Aufweitung ZTA wird die Spritzbetonschale der Strosse I bzw. II an das bestehende Sohlgewölbe des Zugangstunnels angeschlossen.

8.3 LÜFTUNGSSCHACHT

8.3.1 Kriterien für den Aushub des Schachtes

Für den GVT 3, der überwiegend in der parallelen Störungszone im unteren Bereich des Schachtes erwartet wird, ist mit einer Gebirgsentfestigung bei starker Zerlegung zu rechnen und somit eine hohlraumnahe Bruchzone zu erwarten. Ein Herausgleiten großvolumiger Kluftkörper aus der Schachtlabung im ungestützten Bereich ist möglich. Die Verformungen können wegen ihres relativ geringen Ausmaßes nur ergänzend als Kriterium dienen.

Für den GVT 4-1, der in den parallelen bzw. sub-parallelen Störungszonen erwartet wird (oberer und mittlerer Schachtbereich), sind vor allem spannungsbedingte tiefreichende Entfestigung bzw. Plastifizierung des Gebirges mit großen Deformationen und großvolumige Ausbrüche aus der Labung als Kriterium heranzuziehen. Die im Rahmenplan angegebenen Radialverformungen beziehen sich dabei auf den Ausbruch des Gesamtquerschnitts.

In den fault gouge Bereichen ist bei Wasserzutritt Tonmineralquellen möglich (GVT 10 möglich). Für diesen Bereich und für den Übergang vom Lockermaterial zum Fels (GVT 8/9) ist die Schachtwandung möglichst rasch mit Spritzbeton zu versiegeln und mittels Spießen vorrauszusichern, um Wasserzutritte in den Schachtbereich zu begrenzen.

Le Deformationen del cavo, invece, non sono fondamentali. Considerata la friabilità della roccia, la cavità deve essere messa in sicurezza il più presto possibile con spritz-beton e di consolidarla con infillaggi in avanzamento.

Nella classe di roccia GVT 3 si può facilmente assumere la presenza di un cedimento con forte disgregazione e formazione di una zona di rottura in prossimità del cavo. Le deformazioni, considerate le loro dimensioni relativamente ridotte, possono fungere solo da criterio secondario.

8.2.2 Criteri per la scelta del tipo di arco rovescio

In analogia alla Galleria di Accesso Ahrental esistente, la quale è stata scavata nella zona interessata con un arco rovescio, si prevede per l'intera tratta di progetto un'arco rovescio profondo.

Nella zona dell'Allargamento ZTA il rivestimento del ribasso I e II è da collegare al rivestimento di prima fase della Galleria esistente ZTA.

8.3 POZZO DI VENTILAZIONE

8.3.1 Criteri per lo scavo del pozzo

Per la classe di comportamento GVT 3, che è stata prognosticata per la faglia parallela nella zona inferiore del pozzo, si prevedono fenomeni di detensionamento dell'ammasso con un elevato grado di frantumazione e quindi delle sovrassollecitazioni nelle vicinanze della cavità. Inoltre c'è la possibilità di uno scivolamento di corpi fratturati in assenza di mezzi di sostegno. A causa delle piccole deformazioni sono solo un criterio aggiuntivo.

La classe di comportamento GVT 4-1, che è stata prognosticata per le zone di faglia parallele e sub-parallele (parte superiore e parte centrale del pozzo), è caratterizzata da notevoli detensionamenti e plasticizzazioni della roccia dovuti alla tensione accompagnate da grandi deformazioni così come distacchi di massi di notevole volume dalla cavità. Le deformazioni radiali indicate si riferiscono allo scavo della sezione piena.

Nelle gouge di faglia in caso di venute d'acqua è possibile che appaiano delle sorgenti termali argillose. (GVT 10 possibile). Per questa tratta e per il confine lito tra materiale sciolto e tra l'ammasso roccioso (GVT 8/9) la parete del pozzo è da chiudere il presto possibile con spritz-beton e da consolidare con infillaggi in avanzamento, per limitare eventuali venute d'acqua nell'intradosso della sezione.

9 TUNNELBAUTECHNISCHER RAHMENPLAN

9.1 ALLGEMEINES

Der Tunnelbautechnische Rahmenplan wurde in tabellarischer Form erstellt und liegt der Ausschreibung als Anhang bei. Er dient gemäß ÖGG Richtlinie der übersichtlichen Darstellung der Ergebnisse der Geotechnischen Planung und beinhaltet im gegenständlichen Fall folgende Angaben:

- Einteilung der Vortriebe nach Gebirgsarten und Überlagerungshöhe bzw. Ausbruchtiefe in bautechnisch – geotechnisch gleichartige bzw. ähnliche Bereiche (Homogenbereiche).
- Zuordnung der jeweiligen Gebirgsarten (bzw. Störungszonen) und Überlagerungsbereiche zum Systemverhalten im ungesicherten Ausbruchsbereich
- Mindestvorgaben für Ausbruch und Stützmaßnahmen
- Warnwerte
- Zusätzliche Maßnahmen beim Erreichen der Warnwerte

Die Kombination dieser Bereiche (illustriert durch Querschnitt und Längsschnitt) sind charakteristische Kennwerte zugeordnet, die gemeinsam mit der Überlagerung das Systemverhalten im Ausbruchsbereich bestimmen. Aus der Kombination der Parameter wurde abgeleitet, mit welcher Stützung das Systemverhalten im Ausbruchsbereich in der Regel („wahrscheinlich“) beherrscht wird.

Die angeführten Maßnahmen für Ausbruch und Stützung sind als Mindestanforderungen zu betrachten, vor Ort festzulegende Stützmittel sind getrennt angegeben. Die Grenzwerte der Warnstufe beziehen sich auf die jeweils beschriebene Ausbaufestlegung.

Wie bereits oben erwähnt, stellen die im tunnelbautechnischen Rahmenplan angeführten Maßnahmen Mindestanforderung der Stützmittel dar. Die in

9 PROGRAMMA QUADRO PER LA REALIZZAZIONE DI OPERE IN SOT- TERRANEO

9.1 GENERALITÀ

Il programma quadro per la realizzazione delle opere in sotterraneo è stato elaborato in forma tabellare ed è riportato come allegato alla presente relazione. In conformità alla direttiva ÖGG, tale programma mira a offrire una rappresentazione di insieme dei risultati della progettazione geotecnica e comprende, nel caso di specifico, i seguenti dati:

- Suddivisione degli scavi secondo tipo di ammasso e copertura in tratte simili o affini (aree omogenee)
- assegnazione dei tipi di ammasso (nonché faglie) al comportamento del sistema nell'area di scavo in assenza di sostegno
- valori predefiniti relativi allo scavo e agli interventi di sostegno
- valori di soglia
- misure aggiuntive da effettuare al raggiungimento dei valori di soglia

Alle combinazioni di queste aree (illustrate con sezioni trasversali e longitudinali) sono assegnati valori caratteristiche che, assieme alla copertura, definiscono il comportamento nell'area di scavo. A partire dalla combinazione dei parametri è stato possibile determinare con quale tipo di sostegno di norma ("probabilmente") si domina il comportamento del sistema nell'area di scavo.

Gli interventi indicati per lo scavo e il sostegno sono da intendersi come prescrizioni minime, cui vanno ad aggiungersi le opere di rinforzo da stabilirsi durante l'esecuzione, che sono indicate separatamente. I valori limite di soglia si riferiscono alla definizione dello scavo di volta in volta descritta.

Come nominato sopra, i provvedimenti elencati nelle linee guida, s'intendono come provvedimenti minimi del tipo di sostegno. La prognosi delle classi d'avanzamento raffigurato

den geotechnischen Längenschnitten dargestellte Prognose der Ausbautypen hingegen, stellt eine aufgrund der geotechnischen Einschätzung des Gebirges erstellte, voraussichtliche Verteilung der Ausbautypen dar.

Diese Prognose berücksichtigt auch eventuelle Abweichungen vom tunnelbautechnischen Rahmenplan, welche aufgrund günstigerer bzw. ungünstigerer Gebirgsverhältnisse möglich ist. Daraus können sich Unterschiede in der Ausbautypenzuordnung zwischen tunnelbautechnischem Rahmenplan und geotechnischem Längenschnitt ergeben.

Die tatsächlich zur Anwendung kommenden Ausbautypen und eingebauten Stützmittel sind jedenfalls gemäß den tatsächlich angetroffenen geologischen Bedingungen in Abstimmung mit dem AG (Geotechniker vor Ort) und unter Berücksichtigung der geotechnischen Messergebnisse festzulegen.

Die Mindestanforderungen gemäß geotechnischem Rahmenplan sind zu befolgen.

Das wirtschaftliche Optimieren der Stützmaßnahmen ist von den Warnkriterien abzuleiten. Liegen die Beobachtungen deutlich unter der Warnstufe, können unter Umständen die Stützmaßnahmen in Abstimmung mit dem AG auch zurück genommen werden.

Es wird jedoch nochmals darauf hingewiesen (siehe auch unter Punkt 7), dass aufgrund der Anforderung der erhöhten Dauerhaftigkeit der Spritzbetonschale, hinsichtlich der festzulegenden Spritzbetonstärke eine höhere Sicherheit, dass heißt eine geringere Auslastung der Spritzbetonschale im Gebrauchszustand, zu berücksichtigen ist.

Dies wird sich im Allgemeinen, verglichen zu einer üblichen Klassifizierung (als temporäre Aussenschale mit folgender Innenschale), in einer höheren Spritzbetonstärke um ca. 5-10cm (je nach Gebirgsverhalten bzw. Gebirgsbeanspruchung) auswirken.

In Störzonen ist mit einer Kombination von Bereichen mit unterschiedlichen charakteristischen Kennwerten zu rechnen.

Eine teilweise Lokalisierung der Störzonen in den einzelnen Gebirgsbereichen ist gemäß geologischem Gutachten, mit einer gewissen Prognoseunsicherheit, vorgegeben.

nelle sezioni longitudinali geotecnici invece rappresenta una probabile distribuzione delle classi d'avanzamento basato sulla valutazione geotecnica dell'ammasso roccioso.

Tale prognosi tiene anche conto di possibili variazioni del piano-quadro tecnico di galleria, siccome le condizioni dell'ammasso roccioso possono essere migliori o peggiori. Da questo fatto ci possono essere delle variazioni nell'assegnazione della classe di scavo fra il piano-quadro tecnico di galleria e la sezione longitudinale geotecnica.

Le classi d'avanzamento e i tipi di sostegno realmente installati sono in ogni caso da stabilire in luogo secondo le condizioni geologiche realmente riscontrate in accordo con il committente (geotecnico sul luogo) e considerando anche le misurazioni delle convergenze.

I requisiti minimi secondo il programma quadro devono essere rispettate.

L'ottimizzazione in termini economici delle opere di sostegno è connessa ai valori di soglia. Se dalle osservazioni risulta che si è chiaramente di sotto il valore di soglia, in accordo con il committente è possibile ridurre gli interventi di sostegno.

Si rammenta nuovamente (vedi anche punto 7), dato l'esigenza di una maggior stabilità a lungo termine del rivestimento in calcestruzzo proiettato, per quanto riguarda lo spessore del calcestruzzo proiettato, deve essere considerato un maggiore livello di sicurezza, vale a dire ridotte tensioni del rivestimento in calcestruzzo.

Questo, in confronto alla classificazione normale (rivestimento esterno temporaneo con successivo rivestimento interno) si manifesta, in un maggior spessore del calcestruzzo proiettato pari a 5-10 cm (in base al comportamento della roccia e sollecitazioni della roccia).

In zone di faglia bisogna tenere conto di una combinazione di aree con valori caratteristici diversi.

La relazione geologica-geotecnica contiene una parziale localizzazione delle zone di faglia. Si sottolinea però che queste indicazioni hanno una certa imprecisione.

9.2 WARNWERTE

9.2 VALORI DI SOGLIA

Im gegenständlichen Projekt wird ein Warnwert definiert, der als Grenze für einen möglichen Einsatz von Zusatzmaßnahmen heranzuziehen ist.

Es wird darauf hingewiesen, dass Zusatzmaßnahmen nicht unbedingt erforderlich sind, wenn der Warnwert im Einzelfall, z.B. ein Überschreiten der Deformationsgrenze an einem Messquerschnitt, überschritten wird.

Bei gefügebedingten Nachbrüchen und Hohlraumnaher Überbeanspruchung sind das Ausmaß der Nachbrüche, die unmittelbar vor dem Abschlag abgeschätzt werden müssen, maßgebend für die Ausbaufestlegung. Warnzeichen sind z.B. Risse im Spritzbeton und die Beanspruchung der Ankerplatten.

Neben den Radialdeformationen, die einen laufenden Vergleich (Soll-Ist-Vergleich) mit den Grenzwerten zulassen, sind weitere Warnkriterien (wie z. Bsp. Rissbildung) angegeben, die bei der Festlegung der Stützmaßnahmen zu beachten sind.

Nel presente progetto viene definito un valore di soglia, da prendersi come riferimento per una possibile adozione di misure aggiuntive.

Si precisa che tali misure aggiuntive non sono sempre necessariamente un criterio quando, nel caso specifico, si superi il valore soglia, per esempio, il limite di deformazione in una sezione di misura.

In caso di distacchi strutturali della roccia e sovrasollecitazioni in prossimità del cavo, l'entità di tali cedimenti, che devono essere valutati prima dell'abbattimento, sono determinanti per la scelta dei sostegni. Alcuni segnali "di allarme" sono rappresentati da fessure nel betoncino e dal tasso di lavoro delle piastre di ancoraggio.

Oltre alle deformazioni radiali, che consentono un confronto continuo con i valori limite (confronto tra valori teorici e reali), sono indicati anche altri criteri, (quale la formazione di fessure e crepe), da considerarsi ai fini della definizione dei sostegni e consolidamenti.

10 ERMITTLUNG DER AUSBAUTYPEN

Es gilt die ÖNORM B2203-1.

10.1 VORTRIEB LÜFTUNGSKAVERNE

10.1.1 Aufweitung Zugangstunnel Ahrental (ZTA)

10 DEFINIZIONE DELLE SEZIONI DI SCAVO

Si fa riferimento alla ÖNORM B 2203-1.

10.1 AVANZAMENTO CAMERONE DI VENTILAZIONE

10.1.1 Allargamento Galleria di Accesso Ahrental (ZTA)

Typ / tipo: Aufweitung ZTA / Allargo ZTA, km 0+697,236			Löseart / tipo di allentamento: unabhängig von Lösemethode / indipendentemente dal tipo		
Kalotte / Calotta			Strosse I / Ribasso I		
Ausbautyp sezione tipo	Abschlagslänge Sfondo massimo [m]	Sütmittelsumme Somma consolidamenti	Ausbautyp sezione tipo	Abschlagslänge Sfondo massimo [m]	Sütmittelsumme Somma consolidamenti
Ausbautyp 1	> 0.8 - 1.0	431,54	Ausbautyp 1	> 1.6 - 2.0	127,48
Typ / tipo: Aufweitung ZTA / Allargo ZTA, km 0+697,236			Löseart / tipo di allentamento: unabhängig von Lösemethode / indipendentemente dal tipo		
Strosse II / Ribasso II			Sohle / Arco Rovescio (1)		
Ausbautyp sezione tipo	Abschlagslänge Sfondo massimo [m]	Sütmittelsumme Somma consolidamenti	Ausbautyp sezione tipo	Abschlagslänge Sfondo massimo [m]	
Ausbautyp 1	> 1.6 - 2.0	18,07			

(1) Anschluss an bestehendes Sohlgewölbe des ZTA /

(1) Connessione all'arco rovescio esistente del ZTA

10.1.2 Aufweitung Lüftungskaverne (LK)

10.1.2 Allargamento Camerone di Ventilazione (LK)

Typ / tipo: Aufweitung LK / Allargo LK, km 0+716,237			Löseart / tipo di allentamento: unabhängig von Lösemethode / indipendentemente dal tipo di scavo		
Kalotte / Calotta			Strosse I / Ribasso I		
Ausbautyp sezione tipo	Abschlagslänge Sfondo massimo [m]	Sütmittelsumme Somma consolidamenti	Ausbautyp sezione tipo	Abschlagslänge Sfondo massimo [m]	Sütmittelsumme Somma consolidamenti
Ausbautyp 1	> 0.8 - 1.0	688,02	Ausbautyp 1	> 1.6 - 2.0	170,44
Typ / tipo: Aufweitung LK / Allargo LK, km 0+716,237			Löseart / tipo di allentamento: unabhängig von Lösemethode / indipendentemente dal tipo di scavo		
Strosse II / Ribasso II			Sohle / Arco Rovescio		
Ausbautyp sezione tipo	Abschlagslänge Sfondo massimo [m]	Sütmittelsumme Somma consolidamenti	Ausbautyp sezione tipo	Abschlagslänge Sfondo massimo [m]	
Ausbautyp 1	> 1.6 - 2.0	126,08	Ausbautyp 1	> 6.4 - 8.0	

10.1.3 Lüftungskaverne (LK)

10.1.3 Camerone di Ventilazione (LK)

Typ / tipo: LK			Löseart / tipo di allentamento: unabhängig von Lösemethode / indipendentemente dal tipo di scavo		
Kalotte / Calotta			Strosse I / Ribasso I		
Ausbautyp sezione tipo	Abschlagslänge Sfondo massimo [m]	Sütmittelsumme Somma consolidamenti	Ausbautyp sezione tipo	Abschlagslänge Sfondo massimo [m]	Sütmittelsumme Somma consolidamenti
Ausbautyp 1	> 0.8 - 1.0	823,44	Ausbautyp 1	> 1.6 - 2.0	168,23
Ausbautyp 2	> 0.8 - 1.0	1281,68	Ausbautyp 2	> 1.6 - 2.0	210,82
Typ / tipo: LK			Löseart / tipo di allentamento: unabhängig von Lösemethode / indipendentemente dal tipo di scavo		
Strosse II / Ribasso II			Sohle / Arco Rovescio		
Ausbautyp sezione tipo	Abschlagslänge Sfondo massimo [m]	Sütmittelsumme Somma consolidamenti	Ausbautyp sezione tipo	Abschlagslänge Sfondo massimo [m]	
Ausbautyp 1	> 1.6 - 2.0	171,19	Ausbautyp 1	> 6.4 - 8.0	
Ausbautyp 2	> 1.6 - 2.0	218,23	Ausbautyp 2	> 6.4 - 8.0	

10.2 AUSHUB LÜFTUNGSSCHACHT

10.2 SCAVO DEL POZZO DI VENTILAZIONE

Typ / tipo: Schacht / Pozzo		
Löseart / tipo di allentamento: Baggern und Sprengen / scavo con escavatore e brillamento		
Vollausbruch / sezione piena		
Ausbautyp sezione tipo	Abschlagslänge Sfondo massimo [m]	Sütmittelsumme Somma consolidamenti
AT-1	> 1.3 - 1.5	162,53
AT-2	> 0.8 - 1.0	634,02
AT-3	> 1.0 - 1.3	239,32

11 PROGNOTIZIERTE VERTEILUNG DER AUSBAUTYPEN

Im Folgenden wird die im Zuge der geotechnischen Planung ermittelte wahrscheinliche Verteilung der Ausbautypen auf Basis der geologischen Prognose dargestellt.

Die Festlegung von Ausbruch und Sicherung des Vortriebs erfolgt vor Ort in Abstimmung mit dem AG gemäß den tatsächlich angetroffenen geotechnischen Verhältnissen. Daraus ergeben sich im Zuge des Vortriebs die tatsächlich zur Ausführung kommenden Längen der einzelnen Ausbautypen.

11.1 VORTRIEB LÜFTUNGSKAVERNE

11.1.1 Aufweitung Zugangstunnel Ahrental (ZTA)

Typ / tipo: Aufweitung ZTA / Allargo ZTA			Löseart / tipo di allentamento:	unabhängig von Lösemethode / indipendentemente dal tipo
Kalotte / Calotta	Strosse I / Ribasso I	Strosse II / Ribasso II	Sohle / Arco rovescio	Prognostizierte Vortriebslänge / Lunghezza di avanzamento prognosticata
Ausbautyp sezione tipo	Ausbautyp sezione tipo	Ausbautyp sezione tipo	Ausbautyp sezione tipo	
Ausbautyp 1	Ausbautyp 1	Ausbautyp 1		30,65 m

11.1.2 Aufweitung Lüftungskaverne (LK)

Typ / tipo: Aufweitung LK / Allargo LK			Löseart / tipo di allentamento:	unabhängig von Lösemethode / indipendentemente dal tipo di scavo
Kalotte / Calotta	Strosse I / Ribasso I	Strosse II / Ribasso II	Sohle / Arco rovescio	Prognostizierte Vortriebslänge / Lunghezza di avanzamento prognosticata
Ausbautyp sezione tipo	Ausbautyp sezione tipo	Ausbautyp sezione tipo	Ausbautyp sezione tipo	
Ausbautyp 1	Ausbautyp 1	Ausbautyp 1	Ausbautyp 1	7,35 m

11.1.3 Lüftungskaverne (LK)

Typ / tipo: LK			Löseart / tipo di allentamento:	unabhängig von Lösemethode / indipendentemente dal tipo di scavo
Kalotte / Calotta	Strosse I / Ribasso I	Strosse II / Ribasso II	Sohle / Arco rovescio	Prognostizierte Vortriebslänge / Lunghezza di avanzamento prognosticata
Ausbautyp sezione tipo	Ausbautyp sezione tipo	Ausbautyp sezione tipo	Ausbautyp sezione tipo	
Ausbautyp 1	Ausbautyp 1	Ausbautyp 1	Ausbautyp 1	50,30 m
Ausbautyp 2	Ausbautyp 2	Ausbautyp 2	Ausbautyp 2	55,00 m

11 PREVISIONE PER LA DISTRIBUZIONE DELLE SEZIONI DI SCAVO

Segue la distribuzione probabile delle sezioni di scavo in base alla progettazione geotecnica.

Scavo e sostegno dell'avanzamento avviene quanto stabilito nelle sezioni di scavo e in esigenza alle condizioni geotecniche realmente riscontrate in accordo con il committente. Per questo motivo durante gli scavi si hanno le vere lunghezze delle classi d'avanzamento.

11.1 AVANZAMENTO CAMERONE DI VENTILAZIONE

11.1.1 Allargamento Galleria di Accesso Ahrental (ZTA)

11.1.2 Allargamento Camerone di Ventilazione (LK)

11.1.3 Camerone di Ventilazione (LK)

11.2 AUSHUB LÜFTUNGSSCHACHT

11.2 SCAVO DEL POZZO DI VENTILAZIONE

Typ / tipo: Schacht / Pozzo	
Löseart / tipo di allentamento:	Baggern und Sprengen / scavo con escavatore e brillamento
Vollausbruch / sezione piena	
Ausbautyp sezione tipo	Prognostizierte Vortriebslänge / Lunghezza di avanzamento prognosticata
AT-1	62,37 m
AT-2	31,30 m
AT-3	77.98 m