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

AUSBAU EISENBAHNACHSE MÜNCHEN-VERONA

BRENNER BASISTUNNEL

Ausschreibungsphase

POTENZIAMENTO ASSE FERROVIARO MONACO-VERONA

GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO

Fase d`appalto

Fachbereich GEO-HYDRO
Settore GEO-HYDRO

Projekteinheit Geologisch-Hydrogeologisch-Geomechanische Planung	Unità di progetto Progettazione geologica-idrologica-geomeccanica
Dokumentenart Technischer Bericht	Tipo Documento Relazione tecnica
Dokumenteninhalt Gebirgsarten, Gebirgsverhaltenstypen – Lüftungskaverne Zugangstunnel Ahrental und Lüftungsschacht Patsch	Contenuto documento Tipi di ammassi rocciosi, tipi di comportamento di ammassi rocciosi – Camerone di ventilazione Ahrental e pozzo di ventilazione Patsch

Planer / Progettista

Galleria di Base del Brennero
Brenner Basistunnel BBT SE

	Datum / data	Name / nome
Bearbeitet / elaborato	27.05.2013	GPT Reinhold
Geprüft / verificato		
Freigegeben / autorizzato	27.05.2013	John
Planfreigabe Projektleitung / delibera direzione progetto		
Masstab / scala	-	

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

Amraser Str. 8 • A-6020 Innsbruck
Tel.: +43 512 4030 • Fax: +43 512 4030-110

Email: bbt@bbt-se.com • www.bbt-se.com

Projekt-kilometer / progressiva di progetto	von / da bis / a bei / al	Bau-kilometer / Chilometro opera	von / da bis / a bei / al
Status Dokument / Stato documento	freigegeben		

Staat Stato	Los Lotto	Einheit Unità	Nummer Numero	Dokumentenart Tipo Documento	Vertrag Contratto	Nummer Codice	Revision Revisione
01	GH4	GP	001	GTB	--	00001	06

Bearbeitungsstand
Stato di elaborazione

Revision ***Revisione***	**Änderungen /** ***Cambiamenti***	**Verantwortlicher Änderung /** ***Responsabile modifica***	**Datum /** ***Data***
00	Erstausgabe / Prima edizione	Rn	20.03.2013
01	Überarbeitung nach Review Dr. John	Rn	05.04.2013
02	Überarbeitung nach Review rev01 Dr. John	Rn	08.04.2013
03	Überarbeitung nach Review rev02 Dr. John	Rn	15.04.2013
04	Einarbeitung Erkenntnisse aus Bohrung Pa-B-02/13	Rn	17.05.2013
05	Überarbeitung nach Review rev04 Dr. John	Rn	24.05.2013
06	Überarbeitung nach Review rev05 Dr. John	Rn	27.05.2013

INHALT CONTENTO

1 AUFGABENSTELLUNG 8

2 GELTUNGSBEREICH 8

3 GRUNDLAGEN 8

3.1 LITERATUR 8
3.2 ZUGEHÖRIGE DOKUMENTE 9
3.3 DEFINITIONEN 9
3.3.1 Bezeichnung der Homogenbereiche 9
3.3.2 Geotechnische Homogenbereiche 9
3.3.3 Joints / faults 9
3.3.4 System zur Bezeichnung der Gebirgsarten 10
3.4 GESTEINSKENNWERTE 10
3.5 LOKALISIERUNG DER STÖRUNGSZONEN 11
3.6 STÖRUNGSGESTEINE 12
3.7 STÖRUNGSSYSTEME 14
3.8 GEOTECHNISCHE RELEVANZ VON STÖRUNGEN 15

4 KURZBESCHREIBUNG GEBIRGSART UND GEBIRGSVERHALTEN 16

4.1 GEBIRGE 16
4.1.1 Gebirgsart 16
4.1.2 Gebirgsverhalten Kaverne 17
4.1.3 Gebirgsverhalten Schacht 18
4.2 STÖRUNGSZONEN 21
4.2.1 SZ-IQP-n-f061c 21
4.2.2 SZ-IQP-ZTA-f774 24
4.2.3 SZ-IQP-A1 25

5 DATENBLÄTTER 27

5.1 GEBIRGSARTEN GA 27
5.1.1 GA IQP-QP-1a-KSA 28
5.1.2 GA IQP-QPjrm-1a-KSA 31
5.1.3 GA FS-KSA 34
5.1.4 GA SZ-IQP-n-f061c-(oberer Bereich) 37
5.1.5 GA SZ-IQP-n-f061c-(unterer Bereich) 42
5.1.6 GA SZ-IQP-ZTA-f774 45
5.1.7 GA SZ-IQP-A1 47
5.2 GEBIRGSVERHALTENSTYPEN (GVT) 49
5.2.1 IQP-QP-1a-KA-GVT2 50
5.2.2 IQP-QPjrm-1a-KA-GVT3 52
5.2.3 IQP-QPjrm-1a-SP-GVT3 54
5.2.4 FS-SP-GVT8/(9) 56
5.2.5 SZ-IQP-n-f061c-KA-GVT3 58
5.2.6 SZ-IQP-n-f061c-SPo- GVT4-1 / GVT10 60
5.2.7 SZ-IQP-n-f061c-SPu-GVT3 62

5.2.8 SZ-IQP-ZTA-f774-GVT3 64
5.2.9 SZ-IQP-A1-SP-GVT3 66
5.2.10 SZ-IQP-n-f061c+A1-SP-GVT4-1 (GVT10) (Verschnittbereich) 68
5.3 ÜBERSICHTSTABELLE DER EIGENSCHAFTEN UND PARAMETER DES GEBIRGES UND DER STÖRUNGSZONEN 70
5.3.1 Gebirge 70
5.3.2 Störungszonen 72

1 MANSIONI 8

2 INTERVALLO DI VALIDITÁ 8

3 BASI 8

3.1 BIBLIOGARFIA 8
3.2 DOCUMENTI APPARTENENTI 9
3.3 DEFINIZIONI 9
3.3.1 Denominazione delle zone omogenee 9
3.3.2 Zone omogenee geotecniche 9
3.3.3 Joints / faults 9
3.3.4 Sistema per la denominazione delle tipologie di ammasso roccioso 10
3.4 PARAMETRI GEOTECNICI DELLA ROCCIA 10
3.5 LOCALIZZAZIONE DELLE ZONE DI FAGLIA 11
3.6 ROCCE DI FAGLIA 12
3.7 SISTEMI DI FAGLIA 14
3.8 RILEVANZA GEOTECNICA DI FAGLIE 15

4 DESCRIZIONE SINTETICA TIPOLOGIA E COMPORTAMENTO DELL'AMMASSO ROCCIOSO 16

4.1 AMMASSO ROCCIOSO 16
4.1.1 Tipologia dell'ammasso roccioso 16
4.1.2 Comportamento dell'ammasso roccioso camerone 17
4.1.3 Comportamento dell'ammasso roccioso pozzo 18
4.2 ZONE DI FAGLIA 21
4.2.1 SZ-IQP-n-f061c 21
4.2.2 SZ-IQP-ZTA-f774 24
4.2.3 SZ-IQP-A1 25

5 SCHEDE TECNICHE 27

5.1 TIPI DI AMMASSI ROCCIOSI GA 27
5.1.1 GA IQP-QP-1a-KSA 28
5.1.2 GA IQP-QPjrm-1a-KSA 31
5.1.3 GA FS-KSA 34
5.1.4 GA SZ-IQP-n-f061c-(parte sopra) 37
5.1.5 GA SZ-IQP-n-f061c-(parte sotto) 42
5.1.6 GA SZ-IQP-ZTA-f774 45
5.1.7 GA SZ-IQP-A1 47
5.2 TIPI DI COMPORTAMENTO DELL`AMMASSO ROCCISO (TCR) 49
5.2.1 IQP-QP-1a-KA-GVT2 50
5.2.2 IQP-QPjrm-1a-KA-GVT3 52
5.2.3 IQP-QPjrm-1a-SP-GVT3 54
5.2.4 FS-SP-GVT8/(9) 56
5.2.5 SZ-IQP-n-f061c-KA-GVT3 58
5.2.6 SZ-IQP-n-f061c-SPo- GVT4-1 / GVT10 60
5.2.7 SZ-IQP-n-f061c-SPu-GVT3 62

5.2.8 SZ-IQP-ZTA-f774-GVT3 64
5.2.9 SZ-IQP-A1-SP-GVT3 66
5.2.10 SZ-IQP-n-f061c+A112-SP-GVT4-1 (GVT10) (intersezione) 68
5.3 TABELLA SOMMARIA DELLE CARATTERISTICHE E DEI PARAMETRI DELL`AMMASSO ROCCIOSO E DELLE ZONE DI FAGLIA 70
5.3.1 Ammasso roccioso 70
5.3.2 Zone di faglie 72

1 AUFGABENSTELLUNG

Die Aufgabenstellung, auf welcher die Darstellungen im gegenständlichen Bericht beruhen, ist die geologisch-geotechnische Planung der Lüftungskaverne im Zugangstunnel Ahrental sowie des Lüftungschachtes Patsch. Die Kaverne befindet sich im bereits aufgefahrenen Zugangstunnel Ahrental und wird über eine Aufweitung des Querschnittes hergestellt. Der Schacht befindet sich mittig in der Lüftungskaverne.

Die geologisch-geotechnische Prognose beinhaltet dabei die Bestimmung der zu erwartenden Eigenschaften des Gebirges und der Störungszonen, die Klassifizierung dieser in Gebirgsarten und schlussendlich die Bestimmung des zu erwartenden Gebirgsverhaltens.

Grundlage für die Prognose sind dabei sowohl die Ergebnisse der Erkundungen aus der Einreichphase des Brenner-Basistunnels als auch die Erfahrungen welche beim Auffahren des Zugangstunnels Ahrental gemacht wurden. Die Grundlage für die Erstellung des geologisch-geotechnischen Modells des Schachtes bilden insbesondere die Erkenntnisse aus der Bohrung Pa-B-02/13 sowie die im Mai 2013 ausgeführten geophysikalischen Untersuchungen im Bereich des Schachtkopfes.

1 MANSIONI

Le mansioni su cui si basano le illustrazioni della relazione in oggetto riguardano la progettazione geologico-geotecnica del camerone di ventilazione nella galleria di accesso Ahrental nonché del pozzo di ventilazione Patsch. Il camerone si colloca nella galleria di accesso Ahrental già scavata e viene realizzato ampliando la sezione trasversale. Il pozzo è collocato al centro del camerone di ventilazione.

La previsione geologico-geotecnica comprende la definizione delle caratteristiche attese dell'ammasso roccioso e delle zone di faglia, la classificazione delle faglie nelle rispettive tipologie di ammasso roccioso ed infine l'individuazione del comportamento atteso dell'ammasso roccioso.

La previsione si basa sia sui risultati delle prospezioni effettuate in fase di progettazione definitiva della Galleria di Base del Brennero sia, in particolare, sulle conoscenze acquisite nel corso dello scavo della galleria di accesso Ahrental. L'elaborazione del modello geologico e geotecnico del pozzo si basa sui dati ottenuti dal sondaggio Pa-B-02/13 nonché sulle analisi geofisiche eseguite a maggio 2013 nell'area della testa del pozzo.

2 GELTUNGSBEREICH

Der Geltungsbereich dieses Berichtes beschränkt sich auschließlich auf den Bereich der Lüftungskaverne Ahrental und den Lüftungsschacht Patsch.

Die Lüftungskaverne befindet sich im Zugangstunnel Ahrental zwischen km 0+710 und km 0+830. Der Schacht bindet bei km 0+770 zentral in die Kaverne ein und verläuft mit einer Länge von ca. 175 m vertikal bis zur Geländeoberfläche.

2 INTERVALLO DI VALIDITÁ

Il campo di applicazione della presente relazione si limita esclusivamente all'area interessata dal camerone di ventilazione Ahental e dal pozzo di ventilazione Patsch.

Il camerone di ventilazione è posizionato nella galleria di accesso Ahrental tra il km 0+710 ed il km 0+830. Il pozzo si collega al camerone in posizione centrale dello stesso al km 0+770 e si sviluppa verticalmente con una lunghezza di ca. 175 m fino ad arrivare al piano campagna.

3 GRUNDLAGEN

3.1 LITERATUR

- ÖGG: Richtlinie für die geotechnische Planung

3 BASI

3.1 BIBLIOGARFIA

- Direttiva ÖGG (Società Austriaca per la

von Untertagebauten mit zyklischem Vortrieb, 2. überarbeitete Auflage, 2008

3.2 ZUGEHÖRIGE DOKUMENTE

01 GH4 GP 001 GLS – 00002
Geologischer Längenschnitt Lüftungskaverne & Schacht Patsch
01 GH4 GP 001 GLS – 00003
Geotechnischer Längenschnitt Lüftungskaverne & Schacht Patsch

3.3 DEFINITIONEN

3.3.1 Bezeichnung der Homogenbereiche

KA = Kaverne Ahrental
SP = Schacht Patsch
KSA = Kaverne-Schacht Ahrental

3.3.2 Geotechnische Homogenbereiche

KA1 ($h_ü$ = 173-176m) - Quarzphyllit
KA2 ($h_ü$ = 176-179m) – stark zerlegter Quarzphyllit

KA3 ($h_ü$ = 179-180m) – Quarzphyllit

SP1 ($h_ü$ = 0-12,3m) – Lockergestein
SP2 ($h_ü$ = 12,3-85m) – Störungszone n-f061c, oberer Bereich
SP3 ($h_ü$ = 85-110m) - Bereich Verschnitt Störungszone n-f061c mit Störungszone SZ-IQP-A1
SP4 ($h_ü$ = 110-175m) - Störungszone n-f061c, unterer Bereich

3.3.3 Joints / faults

j / f = Die unter der Bezeichnung joints (j) geführten Trennflächen bezeichnen ungeöffnete Klüfte ohne Füllmaterial. Die als faults (f) bezeichneten Trennflächen stellen Störungen mit Störungsmaterial im Bereich weniger Zentimeter dar, die aufgrund ihrer Geringmächtigkeit zur Gebirgsart gezählt werden.

Geomeccanica) relativa alla progettazione geotecnica di opere in sotterranea con avanzamento ciclico, 2° edizione del 2008.

3.2 DOCUMENTI APPARTENENTI

01 GH4 GP 001 GLS – 00002
Profilo longitudinale geologico camerone di ventilazione & pozzo Patsch
01 GH4 GP 001 GLS – 00003
Profilo longitudinale geotecnico camerone di ventilazione & pozzo Patsch

3.3 DEFINIZIONI

3.3.1 Denominazione delle zone omogenee

KA = camerone Ahrental
SP = pozzo Patsch
KSA = camerone-pozzo Ahrental

3.3.2 Zone omogenee geotecniche

KA1 ($h_ü$ = 173-176m) - fillade quarzifera
KA2 ($h_ü$ = 176-179m) – zona di allentamento fillade quarzifera
KA3 ($h_ü$ = 179-180m) - fillade quarzifera

SP1 ($h_ü$ = 0-12,3m) - materiale sciolto
SP2 ($h_ü$ = 12,3-85m) – zona di faglia n-f061c, settore superiore
SP3 ($h_ü$ = 85-110m) - Area di intersecazione della zona di faglia n f061c con la zona di faglia SZ-IQP-A1
SP2 ($h_ü$ = 110-175m) – zona di faglia n-f061c, settore inferiore

3.3.3 Joints / faults

j / f = per le discontinuità intitolate "joints (j)" si intendono delle fratture chiuse senza materiale di riempimento. Per le discontinuità intitolate "faults (f)" si intendono delle faglie con materiale dell'ordine di pochi centimetri che per il loro ridotto spessore rientrano nella categoria "tipo di ammasso roccioso".

3.3.4 System zur Bezeichnung der Gebirgsarten

Für die eindeutige Bezeichnung der Gebirgsarten wurde ein 4-teiliges System verwendet.

1. Stelle: Tektonische Charakterisierung
IQP – Innsbrucker Quarzphyllit
FS – fluvioglaziale Sedimente

2. Stelle: Lithologische Kurzcharakterisierung

QP – Quarzphyllit
Jrm – jointed rock Mass - Auflockerungszone
3. Stelle: Strukturgeologischer Homogenbereich (fortlaufende Nummerierung)
1a
4. Stelle: Kurzbezeichnung des Hohlraumbauwerkes
KA = Kaverne Ahrental
SP = Schacht Patsch
KSA = Kaverne-Schacht Ahrental

Die für die Kaverne und den Schacht Ahrental relevanten Gebirgsarten sind in den Datenblättern im Abschnitt 5.1 dargestellt. Folgende Gebirgsarten kommen zum Tragen:

Gebirgsarten: IQP-QP-1a-KSA
IQP-QPjrm-1a-KSA
FS-KSA

Störungszonen: SZ-IQP-n-f061c-(oberer Bereich)
SZ-IQP-n-f061c-(unterer Bereich)
SZ-IQP-ZTA-f774
SZ-IQP-A1

3.4 GESTEINSKENNWERTE

Zur Ermittlung der Gesteinskennwerte der Gebirgsarten wurden die Ergebnisse der vorliegenden Laborversuche einer grundlegenden Bewertung unterzogen und anschließend statistisch ausgewertet. Die Art und Anzahl der Versuche, welche dem jeweiligen Kennwert zu Grunde liegen sind im entsprechenden Datenblatt jeweils angegeben.

3.3.4 Sistema per la denominazione delle tipologie di ammasso roccioso

Al fine di garantire una denominazione chiara ed inequivocabile delle tipologie di ammasso roccioso ci si è avvalsi di un sistema a 4 elementi.
1. Posizione: Caratterizzazione tettonica
IQP – fillade quarzifera di Innsbrucker
FS – sedimenti fluvio-glaciali

2. Posizione: Breve caratterizzazione litologica

QP – fillade quarzifera
Jrm – jointed rock Mass - zona di allentamento
3. Posizione: Settore omogeneo geologico-strutturale (numerazione progessiva)
1a
4. Posizione: Denominazione breve della cavità
KA = camerone Ahrental
SP = pozzo Patsch
KSA = camerone-pozzo Ahrental

Le tipologie di ammasso roccioso rilevanti per il camerone e il pozzo Ahrental vengono illustrate nelle schede dati nella sezione 5.1. Sono essenziali le seguenti tipologie di ammasso roccioso:

Tipologie di ammasso roccioso: IQP-QP-1a-KSA
IQP-QPjrm-1a-KSA
FS-KSA

Zone di faglia: SZ-IQP-n-f061c-(parte sopra)
SZ-IQP-n-f061c-(parte sotto)
SZ-IQP-ZTA-f774
SZ-IQP-A1

3.4 PARAMETRI GEOTECNICI DELLA ROCCIA

Al fine di determinare i parametri della roccia dei singoli tipi di ammasso roccioso, i risultati delle prove in laboratorio sono stati sottoposti ad una valutazione elementare e, in seguito, interpretati statisticamente. Il tipo e il numero delle prove su cui si basa il rispettivo parametro sono indicati nella rispettiva scheda tecnica.

Folgende Gesteinsparameter wurden ausgewertet:
γ … Wichte [kN/m³]
σ_{ci} … Einaxiale Druckfestigkeit[MPa]
I_S … Punktlastindex [MPa]
E … Elastizitätsmodul [MPa]
v… Querdehnzahl [-]
SPZ … Spaltzugfestigkeit [MPa]
CAI … Cerchar Abrasivitäts Index [-]
äQu … äquivalenter Quarzgehalt [-]
m_i … Hoek-Brown Konstante [-]
c … Kohäsion (triaxial) (Mohr-Coulomb) [MPa]
ϕ … Reibungswinkel (triaxial) (Mohr-Coulomb) [°]
c [MPa] und ϕ [°] … Trennflächenkennwerte

Sono stati interpretati i seguenti parametri della roccia:
γ … peso specifico [kN/m³]
σ_{ci} … compressione monoassiale [MPa]
I_S … indice di carico puntuale [MPa]
E … modulo di elasticità [MPa]
v … coefficiente di dilatazione trasversale [-]
SPZ … resistenza di compressione diagonal [MPa]
CAI … indice di abrasività Cerchar [-]
äQu … contenuto di quarzo equivalente [-]
m_i … costante di Hoek-Brown [-]
c … coesione (triassiale) (Mohr-Coulomb) [MPa]
ϕ … coefficiente di attrito (triassiale) (Mohr-Coulomb) [°]
c [MPa] e ϕ [°] … parametri delle discontinuità

3.5 LOKALISIERUNG DER STÖRUNGSZONEN

Bei den im geotechnischen Längenschnitt eingezeichneten und in den Datenblättern dargestellten Störungen handelt es sich einerseits um Störungen die beim Auffahren des Zugangstunnel angetroffen wurden (SZ-IQP-n-f061c und SZ-IQP-ZTA-f774) und somit mit einer geringen Schwankungsbreite für die Bauwerke Kaverne und Schacht lokalisiert werden können. Diese sind im geotechnsichen Längenschnitt in Zeile 26 unter „Störungszonen lokalisiert“ angegeben. Die Prognoseunsicherheit für diese Störungen ist als gering einzustufen.

Zusätzlich wird im Bereich des Schachtes eine weitere Störung des regionalgeologischen Ahrental-Störungssystems prognostiziert. Beim Vortrieb des Zugangstunnels Ahrental wurden Störungen dieses Systems aufgefahren und deren Auftreten im vorliegenden Planungsbereich dokumentiert. Es kann zwar keine Störung dieses Systems direkt aus dem Zugangstunnel in den Bereich von Schacht und Kaverne projiziert werden, es muss aber davon ausgegangen werden, dass eine entsprechende Strörung im Bereich des Schachtes auftreten kann. Diese Störung ist im geotechnischen Längenschnitt in Zeile 26 unter „Störungszonen ohne exakte Lokalisierung“ angegeben. Die Prognoseunsicherheit für diese Störungen ist als hoch einzustufen.

3.5 LOCALIZZAZIONE DELLE ZONE DI FAGLIA

Nel caso delle faglie indicate nel profilo longitudinale geotecnico e nelle schede dati si tratta di faglie intercettate nel corso dello scavo della galleria di accesso (SZ-IQP-n-f061c e SZ-IQP-ZTA-f774) la cui localizzazione è quindi definibile con un grado molto basso di incertezza per le opere del camerone e del pozzo. Le medesime sono indicate nel profilo longitudinale geotecnico alla riga 26, "Zone di faglia localizzate". Per queste faglie l'incertezza di previsione è bassa.

In aggiunta, viene pronosticata in corrispondenza del pozzo un'ulteriore faglia rientrante nel sistema di faglie geologico-regionale dell'Ahrental. Nel corso dello scavo della galleria di accesso Ahrental sono state intercettate delle faglie rientranti nel suddetto sistema la cui presenza viene documentata per l'area di progettazione in oggetto. Anche se una proiezione diretta di una delle faglie del suddetto sistema dalla galleria di accesso all'area interessata dal pozzo e dal camerone non è possibile, si ritiene necessario prevedere la possibilità che una di tali faglie possa presentarsi nell'area interessata dal pozzo. Tale faglia è indicata nel profilo longitudinale geotecnico alla riga 26, "Zone di faglia senza localizzazione esatta". Per questa faglia l'incertezza di previsione è elevata.

3.6 STÖRUNGSGESTEINE

Die folgende Darstellung der Störungsgesteine bezieht sich lediglich auf eine Gesteinsbeschreibung. Das Auftreten und die Verteilung (z. B. in Core Zone und Damage Zone) erfolgt in den jeweiligen Gebirgsarten-datenblättern der einzelnen Störungen.

Folgende Störungesteine werden prognostiziert:

Fault gouge:

bindig-kohäsives Gesteinszerreibsel im Feinkornbereich; Kohäsion primär durch intergranulare Haftung im Feinkornbereich; im Projektraum häufig geschiefert.

isotropes Materialverhalten

Abbildung 1 Fault gouge im Oberflächenaufschluss und im Bohrkern

Geschieferter Protokataklasit, entfestigt:

Sprödtektonisch mäßig bis stark durchbewegtes Gestein; geprägt durch engständige Schieferungs- und Scherflächen mit einer dominanten Vorzugsorientierung bei stark streuenden Orientierungswerten der einzelnen Flächen; typisches Sigmoidalgefüge; deutliche Entfestigung entlang dieser Trennflächen; oft intensiv und unregelmäßig verfaltet; Primärgefüge evt. noch reliktisch vorhanden; Matrixanteil<10% (Matrix: im Protokataklasit eingelagertes lockergesteinsartiges Störungsgestein abseits der „Hauptscherbahnen“); Festigkeit in Form von Restfestigkeit und untergeordnet durch Kornverband infolge von Mineral-Einregelung anstelle völligen Zerbrechens

3.6 ROCCE DI FAGLIA

La seguente rappresentazione delle rocce di faglia si limita a una descrizione litologica. La loro presenza e suddivisione (ad es. in core zone e damage zone) vengono rappresentate nelle schede dati delle singole faglie.

Vengono pronosticate le rocce di faglia indicate di seguito:

fault gouge:

roccia frantumata coerente-coesiva di grana fine; coesione grazie primariamente all'aderenza intergranulare del materiale fine; nell'area di progetto frequentemente scistoso .

comportamento isotropo del materiale

Illustrazione 1 Affioramento superficiale e carota con Fault gouge

Protocataclasiti scistose, detensionate:

Roccia caratterizzata da movimenti da medi a forti sotto il profilo della tettonica fragile; roccia caratterizzata da superfici di scistosità e da piani di taglio fitti con una preferenza di orientamento dominante e valori di orientamento molto differenti delle singole superfici; struttura sigmoidale tipica; detensionamento sensibile lungo queste discontinuità; ripiegatura frequentemente intensa e irregolare; struttura primaria ancora eventualmente presente in forma relitta; aliquota matrice <10% (matrice: rocce di faglia sotto forma di materiale sciolto intercalate nelle protocataclasiti distanti dalle "shearband principali"); resistenza grazie a una resistenza residua e, in via subordinata, grazie alla granulometria

anisotropes Materialverhalten

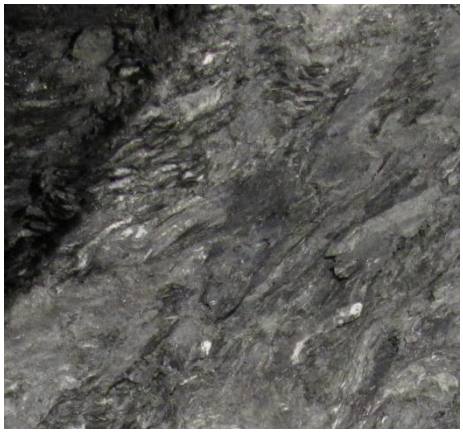


Abbildung 2 Geschieferter Protokataklasit im Zugangstunnel Ahrental mit Detailskizze

Zerrüttungszone (frac):
Gebirge mit deutlich erhöhter Trennflächendichte und schieferungsparalleler Entfestigung, sowie deutlich vermehrters Auftreten von Harnischflächen. Das Gebirge ist zerrüttet und bereits an der Ortsbrust als deutlich gestört erkennbar.

risultante dall'orientamento preferenziale dei costituenti minerali al posto della frantumazione totale.
comportamento anisotropo del materiale

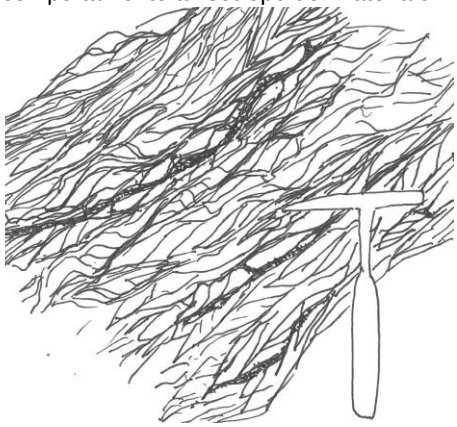


Illustrazione 2 Protocataclasiti scistose nella galleria di accesso Ahrental con disegno di dettaglio

Zona di fratturazione (frac):
Roccia con una frequenza di discontinuità molto elevata e detensionamento parallelo alla scisstosità nonché presenza sensibilmente più frequente di specchi di faglia. La roccia è fratturata e già presso il fronte di scavo è visibile il suo carattere disturbato.

Abbildung 3 Zerrüttungszone frac (grüner, strichlierter Rahmen), erhöhte Trennflächendichte (jrm) (roter Rahmen), Skizzen der Störungszonen ESI-f647

Illustrazione 3 Zona di fratturazione frac (quadro verde tratteggiato), frequenza elevata delle discontinuità (jrm) (riquadro rosso), disegni delle zone di faglia ESI-f647

Erhöhte Trennflächendichte (jrm - jointed rock mass):

Gebirge mit erhöhter Trennflächendichte, sowie vermehrtem Auftreten von Harnischflächen. Ein direkter Störungseinfluss ist nicht sofort zu erkennen. Die erhöhte Dichte an Trennflächen zeigt sich oft erst im Zuge der nachfolgenden geologischen Auswertung des betreffenden Abschnittes (Tunnelband, GSI,…).

Frequenza elevata delle discontinuità (jrm - jointed rock mass):

Roccia con un'elevata frequenza delle discontinuità nonché presenza più frequente di specchi di faglia. Non si riconosce immediatamente un impatto diretto della faglia. Spesso la frequenza elevata delle discontinuità si presenta solo nel corso della successiva restituzione geologica del tratto in oggetto (scheda dati della galleria, GSI,...).

3.7 STÖRUNGSSYSTEME

Es werden folgende Störungssysteme prognostiziert, wobei die einzelnen Störungssysteme durch nachstehende Kurzbezeichnungen definiert sind:

SZ-IQP-A1/A2	Störungssystem Ahrental	Sistema di faglie Ahrental
SZ-IQP-AS	Störungssystem Wipptal (AS-Abschiebung)	Sistema di faglie Wipptal

3.7 SISTEMI DI FAGLIA

Si prevedono i sistemi di faglia sotto riportati; i singoli sistemi sono definiti da denominazioni sintetiche indicate tra parentesi:

3.8 GEOTECHNISCHE RELEVANZ VON STÖRUNGEN

Die geotechnische Relevanz von Störungen wird in ein System aus 3 Stufen (Ampelsystem) eingeteilt. Diese Einstufung basiert auf den Erfahrungen des System-verhaltens beim Vortrieb des Zugangstunnels Ahrental.

Nicht relevant
- Kein Einfluss auf das Gebirgsverhalten des umgebenden “intakten” Gebirges (gleicher GVT wie umgebendes Gebirge)
- Keine gesonderte statische Betrachtung erforderlich
- Keine Einfluss auf die Verformungen
- Keine zusätzlichen Sützmittel notwendig

Relevant
- Einfluss auf das Gebirgsverhalten des umgebenden “intakten” Gebirge
- Gesonderte statische Betrachtung erforderlich
- Zunahme der Verformungen im Bereich der Störung
- Störung ist im Vortrieb spürbar
- zusätzliche Sützmittel (z. B. dichteres Ankerraster, längere Anker, Ortsbrustsicherungen) notwendig

Stark relevant
- Maßgeblicher Einfluss auf das Gebirgsverhalten im Vergleich zum umgebenden “intakten” Gebirge
- Gesonderte statische Betrachtung erforderlich
- Deutliche / maßgebliche Zunahme der Verformungen im Bereich der Störung
- Störung ist im Vortrieb deutlich spürbar
- zusätzliche Sützmittel (z. B. dichteres Ankerraster, längere Anker, Ortsbrustsicherungen) notwendig

3.8 RILEVANZA GEOTECNICA DI FAGLIE

La rilevanza geotecnica delle faglie viene suddivisa in tre livelli (sistema a semaforo). Questa classificazione è basata sulle esperienze del comportamento del sistema durante lo scavo della galleria di accesso Ahrental.

non rilevante
- Nessun impatto sul comportamento dell’ammasso roccioso "intatto" circostante (stesso tipo di comportamento della roccia circostante)
- Nessuna necessità di un esame statico a parte
- Nessun impatto sulle deformazioni
- Nessuna necessità di misure di sostegno aggiuntive

rilevante
- Impatto sul comportamento dell’ammasso roccioso "intatto" circostante
- Necessità di un esame statico a parte
- Aumento delle deformazioni nell'area interessata dalla faglia
- Faglia percepibile nel corso dello scavo
- Misure di sostegno aggiuntive (ad es. griglia di ancoraggi più fitta, ancoraggi più lunghi, stabilizzazione del fronte di scavo) necessario

molto rilevante
- Impatto decisivo sul comportamento dell’ammasso roccioso rispetto all'ammasso roccioso "intatto" circostante
- Necessità di un esame statico a parte
- Aumento sensibile / decisivo delle deformazioni nell'area interessata dalla faglia
- Faglia ben percepibile nel corso dello scavo
- Misure di sostegno aggiuntive (ad es. griglia di ancoraggi più fitta, ancoraggi più lunghi, stabilizzazione del fronte di scavo) necessario

4 KURZBESCHREIBUNG GEBIRGSART UND GEBIRGSVERHALTEN

4.1 GEBIRGE

4.1.1 Gebirgsart

Für den zu untersuchenden Bereich der Lüftungskaverne Ahrental und des Lüftungsschachtes Patsch kommen bestimmend die Gebirgsarten IQP-QP-1a und IQP-QPjrm-1a zum Tragen. Im Bereich des Schachtes kommt im oberen Bereich zusätzlich die Gebirgsart FS im Lockergestein zum Tragen.

Die Gebirgsart **IQP-QP-1a** wird maßgeblich durch die Lithologie Quarzphyllit charakterisiert. Quarzphyllit ist ein metamorphes Gestein mit den Hauptbestandteilen Quarz, Glimmer und Chlorit. Aufgrund der ausgeprägten, engständigen Schieferung verhält sich der Quarzphyllit sowohl bezüglich seiner Festigkeit als auch der Verformbarkeit deutlich anisotrop. Die größten Druckfestigkeiten treten bei senkrechter Belastungsrichtung zur Schieferung auf. Die kleinsten Druckfestigkeiten treten unter einem Winkel von ca. 30° zur Belastungsrichtung auf. Der Elastizitätsmodul schwankt in Abhängigkeit von der Belastungsrichtung zur Schieferung im Bereich zwischen 20.000 MPa und 43.000 MPa. Für die Gesteinscharakterisierung wird der Mittelwert aller gültigen Versuche von 30.000 MPa verwendet. Die Dilatometerversuche in den Bohrungen In-B-03/04s und La-B-03/09 bestätigen diesen im Labor ermittelten Wert.

Die Gebirgsart **IQP-QPjrm-1a** besteht aus der Lithologie Quarzphyllit. Sie ist charakterisiert durch eine erhöhte Trennflächendichte, sowie dem vermehrtem Auftreten von Harnischflächen. Typisch ist das Auftreten im Randbereich von Störungszonen (Damage Zone). Der Störungseinfluss ist dabei jedoch oft nicht sofort zu erkennen. Die Gebirgsfestigkeit ist im Vergleich zur Gebirgsart IQP-QP-1a deutlich durch die erhöhte Trennflächendichte reduziert.

4 DESCRIZIONE SINTETICA TIPOLOGIA E COMPORTAMENTO DELL'AMMASSO ROCCIOSO

4.1 AMMASSO ROCCIOSO

4.1.1 Tipologia dell'ammasso roccioso

Per l'area da analizzare interessata dal camerone di ventilazione Ahrental e del pozzo di ventilazione Patsch sono essenziali le tipologie di ammasso roccioso IQP-QP-1a e IQP-QPjrm-1a. Nella parte superiore dell'area interessata dal pozzo si aggiunge la tipologia di roccia FS nel materiale sciolto.

Il tipo di ammasso roccioso **IQP-QP-1a** viene caratterizzato in modo decisivo dal litotipo della fillade quarzifera. La fillade quarzifera è una roccia metamorfica composta principalmente dal quarzo, dalla mica e dal clorite. A causa della sua scistosità pronunciata e fitta, la fillade quarzifera si comporta in modo decisamente anisotropo sia per quanto riguarda la sua resistenza che la sua deformabilità. Le resistenze alla pressione maggiori si presentano in caso di una direzione verticale del carico rispetto alla scistosità. Le resistenze alla pressione minori si presentano in caso di un angolo di circa 30° rispetto alla direzione di carico. Il modulo di elasticità varia tra 20.000 MPa e 43.000 MPa a seconda della direzione di carico rispetto alla scistosità. Per la caratterizzazione della roccia viene utilizzata il valore medio pari a 30.000 MPa individuato in base a tutte le prove valide eseguite. Le prove dilatometriche eseguite nei fori In-B-03/04s e La-B-03/09 confermano il suddetto valore individuato in laboratorio.

Il tipo di ammasso roccioso **IQP-QPjrm-1a** consiste del litotipo della fillade quarzifera. Sono caratteristiche un'elevata frequenza di discontinuità e una presenza più frequente di specchi di faglia. È tipica la loro presenza nelle aree marginali delle zone di faglia (damage zone). Spesso l'impatto della faglia non è subito riconoscibile. Rispetto alla tipologia IQP-QP-1a, la resistenza dell'ammasso roccioso è sensibilmente ridotta a causa dell'elevata frequenza delle discontinuità.

Die Gebirgsart **FS** repräsentiert den Bereich der Lockergesteinsstrecke und ist gekennzeichnet durch eine gemischt- und eine feinkörnige Fazies. Während die gemischtkörnige Fazies im Hauptanteil durch Kies- und Sandkomponenten mit den Nebenanteilen Blockwerk und Schluff gekennzeichnet ist, ist die feinkörnige Fazies durch Sand und Schluffkomponenten im Hauptanteil und tonigen Nebenanteilen geprägt.

Hinsichtlich Zähigkeit (definiert als das Verhältnis von einaxialer Druckfestigkeit zur Spaltzugfestigkeit) sind alle Gesteine als zäh zu bezeichnen.

Alle Homogenbereiche im Festgestein sind gekennzeichnet durch 6 Trennflächensysteme. Die an Trennflächen durchgeführten Scherversuche zeigen kein ausgeprägtes Nachbruchverhalten. Des Weiteren waren sowohl bei den ausgeführten Versuchen als auch bei den Beobachtungen beim Vortrieb des Zugangstunnels Ahrental die Trennflächenrauigkeiten sehr gering (JRC 2-4). Einige Trennflächensysteme zeigen geringmächtige Trennflächenfüllungen aus fault gouge. Im hohlraumnahen Bereich wird daher die Kohäsion auf den Trennflächen vernachlässigt.

4.1.2 Gebirgsverhalten Kaverne

Die **Orientierung der Haupttrennflächen** (Schieferung) ist sehr flach in die Vortriebsrichtung (0-30°) der Kaverne (Vortriebsrichtung von Ost nach West). Die sonstigen Trennflächen sind im Wesentlichen mittelsteil bis steilstehend zur Kavernenachse orientiert und fallen sowohl in als auch gegen die Vortriebsrichtung ein. Aus dem Verschnitt der Trennflächen ergeben sich, insbesondere durch die flachliegende Schieferung, die maßgeblichen Bruchkörper im Bereich der Firste und der Kämpfer (Versagensmechanismus Sargdeckelbildung). Durch den ungünstigen Trennflächenverschnitt ist weiterhin mit dem Herausbrechen von Kluftkörpern unterschiedlicher Größe aus der Ortsbrust zu rechnen.

Die **Gebirgsbeanspruchung** liegt in allen Bereichen deutlich unter der Gebirgsfestigkeit. Gemäß der Definition nach HOEK ist die Gebirgsbeanspruchung damit als

La tipologia di ammasso roccioso **FS** costituisce il tratto di materiale sciolto ed è caratterizzata da facies a grana mista e fine. Mentre le facies a grana mista sono caratterizzate principalmente da componenti di ghiaia e di sabbia e, secondariamente, da blocchi e limo, le facies a grana fine sono caratterizzate principalmente da componenti di sabbia e di limo e, secondariamente, da componenti argillosi.

Per quanto riguarda la viscosità (definita come rapporto tra la resistenza alla compressione monoassiale e la resistenza alla trazione), tutti i tipi di roccia possono essere classificati come viscosi.

Tutte le zone omogenee nel materiale solido sono caratterizzate da 6 sistemi di discontinuità. Dalle prove di taglio eseguite sulle discontinuità non risulta una tendenza pronunciata a distacchi. Sia dalle prove eseguite sia dalle osservazioni fatte nel corso dello scavo della galleria di accesso Ahrental sono risultate delle rugosità delle discontinuità molto basse (JRC 2-4). Alcuni sistemi di discontinuità presentano dei riempimenti di fault gouge di spessore ridotto. Pertanto, nella sezione vicina alla cavità, la coesione sulle discontinuità viene trascurata.

4.1.2 Comportamento dell'ammasso roccioso camerone

Le **discontinuità principali** (scistosità) presentano un orientamento molto pianeggiante nella direzione di scavo (0-30°). Le altre discontinuità presentano un orientamento con pendenze da medie ad elevate rispetto all'asse del camerone e si immergono sia nella sia contro la direzione di scavo. I corpi di rottura determinanti in corrispondenza del colmo e delle traverse (meccanismo di rottura del distacco di massi "tipo coperchio") sono dovuti all'intersezione delle discontinuità e, in particolare, alla scistosità pianeggiante. A causa dell'intersezione svantaggiosa delle discontinuità si prevede ancora lo distacco di corpi fratturati di varie dimensioni dal fronte di scavo.

In tutte le zone la **sollecitazione dell'ammasso roccioso** è fortemente inferiore alla resistenza dell'ammasso roccioso. Pertanto, in base alla definizione secondo

nachbrüchig zu definieren.

In den Homogenbereichen KA1 und KA3 wird der **Gebirgsverhaltenstyp** GVT2 prognostiziert. Aufgrund des niedrigen Spannungsniveaus ist das Gebirgsverhalten ausschließlich trennflächendominiert. Das Gebirgsverhalten ist geprägt durch schwerkraftbedingtes Herausfallen / -gleiten von Kluftkörpern. Vereinzelt kommt es zum lokalen Überschreiten der Scherfestigkeit auf den Trennflächen. Die Verformungen spielen aufgrund des niedrigen Spannungsniveaus nur eine untergeordnete Rolle.

In den Homogenbereichen KA2 wird aufgrund der starken Zerlegung des Gebirgsverbandes (jrm) der GVT3 prognostiziert. Dies bedingt hohlraumnahe Überbeanspruchungen verbunden mit hohlraumnaher spannungsbedingter Entfestigung des Gebirges sowie tiefreichenden, gefügebedingten Ausbrüchen. Auch hier spielen die Verformungen nur eine untergeordnete Rolle.

Da die Gesteine als nicht wasserempfindlich zu beurteilen sind sowie aufgrund der sehr geringen prognostizierten Wassermengen hat das **Bergwasser** keinen Einfluss auf das Gebirgsverhalten.

4.1.3 Gebirgsverhalten Schacht

Im Bereich der Lockergesteinsstrecke des Schachtes wird der GVT8 prognostiziert. Es treten sowohl gemischtkörnige Fazies (kiesdominiert, Kies und Sand mit Blockwerk, schluffig) als auch feinkörnige (sand-schluff-dominiert, Feinsand und Schluff, tonig) Fazies auf. Im Fall der gemischtkörnigen Fazies ist das Gebirgsverhalten gekennzeichnet durch das Ausrieseln von gering verzahnten Kies und Sandkomponenten. Die Schachtwandung ist in diesen Bereich im ungesicherten Zustand nicht bzw. nur bei geringmächtigen Aushubschritten stabil. Besonders in diesem Fall ist auch bei starken Wasserzutritten (z. B. im Bereich unterhalb des Grundwasserspiegels) mit dem Übergang zum GVT 9 zu rechnen. Im Fall der feinkörnigen Fazies ist die Schachtwandung aufgrund der kohäsiven Eigenschaften des Materials im ungesicherten Zustand zumindest zeitweise stabil.

HOEK, la sollecitazione dell'ammasso roccioso può essere definita come friabile.

Nelle zone omogenee KA1 e KA3 viene pronosticato il **tipo di comportamento dell'ammasso roccioso** GVT2. A causa del ridotto livello tensionale il comportamento dell'ammasso roccioso viene dominato esclusivamente dalle discontinuità. Il comportamento dell'ammasso roccioso è caratterizzato dal crollo / dallo scivolamento, dovuto alla gravità, di corpi fratturati. Sporadicamente viene superata localmente la resistenza al taglio sui piani di discontinuità. A causa del livello tensionale ridotto, le deformazioni svolgono solo un ruolo subordinato.

A causa della fratturazione elevata dell'ammasso roccioso (jrm) presente nelle zone omogenee KA2 viene pronosticato il tipo di comportamento GVT3. Ciò comporta delle sovrasollecitazioni nelle vicinanze della cavità in combinazione con il detensionamento della roccia dovuto alla tensione e vicino alla cavità nonché dei distacchi dovuti alle strutture. Anche in questo caso le deformazioni svolgono solo un ruolo subordinato.

Per la mancata sensibilità all'acqua della roccia e per le quantità d'acqua molto ridotte pronosticate, **le acque ipogee** non hanno alcun impatto sul comportamento dell'ammasso roccioso.

4.1.3 Comportamento dell'ammasso roccioso pozzo

In corrispondenza del tratto del pozzo che attraversa il materiale sciolto viene pronosticato il tipo di comportamento dell'ammasso roccioso GVT8. Sono presenti sia facies a grana mista (prevalentemente ghiaiosa, ghiaia e sabbia con blocchi, limosi) o a grana fine (prevalentemente sabbiosi e limosi, sabbia fine e limo, argillosi). Nel caso delle facies a grana mista, il comportamento dell'ammasso roccioso è caratterizzato dallo scorrere di componenti di ghiaia e di sabbia poco addentellati. In queste zone la parete del pozzo non è stabile in assenza di mezzi di sostegno, o stabile solo in caso che lo scavo venga effettuato in modo graduale per spessori ridotti. In particolare in questo caso, quando si presentano delle venute di acqua forti (ad es. nella zona al di sotto del livello della falda freatica) si prevede il passaggio alla tipologia di comportamento dell'ammasso

Aufgrund der geringen Durchlässigkeiten der feinkörnigen Fazies ist die Gefahr des Überganges zum GVT 9 bei Wasserzutritt nur untergeordnet gegeben.

roccioso GVT 9. Nel caso delle facies a grana fine, la parete del pozzo è almeno temporaneamente stabile anche in assenza di mezzi di sostegno a causa delle caratteristiche coesive del materiale. A causa delle permeabilità ridotte delle facies a grana fine, il pericolo del passaggio al tipo GVT9 in caso di venute d'acqua sussiste solo in via subordinata.

Das Gebirgsverhalten im Bereich des Schachtes unterhalb der Lockergesteinsstrecke ist maßgeblich gekennzeichnet durch die Störungszone SZ-IQP-n-f061c. Gemäß geologischer Prognose liegt der Schacht nahezu vollständig in der Kernzone dieser Störungzone. Lediglich im unteren Schachtbereich verläuft der Querschnitt des Schachtes teilweise in der Damage Zone dieser Störungszone. Die Damage Zone der Störungszone SZ-IQP-n-f061c wird durch die Gebirgsart IQP-QPjrm-1a repräsentiert. Die folgenden Ausführungen zum Gebirgsverhalten beziehen sich daher auf die Gebirgsart IQP-QPjrm-1a. Das Gebirgsverhalten im Bereich der Kernzone der Störungszone SZ-IQP-n-f061c wird in Abschnitt 4.2.1 dargestellt.

Il comportamento dell'ammasso roccioso nell'area del pozzo al di sotto del tratto di roccia allentata è caratterizzato in modo notevole dalla zona di faglia SZ-IQP-n-f061c. Secondo le previsioni geologiche, il pozzo si trova quasi interamente nel cuore di questa zona di faglia. Soltanto nell'area inferiore del pozzo, la sezione è ubicata in parte nella damage zone della zona di faglia. La damage zone della zona di faglia SZ-IQP-n-f061c è caratterizzata dalla tipologia di ammasso roccioso IQP-QPjrm-1a. Le seguenti osservazioni relative alla tipologia di comportamento dell’ammasso roccioso si riferiscono pertanto alla tipologia IQP-QPjrm-1a. Il comportamento dell’ammasso roccioso nel cuore dell'area di faglia SZ-IQP-n-f061c è rappresentata al punto 4.2.1.

Die **Orientierung der Haupttrennflächen** (Schieferung) ist nahezu senkrecht zur Vortriebsrichtung bzw. zur Schachtachse. Die sonstigen Trennflächen fallen in unterschiedlichen Orientierungen von senkrecht bis flach, mittelsteil bis steil zur Schachtachse ein. Aus dem Verschnitt der Trennflächen ergeben sich die maßgeblichen Bruchkörper in der Schachtwandung aufgrund der teilweise mittelsteil bis steil stehenden fault-Trennflächen. Die Größe dieser Bruchkörper reicht je nach Verschnitt von klein- bis mittelgroß.

L'**orientamento delle discontinuità principali** (scistosità) è pressoché verticale rispetto alla direzione di scavo e all'asse del pozzo. Le altre discontinuità si immergono con orientamenti vari da verticale a pianeggiante, da mediamente ripido a ripido rispetto all'asse del pozzo. Dall'intersezione delle discontinuità risultano i corpi di rottura determinanti nella parete del pozzo, a causa delle discontinuità di faglia si immergono con orientamenti in parte mediamente ripidi o ripidi. A seconda dell'intersezione, questi corpi di rottura presentano delle grandezze da ridotte a medie.

Die **Gebirgsbeanspruchung** liegt unter der Gebirgsfestigkeit. Gemäß der Definition nach HOEK ist die Gebirgsbeanspruchung damit als nachbrüchig zu definieren.

Il grado di **sollecitazione dell'ammasso roccioso** è inferiore al grado di resistenza dell'ammasso roccioso. Pertanto, in base alla definizione secondo HOEK, la sollecitazione dell'ammasso roccioso può essere definita come fratturata.

Aufgrund der starken Zerlegung des Gebirgsverbandes (jrm) wird der GVT3 prognostiziert. Dies bedingt hohlraumnahe Überbeanspruchungen verbunden mit spannungsbedingter Entfestigung des Gebirges sowie gefügebedingten Ausbrüchen. Die Verformungen spielen

A causa della frantumazione elevata dell'ammasso roccioso (jrm) viene pronosticato il tipo di comportamento GVT3. Ciò comporta delle sovrasollecitazioni nelle vicinanze della cavità in combinazione con il detensionamento della roccia dovuto alla tensione,

für das Gebirgsverhalten nur eine untergeordnete Rolle.

nonché dei distacchi dovuti alle strutture. Le deformazioni svolgono solo un ruolo di minor rilievo nel comportamento dell'ammasso roccioso.

4.2 STÖRUNGSZONEN

4.2.1 SZ-IQP-n-f061c

Gebirgsart

Die Störung SZ-IQP-n-f061c wurde im Zuge des Vortriebes des Zugangstunnels Ahrental als steilstehendes querschlägiges System von Harnischflächen und Scherbahnen mit geringmächtigen fault gouge-Füllungen angetroffen. Der Quarzphyllit zwischen den fault gouge-Füllungen wird als schiefrig-blättrig brechend bis hin zu schieferungsparallel / mürbfest beschrieben.

Die Bohrung Pa-B-02/13, die von der Oberfläche bis auf 51,3 m unter GOK abgeteuft wurde, verlief im „Festgesteinsabschnitt“ zur Gänze in dieser Störung die zu wesentlichen Teilen aus fault gouge aufgebaut wird. Die Bohrung durchörterte diese Störung schleifend. Die Liegend- und die Hangendgrenze dieser Störungszone konnten in der Bohrung nicht eindeutig bestimmt werden. Für die durchörterten Bereiche lassen sich für 2 fault gouge-Abschnitte, wahre Mächtigkeiten von 2-4 Metern abschätzen. Die Interpretation eines hybridseismischen Profils durch die Bohrung zeigt eine sehr steil nach W einfallende Störzone im Bereich der Bohrung.

In der Summe lassen diese Daten auf eine sehr steil nach W einfallende Störungszone schließen, die im Bereich des geplanten Schachtes von der Felsoberkante (ca. bei 12 m unter GOK) bis über das Niveau des Zugangstunnels Ahrental in die Tiefe reicht.

Die Kernzone dieser Störung kann in zwei wesentliche Bereiche (den oberen und den unteren Bereich) welche sich sowohl bezüglich ihres geologischen Aufbaus als auch ihres Gebirgsverhaltens unterscheiden, unterteilt werden.

Die Kernzone wird im oberen Bereich aus mindestens zwei Scherbahnen mit fault gouge-Mächtigkeiten von jeweils 1-4 Metern begleitend von deutlich gestörtem Quarzphyllit (Zerrüttungszone) bis hin zu entfestigtem geschiefertem Protokataklasit aufgebaut.

4.2 ZONE DI FAGLIA

4.2.1 SZ-IQP-n-f061c

Tipologia dell’ammasso roccioso

La faglia SZ-IQP-n-f061c è stata intersecata nel corso del'avanzamento della galleria di accesso di Ahrental come un sistema trasversale con pendenze elevate di specchi di faglia e piani di taglio con riempimenti di fault gouge di spessore ridotto. La fillade quarzifera tra i riempimenti di fault gouge è descritta come scistoso-laminata friabile fino a non friabile in posizione parallela alla scistosità.

Il sondaggio Pa-B-02/13 scavato dalla superficie fino ad una profondità di 51,3 m dal piano di campagna nel "tratto di roccia solida" si è sviluppato interamente attraverso tale faglia, sostanzialmente costituita da fault gouge. Il sondaggio ha attraversato la faglia in posizione subparallela. Non è stato possibile, nel corso del sondaggio, definire chiaramente i limiti inferiori e superiori di questa zona di faglia. Per quanto riguarda i tratti scavati, per 2 tratti di fault gouge si possono stimare spessori reali dai 2 ai 4 metri. L'interpretazione di un profilo sismico-ibrido attraverso il sondaggio mostra una faglia fortemente immergente verso W.

In sintesi, questi dati suggeriscono la presenza di una faglia molto ripida in immersione verso W che si estende dal bordo superiore dell'ammasso roccioso nell'area del pozzo progettato (ca. a 12 m dal piano di campagna) fino al livello della galleria di accesso di Ahrental.

La core zone (nucleo) di questa faglia può essere sostanzialmente suddivisa in due zone (zona superiore ed inferiore), distinte non solo dalla loro configurazione geologica ma anche dal comportamento dell’ammasso roccioso.

La zona superiore del nucleo si compone di almeno due piani di taglio con spessori di fault gouge di rispettivamente 1-4 metri, accompagnate da filladi quarzifere chiaramente frantumate (zone di fratturazione) fino ad arrivare a zone di protocataclasiti scistose, detensionate.

Nach unten hin scheint die Störung aufzufiedern in eine Vielzahl von geringmächtigeren Scherbahnen und Harnischflächen. Der Quarzphylllit im Bereich der Kernzone ist hier als Zerrüttungszone (frac) zu bezeichnen. Nicht gänzlich auszuschließen sind auch hier Scherbahnen mit fault gouge-Mächtigkeiten von max. 1-2m.

Verso il basso, la faglia si diversifica in molteplici piani di taglio e specchi di faglia. La fillade quarzifera nella core zone qui deve essere definita come zona di fratturazione (frac). Non possono essere del tutto esclusi dei piani di taglio con spessori di fault gouge di massimo 1-2 m.

Die Damage Zone wird durch die Gebirgsart IQP-QPjrm-1a definiert. Die Damage Zone zeigt eine erhöhte Trennflächendichte sowie schieferungsparallele Entfestigung im Vergleich zum Ausgangsgestein.

La damage zone della è caratterizzata dalla tipologia di ammasso roccioso IQP-QPjrm-1a. Rispetto al protolite, la damage zone presenta un'elevata frequenza di discontinuità nonché un detensionamento parallelo alla scistosità.

Die Störung wird sowohl über die gesamte Länge im Bereich des Schachtes sowie teilweise auch im Bereich der Kaverne angetroffen.

La faglia si estende per tutta la lunghezza dell'area del pozzo e parzialmente nell'area del camerone.

Im Bereich der Kaverne ist die Störung schräg bis steil einfallend zum Hohlraum orientiert. Im Bereich des Schachtes ist die Störung parallel bis schleifend zur Schachtachse orientiert.

In corrispondenza del camerone la faglia presenta un orientamento con immersione a pendenza da media ad elevata rispetto alla cavità. In corrispondenza del pozzo, la faglia presenta un orientamento da parallelo a subparallelo rispetto all'asse del pozzo.

Die Verschnittlänge der Kernzone mit der Kaverne liegt bei ca. 16 m und damit unter einem Tunneldurchmesser (ca. 20 m für die Kaverne).

La lunghezza di intersezione della core zone con il camerone è pari a ca. 16 m e quindi inferiore al diametro di una galleria (ca. 20 m per il camerone).

Aufgrund der stark schleifenden bis parallelen Orientierung der Störung zum Schacht entspricht die prognostizierte Verschnittlänge der Kernzone der gesamten Schachtteufe unterhalb der Lockergesteinsstrecke. Durch die Bohrung Pa-B-02/13 ist abgesichert, dass die Störungszone bis mindestens 50 m unter GOK auftritt. Durch die geologische Dokumentation beim Vortrieb des Zugangstunnels Ahrental ist abgesichert, dass die Störungszone im Bereich der Kaverne auftritt. Die Prognoseunsicherheit ist daher in diesen beiden Bereichen als gering, im Bereich dazwischen als mittel, einzustufen.

A causa dell'orientamento da subparallelo a parallelo della faglia rispetto al pozzo, la lunghezza di intersezione prevista della core zone corrisponde alla profondità complessiva del pozzo al di sotto dello strato di materiale sciolto. Grazie al sondaggio Pa-B-02/13 è garantito che la zona di faglia si estende fino ad almeno 50 m sotto al piano di campagna. Grazie alla documentazione geologica realizzata in fase di scavo della galleria di accesso di Ahrental è confermato che la zona di faglia è presente nell'area del camerone. L'incertezza previsionale, pertanto, in queste due aree è bassa e nell'area in mezzo è media.

Gebirgsverhalten oberer Bereich des Schachtes

Im oberen Bereich der Störungszone wird der GVT4-1 prognostiziert. Das Gebirgsverhalten ist gekennzeichnet

Comportamento dell'ammasso roccioso nella parte superiore del pozzo

Nella parte superiore dell'area di faglia è previsto un comportamento del tipo GVT4-1. Il comportamento

durch tiefreichende Überbeanspruchung. Durch den Ausbruch kommt es zu spannungsbedingten Entfestigungen bzw. Plastifizierungen des Gebirges verbunden mit großvolumigen Ausbrüchen aus der Laibung. Die Scherfestigkeit auf den Trennflächen wird deutlich überschritten. Im Bereich der massiven fault gouge Zonen ist das Ausquetschen des Störungsmaterials möglich.

Im oberen Bereich der Störungszone ist insbesondere in Bereichen mit hohen fault gouge Anteilen mit größeren Verformungen zu rechnen.

Bei Wasserzutritt reagiert der fault gouge wasserempfindlich, was mit einer Festigkeitsverminderung einhergeht. Des Weiteren ist im Bereich der fault gouge Zonen Tonmineralquellen bei Wasserzutritt möglich.

Im oberen Bereich des Schachtes wird diese Störungszone als geotechnisch stark relevant eingestuft.

Gebirgsverhalten im Bereich des Verschnittes der Störungszone SZ-IQP-n-f061c und SZ-IQP-A1

In diesem Bereich wird ebenfalls der GVT4-1 prognostiziert. Das Ausmaß der tiefreichenden Überbeanspruchung wird jedoch in diesem Bereich im Vergleich zu den oberhalb liegenden Bereichen noch verstärkt sein, da hier das kompetentere Gebirge außerhalb der Kernzone fehlt. Es ist daher auch mit einer weiteren Verformungszunahme zu rechnen.

Gebirgsverhalten unterer Bereich des Schachtes und Bereich der Kaverne

Beim Vortrieb des Zugangstunnels Ahrental war diese Störungszone nicht maßgeblich spürbar. Der Bereich konnte ohne zusätzliche Sicherungsmittel (im Vergleich zum umgebenden Gebirge) durchörtert werden. Dabei muss jedoch angemerkt werden, dass aufgrund der flach liegenden Schieferung im gesamten Bereich eine durchgängig starke Vorraussicherung mit 20 bis 25 Stück (20 Stk. im Bereich IQP-QP und 25 Stk. im Bereich IQP-QPjrm) vollvermörtelte Spiesse mit je 4 m Länge erfolgte. Eine Verformungszunahme war nur geringfügig feststellbar.

dell’ammasso roccioso è caratterizzato da sollecitazioni profonde. Lo scavo provoca il detensionamento o la plastificazione in collegamento con distacchi di massi di notevole volume dalla parete. La resistenza al taglio sui piani di taglio viene sensibilmente superata. Nell'area delle zone con presenza massiccia di fault gouge, è possibile l'uscita di roccia frantumata dalle fault gouge medesime.

Nella parte superiore della zona di faglia ed in particolare nelle aree con prevalenza di fault gouge zones si prevedono maggiori fenomeni di deformazione.

In caso di venute d'acqua, le fault gouges reagiscono in maniera idrosensibile, il che comporta una riduzione della solidità. Inoltre, nelle gouge di faglia in caso di venute d'acqua è possibile che appaiano delle sorgenti termali argillose.

Nella parte superiore del pozzo la faglia è classificata come avente elevata rilevanza geotecnica.

Comportamento dell'ammasso roccioso nell'area dell'intersezione della faglia SZ-IQP-n-f061c e SZ-IQP-A1

In questa zona è previsto anche il comportamento del tipo GVT4-1. L'entità delle sollecitazioni profonde qui sarà ancora più alta rispetto alle aree soprastanti, in quanto qui manca la roccia più solida e compatta all'esterno dalla core zone. Pertanto deve essere anche previsto un maggiore grado di deformazioni.

Comportamento dell’ammasso roccioso nella zona inferiore del pozzo e nell'area del camerone

Nel corso dello scavo della galleria di accesso Ahrental detta zona di faglia non era determinante. Era possibile attraversare tale zone senza adottare mezzi di sostegno aggiuntivi (rispetto alla roccia circostante). A tale proposito va però indicato che, in questa zona, a causa della scistosità pianeggiante era necessario eseguire un preconsolidamento permanente e forte consistente di 20 - 25 micropali cementati (20 pezzi nella zona IQP-QP e 25 pezzi nella zona IQP-QPjrm). Un aumento delle deformazioni era percepibile solo marginalmente.

Durch den Verschnitt der Trennflächen mit den Harnischflächen und fault gouge Bahnen mit steilem Einfallen und den hohen Zerlegungsgrad ist mit dem gefügebedingten Herausbrechen von größeren Bereichen zu rechnen. Dies betrifft im Bereich des Schachtes die Schachtlaibung, im Bereich der Kaverne insbesondere die Ortsbrust.

Für den unteren Bereich der Störungszone wird der GVT3 prognostiziert. Das Gebirgsverhalten ist gekennzeichnet durch spannungsbedingte Entfestigung verbunden mit verstärkten gefügebedingten Ausbrüchen aus der Laibung im Bereich der Störung. Die Scherfestigkeit auf den Trennflächen wird deutlich überschritten. Die Verformungen spielen eine untergeordnete Rolle für das Gebirgsverhalten.

Während des Vortriebes des Zugangstunnel Ahrental, war das Gebirge im Bereich der Störungszone bergfeucht, diskrete Wasserzutritte hatten eine geringe initiale Menge und sehr geringe Ergiebigkeiten sowie keinen Einfluss auf das Gebirgsverhalten. Für den weiteren Ausbruch der Kaverne wird dies gleichermaßen prognostiziert.

Im unteren Bereich des Schachtes und im Bereich der Kaverne wird diese Störungszone als geotechnisch relevant eingestuft.

4.2.2 SZ-IQP-ZTA-f774

Die Störung ist gekennzeichnet durch eine ca. 50 cm mächtige Lage aus völlig zerriebenem Quarzphyllit, welcher als fault gouge zu klassifizieren ist. Die Verschnittlänge mit der Kavernenachse liegt bei ca. 0,5 m. Die Störung ist eingebettet in ein Gebirge, welches durch die Gebirgsart IQP-QPjrm-1a definiert ist. Die Störung ist in Hinblick auf ihre geotechnische Relevanz als nicht relevant einzustufen. Die Störung wurde zwar im Zuge des Auffahrens des Zugangstunnels Ahrentals geologisch dokumentiert, jedoch hatte diese keinen Einfluss auf den Vortrieb. Die Störung bedarf daher in der weiteren Planungsphase keiner gesonderten Berücksichtigung. Das

Con l'intersezione delle discontinuità con gli specchi di faglia e i piani di taglio con un'immersione rapida e un elevato grado di frantumazione devono essere previsti dei distacchi di aree di maggiore entità dovuti a motivi strutturali. Nell'area del pozzo ciò riguarda il contorno della cavità del pozzo e nel camerone riguarda il fronte di avanzamento.

Per la parte inferiore della zona di faglia si prevede un comportamento del tipo GVT3. Il comportamento dell’ammasso roccioso è caratterizzato da un detensionamento dovuto alle forze spingenti in combinazione con distacchi di massi dalla parete nell'area della faglia. La resistenza al taglio sui piani di taglio viene nettamente superata. Le deformazioni svolgono un ruolo di minor rilievo nel comportamento dell'ammasso roccioso.

Nel corso dello scavo della galleria di accesso Ahrental l'ammasso roccioso in corrispondenza della faglia presentava un'umidità limitata; le venute d'acqua discrete presentavano una quantità iniziale ridotta e delle portate estremamente ridotte e non avevano alcun impatto sul comportamento dell’ammasso roccioso. Le stesse condizioni si prevedono anche per il successivo scavo del camerone e del pozzo.

Nella parte inferiore del pozzo e nella zona del camerone la faglia è classificata come avente elevata rilevanza geotecnica.

4.2.2 SZ-IQP-ZTA-f774

La faglia è caratterizzata da uno strato spesso circa 50 cm consistente di fillade quarzifera interamente frantumata da classificare come fault gouge. La faglia si colloca in un ammasso roccioso definito dal tipo di roccia IQP-QPjrm-1a. In termini di rilevanza geotecnica, tale faglia va classificata non rilevante. Nel corso dello scavo della galleria di accesso Ahrental tale faglia è stata documentata in termini geologici, ma non aveva nessun impatto sullo scavo. Nella successiva fase di progettazione tale faglia non deve essere considerata a parte. Il comportamento dell’ammasso roccioso in corrispondenza della faglia viene illustrato con un grado di

Gebirgsverhalten im Bereich dieser Störung wird durch das sowieso schon gestörte Gebirge (jrm) ausreichend genau abgebildet.

4.2.3 SZ-IQP-A1

Die Core Zone des Ahrental Störungssystems (A1) ist gekennzeichnet durch eine 8 m mächtige Zone bestehend aus stark entfestigtem, geschiefertem Protokataklasit und mehreren cm- bis dm-mächtigen Scherbahnen gefüllt mit fault gouge.

Die Damage Zone beidseitig der Core Zone ist gekennzeichnet durch Ausgangsgestein mit verstärkter tektonischer Auflockerung sowie einem vermehrten Auftreten von Harnischflächen bzw. cm- bis dm-mächtigen Scherzonen gefüllt mit fault gouge. Die Damage Zone zeigt eine erhöhte Trennflächendichte sowie schieferungs-parallele Entfestigung im Vergleich zum Ausgangsgestein (jrm / frac, siehe Abschnitt 3.6).

Dieser Störungstyp ist nur im Bereich des Schachtes im Homogenbereich SP2 prognostiziert. Die Störung ist dabei flach bis steil einfallend zur Schachtachse orientiert.

Aufgrund der großen Mächtigkeit der Störungszone ergibt sich auch eine große Verschnittlänge mit dem Schacht-hohlraum. Die Verschnittlänge der Core Zone liegt dabei mit 9 bis 19 m zwischen dem 2 und 3-fachen des Schachtdurchmessers. Es ist mit einem merklichen Einfluss der Störung auf das Gebirgsverhalten des umgebenden Gebirges zu rechnen. Für den Störungstyp A1 wird daher das Gebirgsverhalten im Vergleich zum ungestörten Gebirge um eine Stufe erhöht.

Das Gebirgsverhalten der Störungszone ist gekenn-zeichnet durch verstärkte gefügebedingte, tiefreichende Ausbrüche aus der Schachtlaibung im Bereich der Störung. Durch den Ausbruch kann es zu hohlraumnahen Entfestigungen im Bereich der Störung kommen. Die Verformungen werden aufgrund des geringen Spannungs-niveaus nur geringfügig im Vergleich zum ungestörten Gebirge beeinflusst.

dettaglio sufficiente dall'ammasso roccioso già fratturato (jrm).

4.2.3 SZ-IQP-A1

La core zone del sistema di faglie Ahrental (A1) è caratterizzata da una zona spessa 8 m composta da protocataclasiti scistose, fortemente detensionate e da diverse vie di taglio di uno spessore da qualche cm a qualche dm riempite di fault gouge.

La damage zone su ambi i lati della core zone è caratterizzata dal protolite con allentamento tettonico rafforzato nonché una presenza più frequente di specchi di faglia e zone di shear di spessori da qualche cm a qualche dm riempite con fault gouge. Rispetto al protolite (jrm / frac, vedi p. 3.6), la damage zone presenta un'elevata frequenza di discontinuità nonché un detensionamento parallelo alla scistosità.

Tale tipo di faglie è previsto solo nella zona omogenea SP2. La faglia presenta un orientamento con immersione a pendenza da ridotta a elevata.

Dallo spessore elevato della zona di faglia risulta una lunghezza di intersezione elevata con la cavità del pozzo. La lunghezza di intersezione della core zone è tra il doppio e il triplo del diametro del pozzo. Si prevede un impatto marcato della faglia sul comportamento dell’ammasso roccioso circostante. Per il tipo di faglia A1, il livello del comportamento dell’ammasso roccioso viene quindi aumentato di un livello rispetto alla roccia non fratturata.

Il comportamento dell’ammasso roccioso nella zona di faglia è caratterizzato da un aumento dei distacchi dovuti alla struttura che interessano il contorno della cavità del pozzo in corrispondenza della faglia. I distacchi possono comportare dei fenomeni di detensionamento vicino alla cavità e di plastificazione in corrispondenza della faglia. A causa del livello tensionale ridotto, le deformazioni vengono influenzate solo marginalmente rispetto alla roccia non fratturata.

Da die Gesteine als nicht wasserempfindlich zu beurteilen sind und die prognostizierten Wassermengen sehr gering sind, ist mit keinem maßgeblichen Einfluss des Bergwassers auf das Gebirgsverhalten zu rechnen.

Die Störung ist als geotechnisch relevant einzustufen.

Per la mancata sensibilità all'acqua della roccia e per le quantità d'acqua molto ridotte pronosticate, non si prevede un impatto decisivo delle acque ipogee sul comportamento dell'ammasso roccioso.

In termini di rilevanza geotecnica, tale faglia va classificata molto rilevante.

5 DATENBLÄTTER

5.1 GEBIRGSARTEN GA

Gebirge:	IQP-QP-1a-KSA IQP-QPjrm-1a-KSA FS-KSA
Störungszonen:	SZ-IQP-n-f061c-(oberer Bereich) SZ-IQP-n-f061c-(unterer Bereich) SZ-IQP-ZTA-f774 SZ-IQP-A1

5 SCHEDE TECNICHE

5.1 TIPI DI AMMASSI ROCCIOSI GA

Amasso roccioso:	IQP-QP-1a-KSA IQP-QPjrm-1a-KSA FS-KSA
Zone di faglia:	SZ-IQP-n-f061c-(parte sopra) SZ-IQP-n-f061c-(parte sotto) SZ-IQP-ZTA-f774 SZ-IQP-A1

5.1.1 GA IQP-QP-1a-KSA 5.1.1 GA IQP-QP-1a-KSA

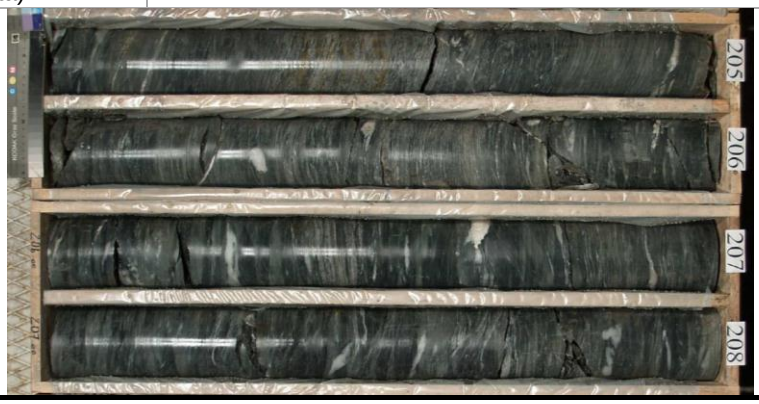
Geologie - Geologia

Gebirgsart	IQP-QP-1a-KSA	Tipo di ammasso roccioso

Gesteinsbeschreibung / Descrizione roccia		
Lithologie	Quarzphyllit, untergeordnet Quarzitschiefer, Einschaltungen von Gneisen, Grünschiefern, Kalk/Dolomitmarmoren, Graphitphylliten, Porphyroiden	ID: 306 307
Litologia	Fillade quarziferia, subordinato scisto quarzitico, intercalazioni di gneiss, scisto verde, marmo calcareo/dolomitico, fillade nera, porfiroide	

Trennflächensysteme / Sistemi di discontinuitá		
Schieferung Scistositá	Orientierung/ Orientamento: Abstand / Distanza:	240 / 10-30 bis 330 / 10-30 (1) 6 – 20 cm
Trennflächenorientierung Orientamento della discontinuitá	RTF 2e/j: 60-80 / 45-85 RTF 2e/f: 45-75 / 15-65 RTF 1a: 315-355 / 25-60	RTF 2w/j: 250-280 / 40-70 RTF 2w/f: 240-270 / 10-75 RTF 1s: 170-200 / 15-45
Trennflächenabstände Distanza della discontinuitá	RTF 2e/j: 20-200 cm RTF 2e/f: 200-600 cm RTF 1a: 60-200 cm	RTF 2w/j: 60-200 cm RTF 2w/f: 200-600 cm RTF 1s: 20-200 cm
Trennflächenlänge Lunghezza della discontinuitá	RTF 2e/j: 60-200 cm RTF 2e/f: >600 cm RTF 1a: 200->600 cm	RTF 2w/j: 60-200 cm RTF 2w/f: >600 cm RTF 1s: 60-200 cm
Trennflächenrauigkeit JRC Scabrezza della discontinuitá JRC	RTF 2e/j: 3-4 RTF 2e/f: - RTF 1a: 2-4	RTF 2w/j: 3-4 RTF 2w/f: - RTF 1s: 4-6
Trennflächenfüllung Ripieno della discontinuitá	RTF 2e/j: - RTF 2e/f: fault gouge RTF 1a: -	RTF 2w/j: - RTF 2w/f: fault gouge RTF 1s: -

Repräsentative Probe / Campione rappresentativo	
Bohrkern (Teufe) Sondaggio (profonditá)	La-B-06/09 (204-208 m)



Geomechanik Gestein – Geomeccanica roccia

Gebirgsart	IQP-QP-1a-KSA	Tipo di ammasso roccioso

Kennwerte Gestein Labor / Parametri della roccia laboratorio			
Gesteinsverhalten: Comportamento roccia:		anisotrop (durch Einfluss der Schieferung) anisotropo (sulla base di scistosità)	
γ	[kN/m³]	**27,5**	Mittelwert aus 47 Versuchen
σ_{ci}	[MPa]	**36** (45) (30) (18)	Mittelwert aus 212 einaxialen Druckversuchen Senkrecht zur Schieferung Parallel zur Schieferung Minimalwert unter ca. 30° Neigung
I_S (σ_{ci})	[MPa]	**2,11** (34)	Mittelwerte aus 111 Punktlastversuchen mit variablen Orientierungen zur Schieferung (σ_{ci} Median aus 18 Versuchen)
E	[MPa]	**30.000** (31.000) (30.000-60.000)	Mittelwert aus 129 einaxialen Druckversuchen mit varablen Belastungsrichtungen zur Schieferung (ermittelt als Tangentenmodul bei 50% der Bruchspannung) Mittelwert aus 23 Versuchen Wellenausbreitungsgeschwindigkeit Siehe Kennwerte Gebirge In-Situ (BLA)
ν	[-]	**0,21** (0,24)	Mittelwert aus 132 einaxialen Druckversuchen Mittelwert aus 23 Versuchen Wellenausbreitungsgeschwindigkeit
SPZ	[MPa]	**4,7**	Mittelwert aus 62 Versuchen
CAI	[-]	**2,9**	Mittelwert aus 79 Versuchen, Bandbreite 1,1 – 5,2
äQu	[-]	**48**	Mittelwert aus 41 Dünnschliffuntersuchungen
m_i	[-]	**10**	Mittelwert aus 27 Versuchserien (Vergleichswert Literatur: 10 für Phyllite)
φ	[°]	46	Mittelwerte aus 7 Versuchsserien (Triaxialversuche) mit variablen Belastungsrichtungen zur Schieferung
c	[MPa]	7,5	

Kennwerte sonstige Trennflächen (außer Schieferung)			
φ	[°]	**32**	Die ausgeführten Versuche (19 Scherversuche) zeigen kein ausgeprägtes Nachbruchverhalten (Restfestigkeit entspricht ca. der Peakfestigkeit). Daher sowie aufgrund der geringen angetroffenen Trennflächenrauigkeiten (JRC 2-4) bzw. Trennflächenfüllungen (fault gouge) wird empfohlen die Kohäsion im hohlraumnahen Bereich (Bereich mit Kluftkörperversagen) mit c = 0 anzusetzen. Im hohlraumfernen Bereich kann die Kohäsion auf 0,2 MPa erhöht werden. Dalle prove eseguite (19 prove di taglio) non risulta nessun comportamento¬ post-rottura particolarmente pronunciato (la resistenza residua corrisponde più o meno alla resistenza di picco). Per questo motivo e sulla base delle ruvidità ¬delle¬ discontinuità (JRC 2-4) e dei riempimenti delle discontinuità (fault gouge) intercettati marginalmente si consiglia di applicare c = 0 per la coesione nei pressi della cavità (area con distacchi di blocchi dall'ammasso roccioso). Nell'area più distante dalla cavità la coesione può essere aumentata a 0,2 MPa.
c	[MPa]	0,2 **0**	

Geomechanik Gebirge – Geomeccanica amasso roccioso

Gebirgsart	IQP-QP-1a-KSA	Tipo di ammasso roccioso

Kennwerte Gebirge In-Situ (BLA) / Parametri in situ (DMT)			
E	[MPa]	30.000 – 60.000	Versuche Bohrungen In-B-03/04s und La-B-03/09 Die BLA Versuche wurden durchweg in Bereichen mit sehr geringen Zerlegungsgraden (RQD-Werte 100 bzw. nahe 100) ausgeführt. Die ermittelten Moduln sind daher eher einem Gesteinsmodul zuzuordnen.
Kennwerte Gebirge / Parametri dell' ammasso roccioso			
GSI	[-]	45	Bandbreite 40-50, GSI=50 für geschieferten Quarzphyllit einschl. Klüftung, GSI=40 für geschieferten Quarzphyllit einschl. Klüftung sowie ein oder mehreren großflächigen Harnsichflächen bzw. geringmächtigen Scherbahnen (fault gouge Füllung)
Homogenbereiche:			**KA1 / KA3**
$h_ü$	[m]	173-180	Bereich Kaverne: KA1: 173-176m / KA3: 180m
D	[-]	0,5	(2)
σ_c	[MPa]	**1,61**	Einaxiale Gebirgsfestigkeit nach Hoek & Brown 2002
σ_{cm}	[MPa]	**4,11**	Gebirgsfestigkeit nach Hoek & Brown 2002
φ	[°]	**35**	Reibungswinkel Mohr-Coulomb gemäß Hoek & Brown 2002 KA1 /KA3: 35°
c	[MPa]	**0,6**	Kohäsion Mohr-Coulomb gemäß Hoek & Brown 2002 KA1 /KA3: 0,6 MPa
E	[MPa]	1.540 / 3.370 / 3.318	Hoek 2005 Hoek 2002 Hoek / Diederichs 2006
E	[MPa]	**2.000**	empfohlen / raccomandato
Quellpotential / Potenziale di swelling			
keines / nessuno			
Quelldruck	[MPa]	-	
Quelldehnung	[%]	-	

Hinweise:	(1) Schieferung variiert Aufgrund des großräumigen offenen Faltenbaus (2) Aufgrund der ungünstigen Orientierung der Trennflächen (z. B. flach liegende Schieferung) wird zur Berücksichtigung der hohlraumnahen Auflockerung während des Vortriebes der Faktor D auf 0,5 herabgesetzt. Dies entspricht den Erfahrungen beim Auffahren des Zugangstunnels Ahrental.
Annotazioni:	(1) La scistosità varia a seconda della struttura a pieghe aperte su larga scala. (2) A causa dell'orientamento poco favorevole delle discontinuità (ad es. scistosità pianeggiante) ed al fine di poter tenere conto dell'allentamento nei pressi della cavità durante lo scavo, il fattore D viene ridotto a 0,5. Ciò corrisponde alle esperienze acquisite nel corso dello scavo della galleria di accesso Ahrental.

5.1.2 GA IQP-QPjrm-1a-KSA

Geologie - Geologia

Gebirgsart	IQP-QPjrm-1a-KSA	Tipo di ammasso roccioso

Gesteinsbeschreibung / Descrizione roccia		
Lithologie	Quarzphyllit, untergeordnet Quarzitschiefer, Einschaltungen von Gneisen, Grünschiefern, Kalk/Dolomitmarmoren, Graphitphylliten, Porphyroiden	ID: 306 307
Litologia	Fillade quarziferia, subordinato scisto quarzitico, intercalazioni di gneiss, scisto verde, marmo calcareo/dolomitico, fillade nera, porfiroide	

Trennflächensysteme / Sistemi di discontinuitá		
Schieferung Scistositá	Orientierung/ Orientamento: Abstand / Distanza:	240 / 10-30 bis 330 / 10-30 (1) 6 – 20 cm
Trennflächenorientierung Orientamento della discontinuitá	RTF 2e/j: 60-80 / 45-85 RTF 2e/f: 45-75 / 15-65 RTF 1a: 315-355 / 25-60	RTF 2w/j: 250-280 / 40-70 RTF 2w/f: 240-270 / 10-75 RTF 1s: 170-200 / 15-45
Trennflächenabstände Distanza della discontinuitá	RTF 2e/j: 20-100 cm RTF 2e/f: 100-300 cm RTF 1a: 30-100 cm	RTF 2w/j: 30-100 cm RTF 2w/f: 100-300 cm RTF 1s: 10-100 cm
Trennflächenlänge Lunghezza della discontinuitá	RTF 2e/j: 60-200 cm RTF 2e/f: >600 cm RTF 1a: 200->600 cm	RTF 2w/j: 60-200 cm RTF 2w/f: >600 cm RTF 1s: 60-200 cm
Trennflächenrauigkeit JRC Scabrezza della discontinuitá JRC	RTF 2e/j: 3-4 RTF 2e/f: - RTF 1a: 2-4	RTF 2w/j: 3-4 RTF 2w/f: - RTF 1s: 4-6
Trennflächenfüllung Ripieno della discontinuitá	RTF 2e/j: - RTF 2e/f: fault gouge RTF 1a: -	RTF 2w/j: - RTF 2w/f: fault gouge RTF 1s: -

Repräsentative Probe / Campione rappresentativo	
Bohrkern (Teufe) Sondaggio (profonditá)	-

-

Geomechanik Gestein – Geomeccanica roccia

Gebirgsart	IQP-QPjrm-1a-KSA	Tipo di ammasso roccioso

Kennwerte Gestein Labor / Parametri della roccia laboratorio			
Gesteinsverhalten: Comportamento roccia:		anisotrop (durch Einfluss der Schieferung) anisotropo (sulla base di scistosità)	
γ	[kN/m³]	**27,5**	Mittelwert aus 47 Versuchen
σ_{ci}	[MPa]	**36** (45) (30) (18)	Mittelwert aus 212 einaxialen Druckversuchen Senkrecht zur Schieferung Parallel zur Schieferung Minimalwert unter ca. 30° Neigung
I_S (σ_{ci})	[MPa]	**2,11** (34)	Mittelwerte aus 111 Punktlastversuchen mit variablen Orientierungen zur Schieferung (σ_{ci} aus Median aus 18 Versuchen)
E	[MPa]	**30.000** (31.000) (30.000-60.000)	Mittelwert aus 129 einaxialen Druckversuchen mit varablen Belastungsrichtungen zur Schieferung (ermittelt als Tangentenmodul bei 50% der Bruchspannung) Mittelwert aus 23 Versuchen Wellenausbreitungsgeschwindigkeit Siehe Kennwerte Gebirge In-Situ (BLA)
ν	[-]	**0,21** (0,24)	Mittelwert aus 132 einaxialen Druckversuchen Mittelwert aus 23 Versuchen Wellenausbreitungsgeschwindigkeit
SPZ	[MPa]	**4,7**	Mittelwert aus 62 Versuchen
CAI	[-]	**2,9**	Mittelwert aus 79 Versuchen, Bandbreite 1,1 – 5,2
äQu	[-]	**48**	Mittelwert aus 41 Dünnschliffuntersuchungen
m_i	[-]	**10**	Mittelwert aus 27 Versuchserien (Vergleichswert Literatur: 10 für Phyllite)
φ	[°]	46	Mittelwerte aus 7 Versuchsserien (Triaxialversuche) mit variablen Belastungsrichtungen zur Schieferung
c	[MPa]	7,5	

Kennwerte sonstige Trennflächen (außer Schieferung)			
φ	[°]	**32**	Die ausgeführten Versuche (19 Scherversuche) zeigen kein ausgeprägtes Nachbruchverhalten (Restfestigkeit entspricht ca. der Peakfestigkeit). Daher sowie aufgrund der geringen angetroffenen Trennflächenrauigkeiten (JRC 2-4) bzw. Trennflächenfüllungen (fault gouge) wird empfohlen die Kohäsion im hohlraumnahen Bereich (Bereich mit Kluftkörperversagen) mit c = 0 anzusetzen. Im hohlraumfernen Bereich kann die Kohäsion auf 0,2 MPa erhöht werden. Dalle prove eseguite (19 prove di taglio) non risulta nessun comportamento¬ post-rottura particolarmente pronunciato (la resistenza residua corrisponde più o meno alla resistenza di picco). Per questo motivo e sulla base delle ruvidità ¬delle¬ discontinuità (JRC 2-4) e dei riempimenti delle discontinuità (fault gouge) intercettati marginalmente si consiglia di applicare c = 0 per la coesione nei pressi della cavità (area con distacchi di blocchi dall'ammasso roccioso). Nell'area più distante dalla cavità la coesione può essere aumentata a 0,2 MPa.
c	[MPa]	0,2 **0**	

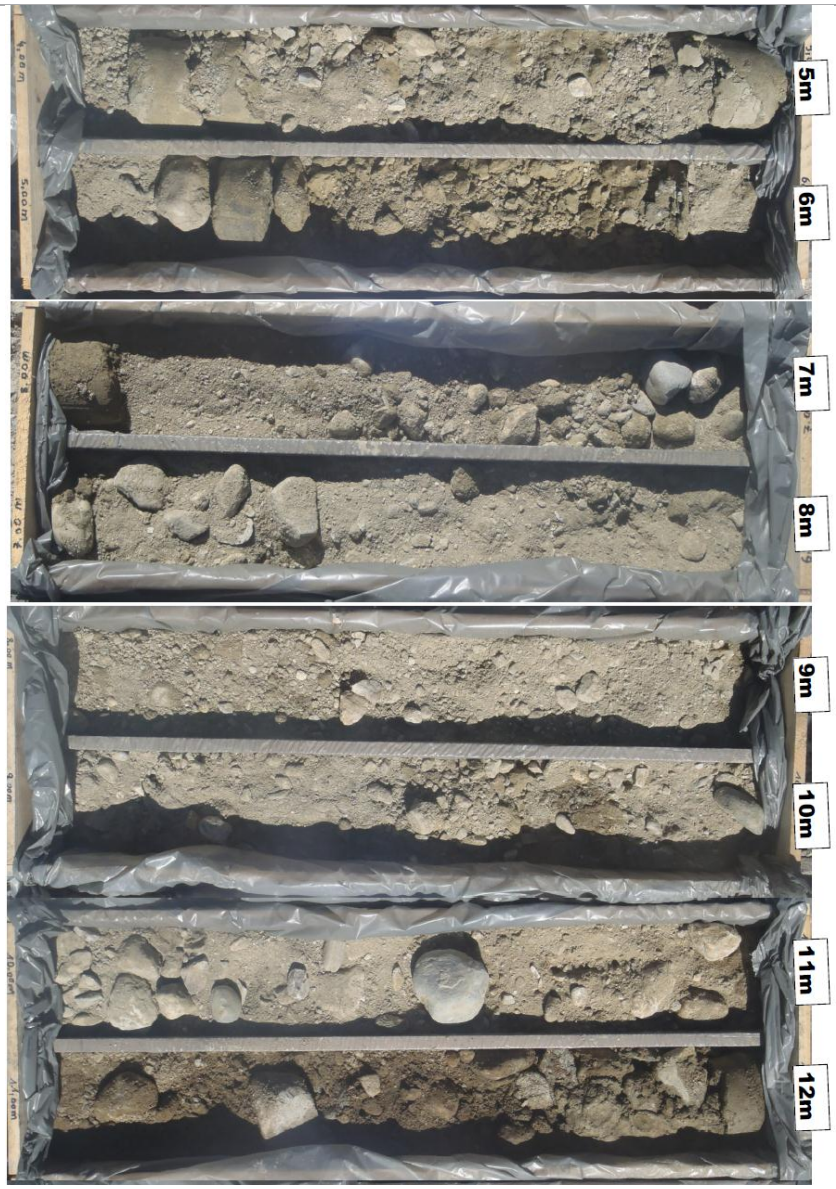
Geomechanik Gebirge – Geomeccanica amasso roccioso

Gebirgsart	IQP-QPjrm-1a-KSA	Tipo di ammasso roccioso
Kennwerte Gebirge In-Situ (BLA) / Parametri in situ (DMT)		
E [MPa]	30.000 – 60.000	Versuche Bohrungen In-B-03/04s und La-B-03/09 Die BLA Versuche wurden durchweg in Bereichen mit sehr geringen Zerlegungsgraden (RQD-Werte 100 bzw. nahe 100) ausgeführt. Die ermittelten Moduln sind daher eher einem Gesteinsmodul zuzuordnen.
Kennwerte Gebirge / Parametri dell‘ ammasso roccioso		
GSI [-]	35	Bandbreite 30-40, im Vergleich zum IQP-QP-1a erhöhte Trennflächendichte sowie vermehrtes Auftreten von Harnischflächen
Homogenbereiche:		**KA2 / SP2 / SP3 / SP4**
$h_ü$ [m]	12,3-179	Bereich Kaverne: KA2: 176-179 m Bereich Schacht: SP2/SP3/SP4: 12,3-175m
D [-]	0,5	(1)
σ_c [MPa]	**0,87**	Einaxiale Gebirgsfestigkeit nach Hoek & Brown 2002
σ_{cm} [MPa]	**3,04**	Gebirgsfestigkeit nach Hoek & Brown 2002
φ [°]	**49-31**	Reibungswinkel Mohr-Coulomb gemäß Hoek & Brown 2002 KA2: 31° SP2/SP3/SP4: 49-31°
c [MPa]	**0,15-0,45**	Kohäsion Mohr-Coulomb gemäß Hoek & Brown 2002 KA2: 0,45 MPa SP2/SP3/SP4: 0,15-0,45 MPa
E [MPa]	630 / 1.900 / 1.710	Hoek 2005 Hoek 2002 Hoek / Diederichs 2006
E [MPa]	**1.000**	empfohlen / raccomandato
Quellpotential / Potenziale di swelling		
keines / nessuno		
Quelldruck [MPa]	-	
Quelldehnung [%]	-	
Hinweise:	(1) Aufgrund der ungünstigen Orientierung der Trennflächen (z. B. flach liegende Schieferung) wird zur Berücksichtigung der hohlraumnahen Entfestigung während des Vortriebes der Faktor D auf 0,5 herabgesetzt. Dies entspricht den Erfahrungen beim Auffahren des Zugangstunnels Ahrental.	
Annotazioni:	(1) A causa dell'orientamento poco favorevole delle discontinuità (ad es. scistosità pianeggiante) ed al fine di poter tenere conto del detensionamento nei pressi della cavità durante lo scavo, il fattore D viene ridotto a 0,5. Ciò corrisponde alle esperienze acquisite nel corso dello scavo della galleria di accesso Ahrental.	

5.1.3 GA FS-KSA

Geologie - Geologia

Gebirgsart	FS-KSA	Tipo di ammasso roccioso
Gesteinsbeschreibung / Descrizione roccia		
Lithologie	Fluvioglaziale Terrassensedimente (1) Gemischtkörnige Ablagerungen (kiesdominiert): Kies und Sand mit Blockwerk, schluffig (2) Feinkörnige Ablagerungen (sand-schluff-dominiert): Feinsand und Schluff, tonig	ID: 26, 29, (31)
Litologia	Sedimenti terrazzali fluvioglaciali: (1) Depositi a granulometria mista (predominate ghiaia): ghiaia e sabbia con blocchi, limoso (2) Depositi a granulometria fina (predominante sabbia-limo): sabbia fina e limo, argilloso	
Repräsentative Probe / Campione rappresentativo		
Bohrkern (Teufe) Sondaggio (profonditá)	PA-B-02/13 (0-12,0 m)	


5m
6m
7m
8m
9m
10m
11m
12m

Geomechanik Gebirge – Geomeccanica amasso roccioso

Homogenbereiche:		**SP1**		
Kennwerte Gebirge / Parametri dell‘ ammasso roccioso				
γ	[kN/m³]	(1) **20-22** (2) **19-21**	(1) Bandbreite für gemischtkörnige Ablagerungen (2) Bandbreite für feinkörnige Ablagerungen	Keine Versuche vorhanden, Abschätzung aus Erfahrungswerten und Literaturangaben
φ	[°]	(1) **32,5-37,5** (2) **25-30**	(1) Bandbreite für gemischtkörnige Ablagerungen (2) Bandbreite für feinkörnige Ablagerungen	
c	[kPa]	(1) **0-5** (2) **5-10**	(1) Bandbreite für gemischtkörnige Ablagerungen (2) Bandbreite für feinkörnige Ablagerungen	
E_S	[MPa]	(1) **50-100** (2) **20-50**	(1) Bandbreite für gemischtkörnige Ablagerungen (2) Bandbreite für feinkörnige Ablagerungen	

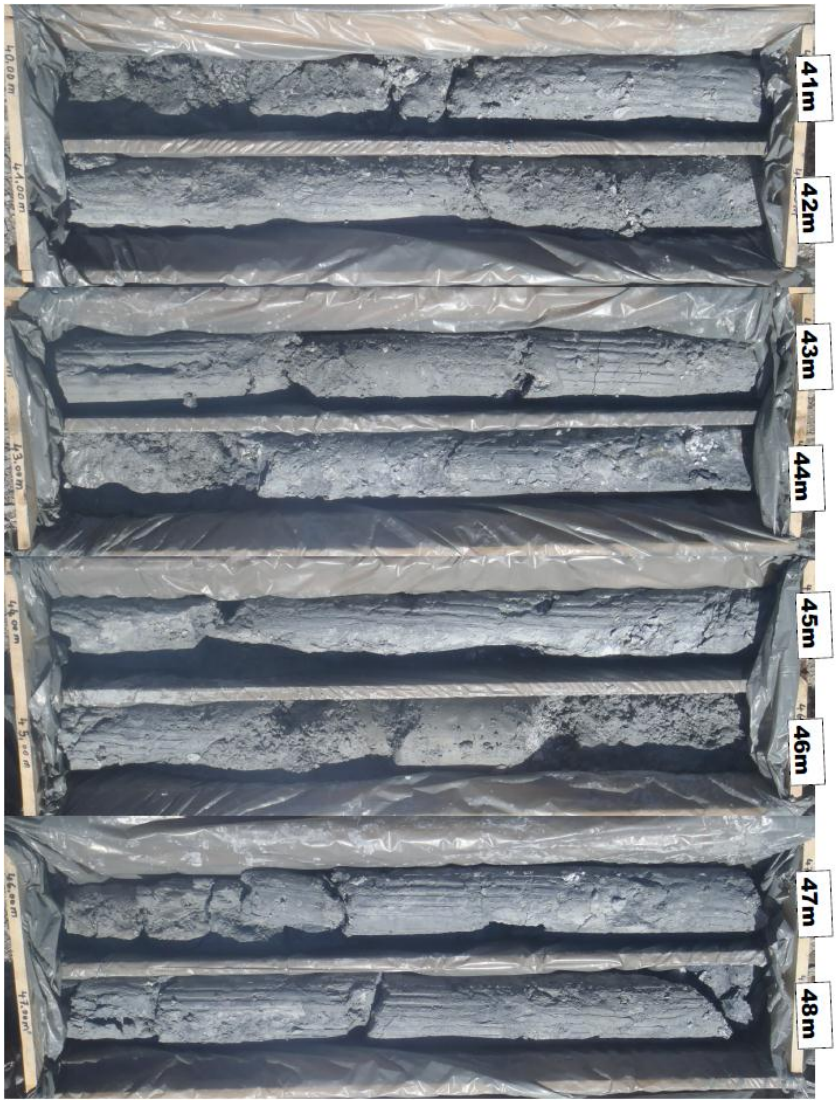
Hinweise:	Aufgrund der Tatsache, dass für die Ableitung der Kennwerte keine Versuche vorliegen, sind beide Parameterkombinationen ((1) + (2)) der Planung zu Grunde zu legen. Für jede Parameterkombination sind jeweils die oberen mit den unteren Grenzwerten wie folgt zu kombinieren. (1) gemischtkörnige Ablagerungen: φ = 32,5° / c = 5 kPa / E_S = 50 MPa und φ = 37,5° / c = 0 kPa / E_S = 100 MPa (2) feinkörnige Ablagerungen: φ = 25° / c = 10 kPa / E_S = 20 MPa und φ = 30° / c = 5 kPa / E_S = 50 MPa
Annotazioni:	Dato che la sicurezza di prevsione della struttura geologica (della composizione dello strato di materiale sciolto) è molto ridotta e che non esistono prove da cui dedurre i valori, è necessario porre entrambe le combinazioni di parametric ((1) + (2)) alla base della progettazione. Per ogni combinazione dei parametri i valori limite superiori devono essere combinati ogni volta con quelli inferiori, come descritto di seguito. (1) Depositi a granulometria mista: φ = 32,5° / c = 5 kPa / E_S = 50 MPa und φ = 37,5° / c = 0 kPa / E_S = 100 MPa (2) Depositi a granulometria fina: φ = 25° / c = 10 kPa / E_S = 20 MPa und φ = 30° / c = 5 kPa / E_S = 50 MPa

5.1.4 GA SZ-IQP-n-f061c-(oberer Bereich) 5.1.4 GA SZ-IQP-n-f061c-(parte sopra)

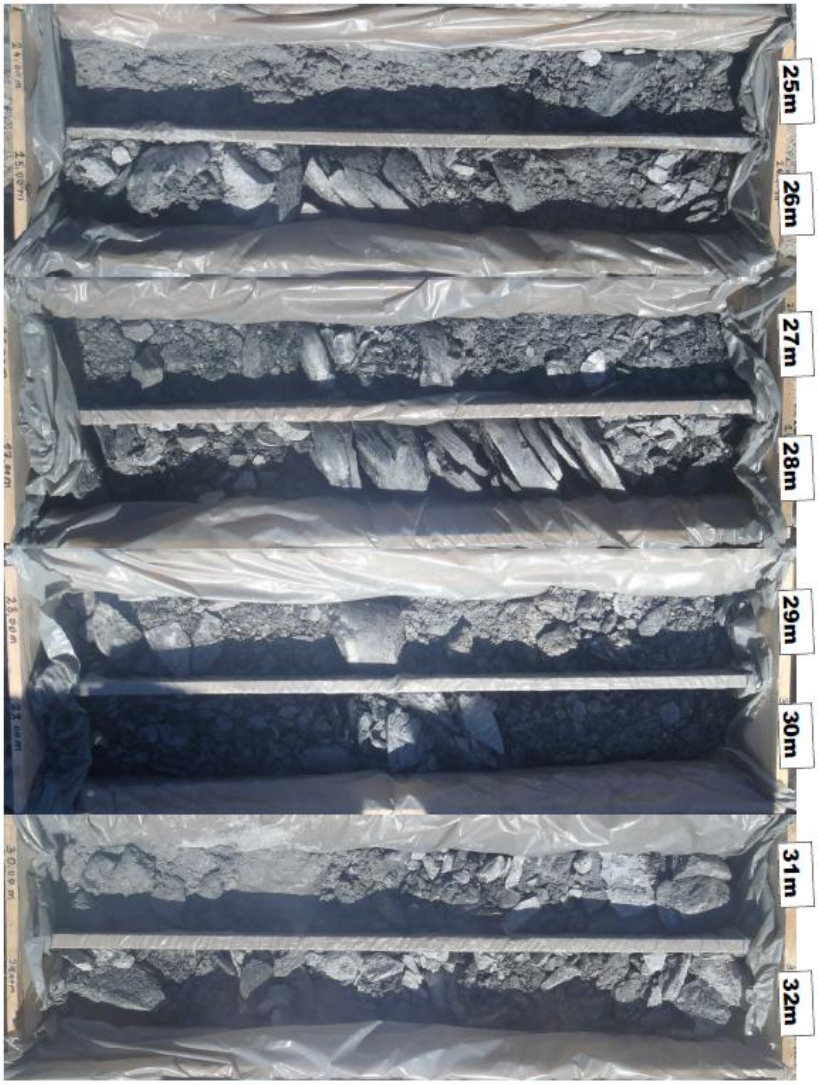
Geologie - Geologia

Gebirgsart **Störungszone**	**SZ-IQP-n-f061c** **Oberer Bereich**	**Tipo di ammasso roccioso** **Zona di faglia**
Bezeichnung Denominazione	Wipptal-Störungssystem Sistema di Faglia Wipptal	
Orientierung Orientazione	250/85 ± 10 (sehr steil W-fallend) 250/85 ± 10 (inclinazione ad alta pendenza, immergente verso O)	
Material DZ	Material DZ im Liegenden: siehe GA-IQP-QPjrm-1a Material DZ im Hangenden: siehe GA-IQP-QPjrm-1a	
Materiale DZ	Materiale DZ a tetto: vedi GA-IQP-QPjrm-1a Materiale DZ a letto:vedi GA-IQP-QPjrm-1a	
Material CZ	fault gouge (30-40%) Protokataklasit, entfestigt (35-40%), Zerrüttungszone-frac (25-30%)	
Materiale CZ	fault gouge (30-40%) protocataclasite, detensionata (35-40%), zona di fratturazione-frac (25-30%)	
Beschreibung	CORE ZONE: bestehend aus mind. 2 Scherbahnen mit Mächtigkeiten von jeweils 1-4 Metern fault gouge verlaufend in geschiefertem Protokataklasit bis hin zu deutlich gestörtem Quarzphyllit (Zerrüttungszone-frac).	
Descrizione	CORE ZONE: composto da almeno 2 piani di taglio con spessori di rispettivamente 1-4 metri di fault gouge che si sviluppoano in protocataclasiti scistosi fino alle filladi quarzifere visibilmente fratturate (zona di fratturazione - frac).	
Mächtigkeit [m] Spessore reale [m]	DZ: 23m	CZ: 12m

Bohrung Pa-B-02/13, Bohrteufe (=Teufe unter GOK) 41-46m: fault gouge, weich bis fest



Bohrung Pa-B-02/13, Bohrteufe (=Teufe unter GOK) 25-32m: Wechsellagerung aus fault gouge und stark zerrütteten / zerlegten Quarzphyllitbereichen



Hydrogeologie - Idrogeologia	Hydrogeologische Charakterisierung	Die Störung weist im seichten Bereich einen hohen Anteil an fault gouge auf, welche aus hydrogeologischer Sicht eine sehr geringe hydraulische Durchlässigkeit aufweist und damit gering wasserführend ist.
		Das geologische Modell zeigt, dass der Anteil an fault gouge mit der Tiefe stark abnimmt, hingegen der Anteil an stark zerlegten Quarzphyllit zunimmt. Diesbezüglich handelt es sich um ein Gebirge mit höheren Durchlässigkeiten. Eine Wasserführung ist diesbezüglich insbesondere in den Störungsabschnitten möglich, die mit der Oberfläche in hydraulischen Kontakt sind, somit also in Bereichen, die seichter liegen als flach lagernde Störungen (z. B. Störungssystem SZ-A).
	Caratterizzazione idrogeologica	La deformazione presenta molte gouge di faglia nella zona poco profonda, che dal punto di vista idrogeologico sono poco permeabili e quindi scarsamente acquifere.
		Il modello geologico mostra che la prevalenza di fault gouges diminuisce in rapporto diretto con la profondità raggiunta, aumentando invece la presenza di fillade quarzifera fortemente fratturata. Si tratta quindi di un ammasso roccioso con una permeabilità elevata. La presenza di acqua in tal contesto è possibile in particolare nelle zone di faglia che sono in contatto idraulico con la superficie, cioè nelle aree a profondità ridotta rispetto alle faglie pianeggianti (sistema di faglie SZ-A).
	Hinweis	
	Annotazioni	

Geomech. Geomecc.	Kennwerte empfohlen Parametri raccomandati	**DZ**	**CZ**
	c [MPa]	siehe / vedi: GA-IQP-QPjrm-1a	0,05-0,1 ($h_ü$=12-110m)
	φ [°]		24
	E [MPa]		100-300 ($h_ü$=12-110m)
	Hinweis	Das geologische Modell der Störungszone zeigt im oberen Bereich eine stärkere Verteilung der Gesteine in Richtung fault gouge (siehe auch Bohrkernfotos mit massiven bis zu 2-4 m mächtigen schräg angeschnittenen fault gouge Einheiten). Mit zunehmender Teufe nimmt der Anteil an fault gouge deutlich ab. Auf Kavernenniveau treten nur noch geringmächtige Scherbahnen gefüllt mit fault gouge auf (basierend auf den Erfahrungen der geologischen Dokumentation des Zugangstunnels Ahrental). Die Störung n-f061c wurde Aufgrund dieses Sachverhaltes in zwei geotechnische Bereiche unterteilt. Der obere Bereich umfasst den Anteil der Störung, welcher maßgeblich durch fault gouge und Protokataklasit geprägt ist. Dieser Teil der Stöung wird durch die Bohrung Pa-B-02/13 repräsentiert. Der untere Bereich umfasst den Anteil der Störung, welcher maßgeblich durch eine Zerrüttungszone und untergeordnet durch Protokataklasit und fault gouge geprägt ist. Dieser Teil der Störung wird durch die Erfahrungen beim Auffahren des Zugangstunnels Ahrental repräsentiert.	

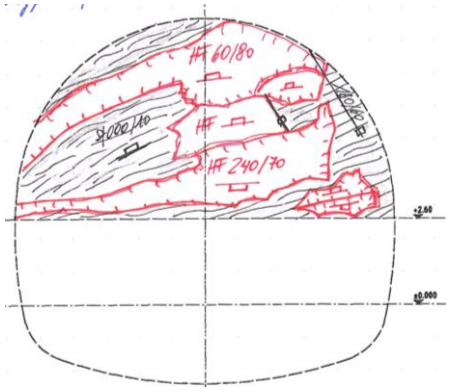
Annotazioni	Il modello geologico della zona di faglia mostra nell'area superiore una distribuzione maggiore della roccia in direzione della gouge di faglia (vedi foro delle carote con unità di gouge di faglia massicce, con spessore fino a 2-4 m e poste diagonalmente. Con l'aumentare della profondità, aumenta significativamente la percentuale di fault gouges. Alla quota del camerone si presentano solo piani di taglio di entità ridotta con gouge di faglia (sulla base delle esperienze della documentazione geologica nella gallerie di accesso di Ahrental). La faglia n-f061c è stata suddivisa in due zone geotecniche proprio per queste circostanze. La parte superiore comprende la parte di faglia che è principalmente caratterizzata da gouge di faglia e protocataclasiti. La rappresentazione di questa parte della faglia si basa sul sondaggio Pa-B-02/13. La sezione inferiore comprende la parte della faglia che è caratterizza soprattutto da una zona di frantumazione e subordinatamente da protocataclasiti e gouge di faglia. La rappresentazione di questa parte della faglia si basa sull'esperienza acquisita nello scavo della galleria di accesso di Ahrental.

5.1.5 GA SZ-IQP-n-f061c-(unterer Bereich) 5.1.5 GA SZ-IQP-n-f061c-(parte sotto)

Geologie - Geologia

Gebirgsart Störungszone	SZ-IQP-n-f061c unterer Bereich	Tipo di ammasso roccioso Zona di faglia
Bezeichnung Denominazione	Wipptal-Störungssystem Sistema di Faglia Wipptal	
Orientierung Orientazione	250/85 ± 10 (sehr steil W-fallend) 250/85 ± 10 (inclinazione ad alta pendenza, immergente verso O)	
Material DZ	Material DZ im Liegenden: siehe GA-IQP-QPjrm-1a Material DZ im Hangenden: siehe GA-IQP-QPjrm-1a	
Materiale DZ	Materiale DZ a tetto: vedi GA-IQP-QPjrm-1a Materiale DZ a letto:vedi GA-IQP-QPjrm-1a	
Material CZ	fault gouge (30-40%) Protokataklasit, entfestigt (35-40%), Zerrüttungszone-frac (25-30%)	
Materiale CZ	fault gouge (30-40%) protocataclasite, detensionata (35-40%), zona di fratturazione-frac (25-30%)	
Beschreibung	CORE ZONE: Es treten zahlreiche geringmächtige (1 bis wenige dm mächtige) Scherbahnen mit fault gouge auf. Das umgebende Gestein kann als Zerrüttungszone (frac) mit Anteilen von geschiefertem Protokataklasit bezeichnet werden.	
Descrizione	CORE ZONE: Si presentano numerosi piani di taglio di spessore ridotto (da 1 m fino a pochi dm) con gouge di faglia. La roccia circostante può essere descritta come zona di frantumazione (frac) con parti di protocataclasiti scistosi.	
Mächtigkeit [m] Spessore reale [m]	DZ: 23m	CZ: 12m

Ortsbrustbild Zugangstunnel Ahrental Station m. 752,6:



Hydrogeologie - Idrogeologia	Hydrogeologische Charakterisierung	Die Störung weist im seichten Bereich einen hohen Anteil an fault gouge auf, welche aus hydrogeologischer Sicht eine sehr geringe hydraulische Durchlässigkeit aufweist und damit gering wasserführend ist.
		Das geologische Modell zeigt, dass der Anteil an fault gouge mit der Tiefe stark abnimmt, hingegen der Anteil an stark zerlegten Quarzphyllit zunimmt. Diesbezüglich handelt es sich um ein Gebirge mit höheren Durchlässigkeiten. Eine Wasserführung ist diesebzüglich insbesondere in den Störungsabschnitten möglich, die mit der Oberfläche in hydraulischen Kontakt sind, somit also in Bereichen, die seichter liegen als flach lagernde Störungen (z. B. Störungssystem SZ-A).
	Caratterizzazione idrogeologica	La deformazione presenta molte zone di fault gouge nella zona poco profonda che dal punto di vista idrogeologico sono poco permeabili e quindi scarsamente acquifere.
		Il modello geologico mostra che la prevalenza di fault gouges diminuisce in rapporto diretto con la profondità raggiunta, aumentando invece la presenza di fillade quarzifera fortemente fratturata. Si tratta quindi di un ammasso roccioso con una permeabilità elevata. La presenza di acqua in tal contesto è possibile in particolare nelle zone di faglia che sono in contatto idraulico con la superficie, cioè nelle aree a profondità ridotta rispetto alle faglie pianeggianti (sistema di faglie SZ-A).
	Hinweis	
	Annotazioni	

Geomech. Geomecc.	Kennwerte empfohlen Parametri raccomandati	**DZ**	**CZ**
	c [MPa]	siehe / vedi: GA-IQP-QPjrm-1a	0,1-0,3 ($h_ü$=110-175m)
	φ [°]		28
	E [MPa]		300-500 ($h_ü$=110-175m)
	Hinweis	Das geologische Modell der Störungszone zeigt im oberen Bereich eine stärkere Verteilung der Gesteine in Richtung fault gouge (siehe auch Bohrkernfotos mit massiven bis zu 2-4 m mächtigen schräg angeschnittenen fault gouge Einheiten). Mit zunehmender Teufe nimmt der Anteil an fault gouge deutlich ab. Auf Kavernenniveau treten nur noch geringmächtige Scherbahnen gefüllt mit fault gouge auf (basierend auf den Erfahrungen der geologischen Dokumentation des Zugangstunnels Ahrental). Die Störung n-f061c wurde Aufgrund dieses Sachverhaltes in zwei geotechnische Bereiche unterteilt. Der obere Bereich umfasst den Anteil der Störung, welcher maßgeblich durch fault gouge und Protokataklasit geprägt ist. Dieser Teil der Stöung wird durch die Bohrung Pa-B-02/13 repräsentiert. Der untere Bereich umfasst den Anteil der Störung, welcher maßgeblich durch eine Zerrüttungszone und untergeordnet durch Protokataklasit und fault gouge geprägt ist. Dieser Teil der Störung wird durch die Erfahrungen beim Auffahren des Zugangstunnels Ahrental repräsentiert.	

Annotazioni	Il modello geologico della zona di faglia mostra nell'area superiore una distribuzione maggiore della roccia in direzione della gouge di faglia (vedi foro delle carote con unità di gouge di faglia massicce, grosse fino a 2-4 m poste diagonalmente. Con l'aumentare della profondità, la percentuale di fault gouges aumenta significativamente. Alla quota del camerone si presentano solo piani di taglio di entità ridotta con gouge di faglia (sulla base delle esperienze della documentazione geologica nella gallerie di accesso di Ahrental). La faglia n-f061c è stata suddivisa in due zone geotecniche proprio per queste circostenze. La parte superiore comprende la parte di faglia che è principalmente caratterizzata da gouge di faglia e protocataclasiti. Tale parte della faglia è rappresentata dal sondaggio Pa-B-02/13. La sezione inferiore comprende la parte della faglia che è caratterizza soprattutto da una zona di fratturazione e subordinatamente da protocataclasiti e gouge di faglia. La rappresentazione di questa parte della faglia si basa sull'esperienza acquisita nello scavo della galleria di accesso di Ahrental.

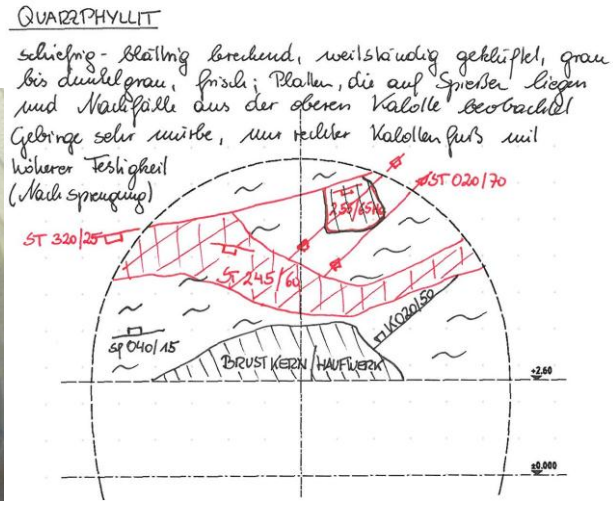
5.1.6 GA SZ-IQP-ZTA-f774

Geologi - Geologia

Gebirgsart Störungszone	SZ-IQP-ZTA-f774	Tipo di ammasso roccioso Zona di faglia

Bezeichnung Denominazione	Ahrental-Störungssystem Sistema di Faglia Ahrental	
Orientierung Orientazione	300/20 ± 5 (flach bis mäßig steil NW-fallend) (faglia immergente verso NO, inclinazione da angolo basso a media pendenza)	
Material DZ	Material DZ im Liegenden: siehe GA-IQP-QPjrm-1a Material DZ im Hangenden: siehe GA-IQP-QPjrm-1a	
Materiale DZ	Materiale DZ nel tetto: vedi GA-IQP-QPjrm-1a Materiale DZ nel letto: vedi GA-IQP-QPjrm-1a	
Material CZ	fault gouge (100%)	
Materiale CZ	fault gouge (100%)	
Beschreibung	CORE ZONE: bestehend aus einer etwa 0,3 m mächtigen Störungszone mit völlig zerriebenem Quarzphyllit	
Descrizione	CORE ZONE: composta da una zona di faglia con un spessore di ca. 0,3 m con fillade quarzifera totalmente frantumata	
Mächtigkeit [m] Spessore reale [m]		CZ: 0,5 m

Orstbrustbild Zugangstunnel Ahrental Station m. 774,3



Hydrogeologie - Idrogeologia	Hydrogeologische Charakterisierung	Heterogen: Die Scherzone gefüllt mit fault gouge wirkt stauend. Die Wasserwegigkeiten konzentrieren sich auf die aufgelockerten Gesteine der Damage Zone die je nach Überlagerung mäßig bis gering hydraulisch durchlässig sein können.
		Die Störung wurde durch den Zugangstunnel Ahrental aufgefahren, das Gebirge war meist bergfeucht, diskrete Wasserzutritte hatten eine geringe initiale Menge und sehr geringe Ergiebigkeiten. Für den Ausbruch der Kaverne wird dies gleichermaßen prognostiziert.
	Caratterizzazione idrogeologica	Eterogeneo: La circolazione idrica si concentra nella roccia allentata della damage zone e nei protocataclasti della core zone, che in base allo spessore della copertura possono presentare una permeabilità idraulica da media a minima.
		La galleria di accesso Ahrental ha attraversato questa faglia; l'ammasso roccioso presentava quasi sempre un'umidità limitata; le venute d'acqua discrete avevano una quantità iniziale ridotta e portate estremamente ridotte. Si prevedono le stesse condizioni anche per lo scavo del camerone e del pozzo.
	Hinweis	
	Annotazioni	

Geomech. Geomecc.	Kennwerte empfohlen Parametri raccomandati	**DZ**	**CZ**
	c [MPa]	im Liegenden: siehe / a tetto: vedi GA-IQP-QPjrm-1a im Hangenden siehe / a letto vedi: GA-IQP-QPjrm-1a	0,05
	φ [°]		20
	E [MPa]		150
	Hinweis		
	Annotazioni		

5.1.7 GA SZ-IQP-A1

5.1.7 GA SZ-IQP-A1

Geologi - Geologia	Gebirgsart Störungszone	SZ-IQP-A1	Tipo di ammasso roccioso Zona di faglia
	Bezeichnung Denominazione	Ahrental-Störungssystem Sistema di Faglia Ahrental	
	Orientierung Orientazione	325 ± 25 / 30 ± 20 (flach bis mäßig steil NW-fallend) (inclinazione da angolo basso a media pendenza immergente verso NO)	
	Material DZ	Gebirge mit geringfügig erhöhter Trennflächendichte und partiell schieferungsparalleler Entfestigung (bei geschieferten Gesteinen) (90%), geschieferter Protokataklasit (5-10%), fault gouge (1-5%), GSI 40-45	
	Materiale DZ	Ammasso roccioso con fratturazione leggermente elevata e parziale detensionamento parallelo alla scistositá (da rocce scistose) (90%), protocataclasite scistosa (5-10%), fault gouge (1-5%), GSI 40-45	
	Material CZ	Geschieferter Protokataklasit, stark entfestigt (80-90%), fault gouge (10-20%)	
	Materiale CZ	Protocataclasite scistosa con fratturazione elevata (80-90%), fault gouge (10-20%)	
	Beschreibung	DAMAGE ZONE: randlich auftretende Zonen mit einer Mächtigkeit von bis zu 10 m ckarakterisiert durch das vermehrte Auftreten von geringmächtigen Scherbahnen CORE ZONE: Bis zu 8 m mächtige Zone bestehend aus Protokataklasit (mürbfester bis entfestigter Quarzphyllit mit verruschelter Schieferung) und 3-5 durchschnittlich 0,2 bis 0,3 m mächtigen Scherbahnen mit fault gouge	
	Descrizione	DAMAGE ZONE: a margine zone con una estensione f ina a 10 m caratterizati da una presenza elevata di vie di taglio con scrasa estensione CORE ZONE: zone di protocataclasite (f illade quarzifera alterata e f ratturata con scistositá corrugata) fino a una estensione di 8 m e 3-5 vie di taglio con una estensione media da 0,2 a 0,3 m con fault gouge	
	Mächtigkeit [m] Spessore reale [m]	DZ: 2*10 m	CZ: 8 m

Hydrogeologie - Idrogeologia	Hydrogeologische Charakterisierung	Heterogen: Die Scherzonen gefüllt mit fault gouge wirken stauend. Die Wasserwegigkeiten konzentrieren sich auf die aufgelockerten Gesteine der Damage Zone und die Protokataklasite der Core Zone die je nach Überlagerung mäßig bis gering hydraulisch durchlässig sein können.		
		Überlagerung < 200 m	DZ und CZ (ausgenommen fault gouge) Gestein	10^{-5} m/s – 10^{-7} m/s
	Caratterizzazione idrogeologica	Eterogeneo: Le zone di taglio riempite di fault gouge hanno un effetto stagnante. La circolazione idrica si concentra nella roccia allentata della damage zone e nei protocataclasti della core zone, che in base allo spessore della copertura possono presentare una permeabilità idraulica da media a minima.		
		Sovrapposizione < 200 m	DZ e CZ (eccetto fault gouge) roccia	10^{-5} m/s – 10^{-7} m/s
	Hinweis	Die flach liegenden Störungen wirken in vertikaler Richtung stauend. Hangend können sich lokale Bergwasserkörper ausbilden. Bei Durchquerung der Störungen können diskrete und flächige Wasserzutritte auftreten im l/s Bereich (Klasse 2 gemäß hydrogeologischen Längsschnitt).		
	Annotazioni	Le faglie pianeggianti hanno un effetto stagnante in direzione verticale. Sul tetto possono formarsi corpi di acque ipogee locali. All'attraversamento della faglia possono verificarsi venute d'acqua discrete e diffuse dall'ordine di grandezza l/s (classe 2 di cui al profilo idrogeologico longitudinale).		

Geomech. Geomecc.	Kennwerte empfohlen Parametri raccomandati	**DZ**	**CZ**
	c [MPa]	siehe / a tetto: vedi GA-IQP-QPjrm-1a	0,15
	φ [°]		28
	E [MPa]		400
	Hinweis		
	Annotazioni		

5.2 GEBIRGSVERHALTENSTYPEN (GVT)

Gebirgsverhaltens-typen (GVT):

IQP-QP-1a-KA-GVT2
IQP-QPjrm-1a-KA-GVT3
IQP-QPjrm-1a-SP-GVT3
FS-SP-GVT8 / (GVT9)

SZ-IQP-n-f061c-KA-GVT3
SZ-IQP-n-f061c-SPo-GVT4-1 (GVT10)
SZ-IQP-n-f061c-SPu-GVT3
SZ-IQP-ZTA-f774-GVT3
SZ-IQP-A1-GVT3
SZ-IQP-n-f061c+A1-GVT4-1 (GVT10)

5.2 TIPI DI COMPORTAMENTO DELL`AMMASSO ROCCISO (TCR)

Tipi di comportamento dell`ammasso rocciso (TCR):

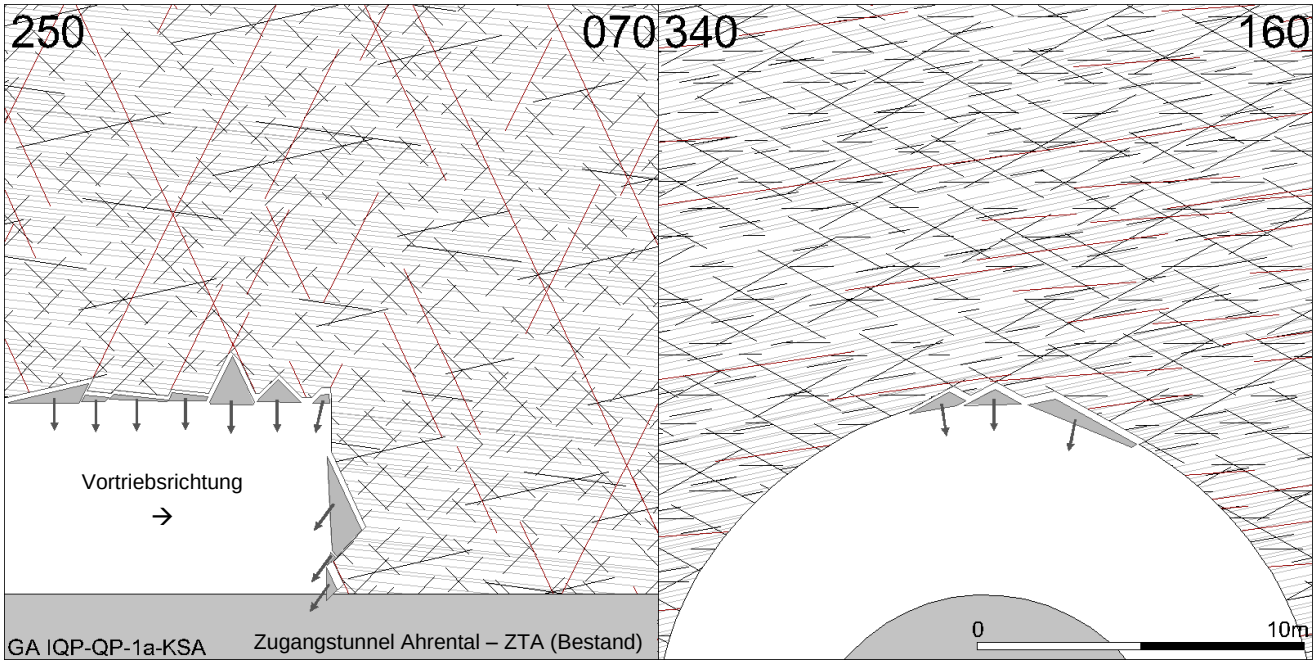
IQP-QP-1a-KA-GVT2
IQP-QPjrm-1a-KA-GVT3
IQP-QPjrm-1a-SP-GVT3
FS-SP-GVT8 / (GVT9)

SZ-IQP-n-f061c-KA-GVT3
SZ-IQP-n-f061c-SPo-GVT4-1 (GVT10)
SZ-IQP-n-f061c-SPu-GVT3
SZ-IQP-ZTA-f774-GVT3
SZ-IQP-A1-GVT3
SZ-IQP-n-f061c+A1-GVT4-1 (GVT10)

5.2.1 IQP-QP-1a-KA-GVT2

5.2.1 IQP-QP-1a-KA-GVT2

Gebirgsverhaltenstyp	IQP-QP-1a-KA **GVT 2**	Tipo di comportamento dell` ammasso roccioso



Grau / grigio – Schieferung / scistositá; Schwarz / nero – joints; rot / roso – faults

Homogenbereich / Überlagerung	Settore omogeneo / copertura
KA1 (173-176m) / KA3 (179-180m)	
Orientierung der Haupttrennflächen	**Orientamento delle principali discontinuità**
Die engständige Schieferung fällt sehr flach in die Vortriebsrichtung ein. Die sonstigen Trennflächen sind mittelsteil bis steil zur Tunnelachse orientiert und fallen sowohl in als auch gegen die Vortriebsrichtung ein.	La scistosità fitta immerge con pendenza molto ridotta nella direzione di scavo. Le altre discontinuità presentano un orientamento con pendenze da medie ad elevate rispetto all'asse della galleria e si immergono sia nella sia contro la direzione di scavo.
Gebirgsbeanspruchung	**Sollecitazione dell' ammasso roccioso**
Nachbrüchig	Friabile
Einfluss Bergwasser auf GVT	**Influenza acqua di montagna su TCR**
keiner	assente
Quelldruck	**Pressione di gonfiamento**
keiner	assente

Gebirgsverhalten	Comportamento dell' ammasso roccioso
Das Gebirgsverhalten ist trennflächendominiert. Es wird bestimmt durch das schwerkraftbedingte Herausfallen bzw –gleiten von Kluftkörpern. Die Scherfestigkeit wird lokal an den Trennflächen überschritten. Die Verformungen spielen Aufgrund des geringen Spannungsniveaus und der geringen Gebirgsbeanspruchung eine untergeordnete Rolle.	Il comportamento dell'ammasso roccioso viene dominato dalle discontinuità. Viene determinato dal crollo o dallo scivolamento, dovuti alla gravità, di corpi fratturati. Localmente viene superata la resistenza al taglio sui piani di discontinuità. A causa del livello tensionale ridotto e delle sollecitazioni dell'ammasso roccioso ridotte, le deformazioni svolgono solo un ruolo subordinato.
Aufgrund der flach liegenden Schieferung und der teilweise steil stehenden sonstigen Trennflächen ergeben sich die maßgeblichen Bruchkörper im Firstbereich (Sargdeckelbildung). Die Größe dieser Bruchkrörper reicht je nach Verschnitt der Trennflächen von klein- bis mittelgroß. Dies deckt sich mit den Erfahrungen beim Vortrieb des Zugangstunnels Ahrental, weshalb der First und Kämpferbereich durchweg vorauseilend mittels Spiessen gesichert werden musste.	I corpi di rottura decisivi in corrispondenza del colmo (distacchi di massi tipo "coperchio") sono dovuti alla scistosità pianeggiante e alle altre discontinuità in parte ripide. A seconda dell'intersezione delle discontinuità questi corpi di rottura presentano delle grandezze da ridotte a medie. Quanto sopra corrisponde alle esperienze acquisite nel corso dello scavo della galleria di accesso Ahrental dove era necessario eseguire un preconsolidamento costante del colmo e del paramento utilizzando dei micropali.
Durch den ungünstigen Trennflächenverschnitt, ist mit dem Herausgleiten von Klüftkörpern unterschiedlicher Größe aus der Ortsbrust zu rechnen. Dies entspricht den Beobachtungen beim Vortrieb des Zugangstunnels Ahrental (siehe Foto).	A causa dell'intersezione svantaggiosa delle discontinuità si prevede lo scivolamento di corpi fratturati di varie dimensioni dal fronte di scavo. Ciò corrisponde alle osservazioni fatte nel corso dello scavo della galleria di accesso Ahrental (vedi foto).

Tropie / Radialdeformation / bezogene Radialverformung	Tropia / Deformazione radiale / Deformazione radiale relative

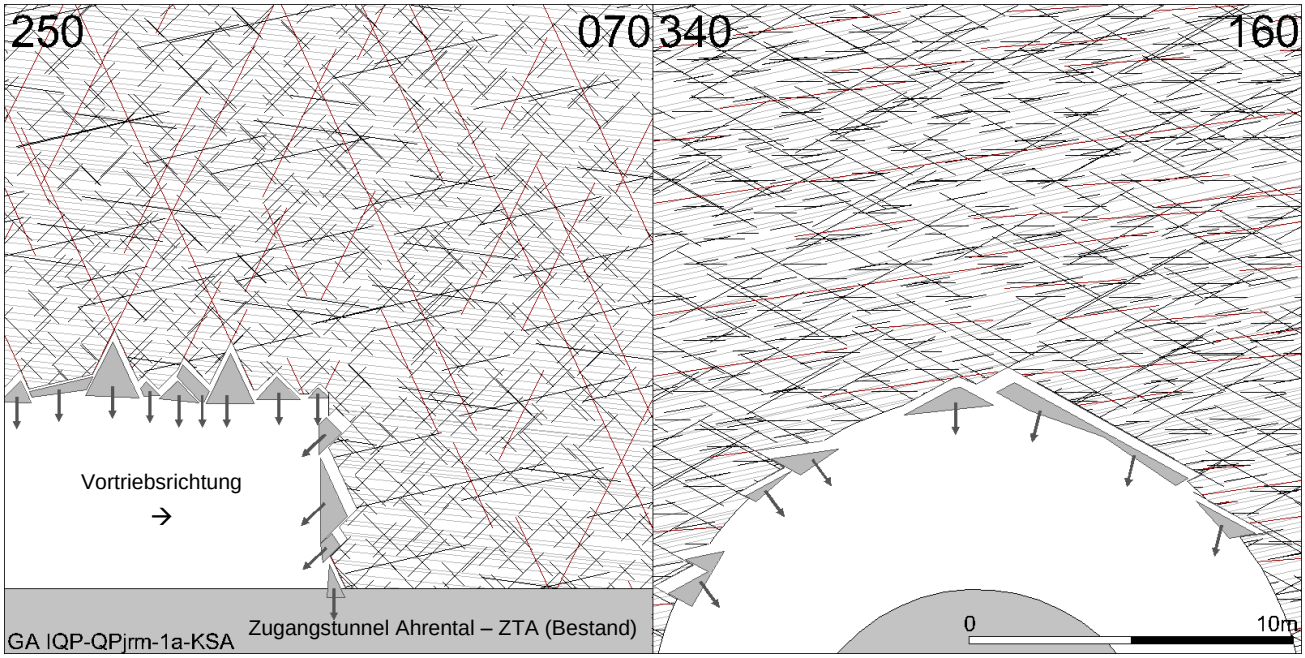
Isotrop / < 10 cm / < 1 % / nicht maßgeblich für das Gebirgsverhalten

Isotropo / < 10 cm / < 1 % / non determinante per il comportamento dell'ammasso roccioso

5.2.2 IQP-QPjrm-1a-KA-GVT3

5.2.2 IQP-QPjrm-1a-KA-GVT3

Gebirgsverhaltenstyp	IQP-QPjrm-1a-KA **GVT 3**	Tipo di comportamento dell` ammasso roccioso



Grau / grigio – Schieferung / scistositá; Schwarz / nero – joints; rot / roso – faults

Homogenbereich / Überlagerung	Settore omogeneo / copertura
KA2 (176-179m)	

Orientierung der Haupttrennflächen	Orientamento delle principali discontinuità
Die engständige Schieferung fällt sehr flach in die Vortriebsrichtung ein. Die sonstigen Trennflächen sind mittelsteil bis steil zur Tunnelachse orientiert und fallen sowohl in als auch gegen die Vortriebsrichtung ein.	La scistosità fitta immerge con pendenza molto ridotta nella direzione di scavo. Le altre discontinuità presentano un orientamento con pendenze da medie ad elevate rispetto all'asse della galleria e si immergono sia nella sia contro la direzione di scavo.

Gebirgsbeanspruchung	Sollecitazione dell' ammasso roccioso
nachbrüchig	friabile

Einfluss Bergwasser auf GVT	Influenza acqua di montagna su TCR
keiner	assente

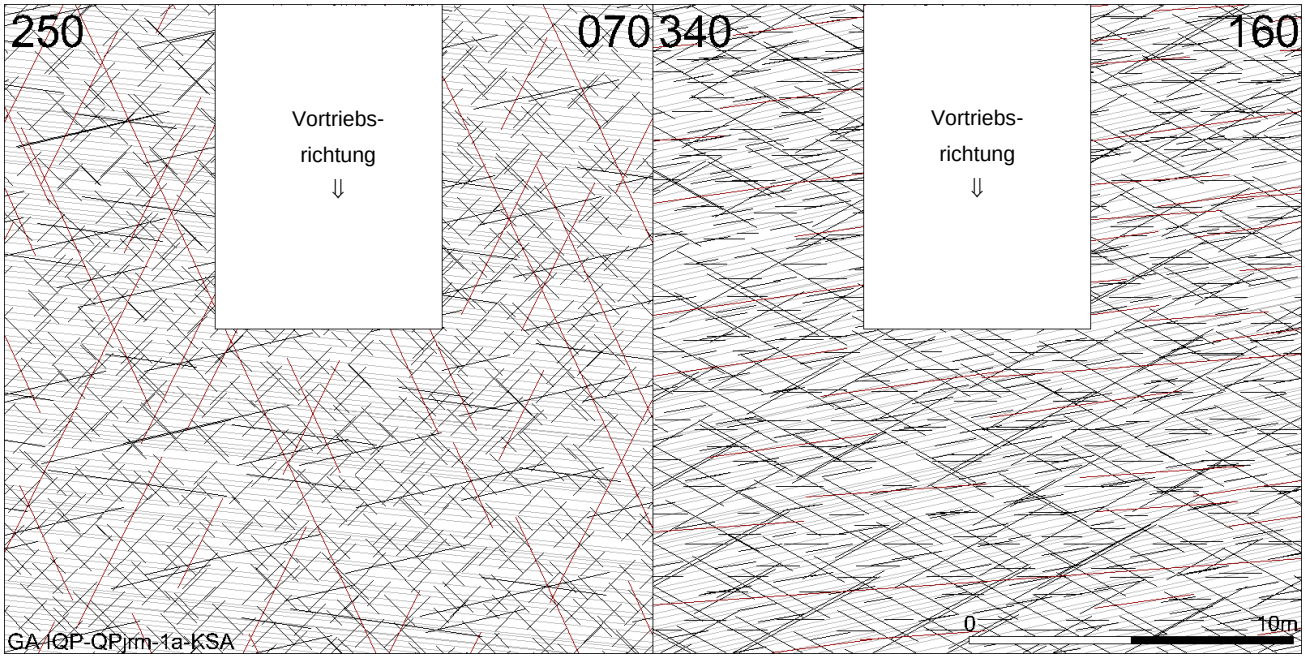
Quelldruck	Pressione di gonfiamento
keiner	assente

Gebirgsverhalten	Comportamento dell' ammasso roccioso
Das Gebirgsverhalten ist trennflächendominiert. Es wird bestimmt durch das schwerkraftbedingte Herausfallen bzw –gleiten von Kluftkörpern. Die Scherfestigkeit wird lokal an den Trennflächen überschritten. Dieses Verhalten wird aufgrund der herabgesetzten Gebirgsfestigkeit und des hohen Zerlegungsgrades (jrm) durch hohlraumnahe Überbeanspruchungen verbunden mit spannungsbedingter Entfestigung noch verstärkt.	Il comportamento dell'ammasso roccioso viene dominato dalle discontinuità. Viene determinato dal crollo o dallo scivolamento, dovuti alla gravità, di corpi fratturati. Localmente viene superata la resistenza al taglio sui piani di discontinuità. Tale comportamento viene ancora rafforzato dalla resistenza dell'ammasso roccioso ridotta e dall'alto grado di fratturazione (jrm) dovuto alle sovrasollecitazioni nelle vicinanze della cavità in combinazione con il detensionamento della roccia dovuto alla tensione.
Aufgrund der flach liegenden Schieferung und der teilweise steil stehenden sonstigen Trennflächen ergeben sich die maßgeblichen Bruchkörper im Firstbereich (Sargdeckelbildung). Die Größe dieser Bruchkrörper reicht je nach Verschnitt der Trennflächen von klein- bis mittelgroß. Dies deckt sich mit den Erfahrungen beim Vortrieb des Zugangstunnels Ahrental, weshalb der First und Kämpferbereich durchweg vorauseilend mittels Spiessen gesichert werden musste.	I corpi di rottura decisivi in corrispondenza del colmo (distacchi di massi tipo "coperchio") sono dovuti alla scistosità pianeggiante e alle altre discontinuità in parte ripide. A seconda dell'intersezione delle discontinuità questi corpi di rottura presentano delle grandezze da ridotte a medie. Quanto sopra corrisponde alle esperienze acquisite nel corso dello scavo della galleria di accesso Ahrental dove era necessario eseguire un preconsolidamento costante del colmo e del paramento utilizzando dei micropali.
Durch den ungünstigen Trennflächenverschnitt, ist mit dem Herausgleiten von Klüftkörpern unterschiedlicher Größe aus der Ortsbrust zu rechnen.	A causa dell'intersezione svantaggiosa delle discontinuità si prevede lo scivolamento di corpi fratturati di varie dimensioni dal fronte di scavo.
Tropie / Radialdeformation / bezogene Radialverformung	**Tropia / Deformazione radiale / Deformazione radiale relative**
Isotrop / < 20 cm / < 1 % / nicht maßgeblich für das Gebirgsverhalten Isotropo / < 20 cm / < 1 % / non determinante per il comportamento dell'ammasso roccioso	

5.2.3 IQP-QPjrm-1a-SP-GVT3

5.2.3 IQP-QPjrm-1a-SP-GVT3

Gebirgsverhaltenstyp	IQP-QPjrm-1a-SP **GVT 3**	**Tipo di comportamento dell`ammasso roccioso**



Grau / grigio – Schieferung / scistositá; Schwarz / nero – joints; rot / roso – faults

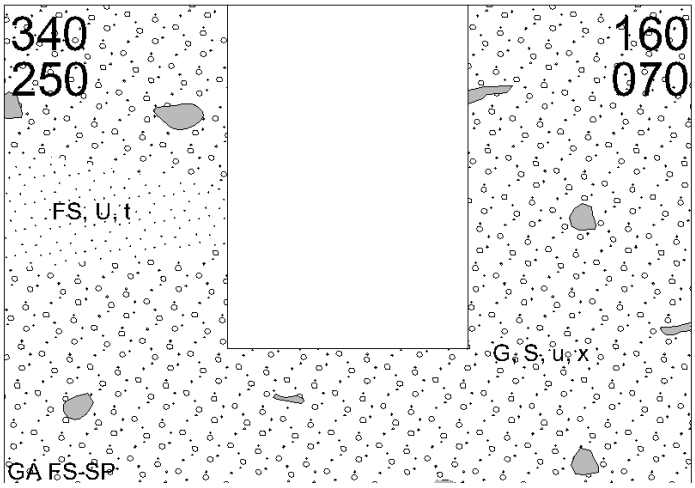
Homogenbereich / Überlagerung	**Settore omogeneo / copertura**
SP2 / SP3 / SP4 (12,3-175m)	
Orientierung der Haupttrennflächen	**Orientamento delle principali discontinuità**
Die engständige Schieferung ist nahezu senkrecht zur Schachtachse orientiert. Die sonstigen Trennflächen fallen in unterschiedlichen Orientierungen von senkrecht bis flach, mittelsteil bis steil sowie nahezu parallel zur Schachtachse ein.	La scistosità fitta presenta un orientamento pressoché verticale rispetto all'asse del pozzo. Le altre discontinuità si immergono con orientamenti vari da verticale a pianeggiante, da mediamente ripido a ripido nonché pressoché parallelo rispetto all'asse del pozzo.
Gebirgsbeanspruchung	**Sollecitazione dell' ammasso roccioso**
nachbrüchig	friabile
Einfluss Bergwasser auf GVT	**Influenza acqua di montagna su TCR**
keiner	assente
Quelldruck	**Pressione di gonfiamento**
keiner	assente

Gebirgsverhalten	Comportamento dell' ammasso roccioso
Das Gebirgsverhalten ist trennflächendominiert. Es wird bestimmt durch das schwerkraftbedingte Herausfallen bzw –gleiten von Kluftkörpern. Die Scherfestigkeit wird lokal an den Trennflächen überschritten. Dieses Verhalten wird aufgrund der herabgesetzten Gebirgsfestigkeit und des hohen Zerlegungsgrades (jrm) durch hohlraumnahe Überbeanspruchungen verbunden mit spannungsbedingter Entfestigung noch verstärkt.	Il comportamento dell'ammasso roccioso viene dominato dalle discontinuità. Viene determinato dal crollo o dallo scivolamento, dovuti alla gravità, di corpi fratturati. Localmente viene superata la resistenza al taglio sui piani di discontinuità. Tale comportamento viene ancora rafforzato dalla resistenza dell'ammasso roccioso ridotta e dall'alto grado di fratturazione (jrm) dovuto alle sovrasollecitazioni nelle vicinanze della cavità in combinazione con il detensionamento della roccia dovuto alla tensione.
Aufgrund des Trennflächenverschnittes ergeben sich maßgebliche Bruchkörper in der Schachtwandung. Die Größe dieser Bruchkrörper reicht je nach Verschnitt der Trennflächen von klein- bis mittelgroß.	Dall'intersezione delle discontinuità risultano dei corpi di rottura determinanti nella parete del pozzo. A seconda dell'intersezione delle discontinuità questi corpi di rottura presentano delle grandezze da ridotte a medie.
Tropie / Radialdeformation / bezogene Radialverformung	**Tropia / Deformazione radiale / Deformazione radiale relative**
Isotrop / < 10 cm / < 1 % / nicht maßgeblich für das Gebirgsverhalten Isotropo / < 10 cm / < 1 % / non determinante per il comportamento dell'ammasso roccioso	

5.2.4 FS-SP-GVT8/(9)

5.2.4 FS-SP-GVT8/(9)

Gebirgsverhaltenstyp	FS-SP **GVT 8 / (9)**	Tipo di comportamento dell` ammasso roccioso

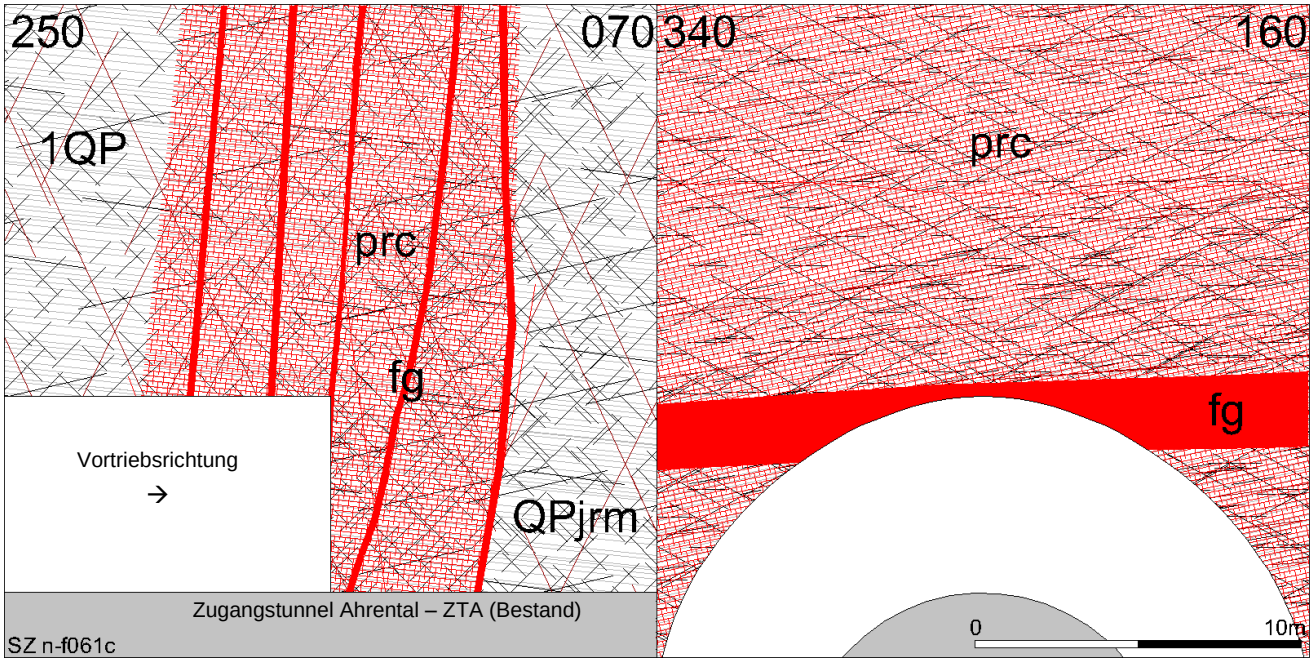


Homogenbereich / Überlagerung	Settore omogeneo / copertura
SP1 (0-12,3m)	
Orientierung der Haupttrennflächen	**Orientamento delle principali discontinuità**
-	-
Gebirgsbeanspruchung	**Sollecitazione dell' ammasso roccioso**
Geringes Spannungsniveau, nicht relevant	Livello tensionale ridotto, non rilevante
Einfluss Bergwasser auf GVT	**Influenza acqua di montagna su TCR**
Bei schwachen Wasserzutritten Ausspülen von nichtbindigen Anteilen möglich, bei starken Wasserzutritten Übergang vom GVT8 zum GVT9 – fließendes Gebirge	In presenza di venute d'acqua di entità ridotta è possibile la sciacquatura di porzioni non coesive; in presenza di venute d'acqua di entità elevata si passa dal tipo GVT8 al GVT9-ammasso roccioso fluido.
Quelldruck	**Pressione di gonfiamento**
keiner	assente

Gebirgsverhalten	Comportamento dell' ammasso roccioso
Das Gebirgsverhalten ist charakterisiert durch die Eigenschaften des Lockermaterials. Beim anstehenden Lockermaterial handelt es sich um fluvioglaziale Terrassensedimente die entweder als gemischtkörnige (Kies und Sand mit Blockwerk, schluffig) oder feinkörnige Ablagerungen (Feinsand und Schluff, tonig) auftreten können. Das Spannungsniveau ist durch die oberflächige Situierung gering. Die Ausbildung des Gebirgsverhaltens ist stark vom Aufbau der anstehenden Lockergesteine abhängig. Im Fall der gemischtkörnigen Fazies ist das Gebirgsverhalten gekennzeichnet durch das Ausrieseln von gering verzahntem Kies und Sandkomponenten. Die Schachtwandung ist in diesen Bereich im ungesicherten Zustand nicht bzw. nur bei geringmächtigen Aushubschritten stabil. Besonders in diesem Fall ist auch bei starken Wasserzutritten (z. B. im Bereich unterhalb des Grundwasserspiegels) mit dem Übergang zum GVT 9 zu rechnen. Im Fall der feinkörnigen Fazies ist die Schachtwandung aufgrund der kohäsiven Eigenschaften des Materials zumindest vorrübergehend standfest. Aufgrund der geringen Durchlässigkeiten der feinkörnigen Fazies ist die Gefahr des Überganges zum GVT 9 bei Wasserzutritt nur untergeordnet gegeben.	Il comportamento dell'ammasso roccioso viene definito dalle caratteristiche del materiale sciolto. Il materiale sciolto circostante si compone di sedimenti terrazzali fluvio-glaciali che si presentano o sotto forma di depositi a grana mista (ghiaia e sabbia con blocchi, limosi) o sotto forma di depositi a grana fine (sabbia fine e limo, argillosi). Per la collocazione superficiale, il livello tensionale è ridotto. Il tipo di comportamento dell'ammasso roccioso dipende fortemente dalla struttura del materiale sciolto circostante. Nel caso delle facies a grana mista, il comportamento dell'ammasso roccioso è caratterizzato dallo scorrere di componenti di ghiaia e di sabbia poco incastonati. In queste zone la parete del pozzo non è stabile senza applicazione di mezzi di sostegno, vuol dire che è stabile solo in caso dello scavo di tratti a basso spessore. Particolarmente in questo caso, quando si presentano delle venute di acqua forti (ad es. nella zona al di sotto del livello della falda freatica) si prevede il passaggio al tipo di comportamento GVT 9. Nel caso delle facies a grana fine, la parete del pozzo è almeno temporaneamente stabile a causa delle caratteristiche coesive del materiale. A causa delle permeabilità ridotte delle facies a grana fine, sussiste solo in via subordinata il pericolo del passaggio al tipo GVT 9 in caso di venute d'acqua.
Tropie / Radialdeformation / bezogene Radialverformung	**Tropia / Deformazione radiale / Deformazione radiale relative**
Isotrop / < 5 cm / < 1 % / nicht maßgeblich für das Gebirgsverhalten Isotropo / < 5 cm / < 1 % / non determinante per il comportamento dell'ammasso roccioso	

5.2.5 SZ-IQP-n-f061c-KA-GVT3

Gebirgsverhaltenstyp	SZ-IQP-n-f061c-KA **GVT 3**	Tipo di comportamento dell`ammasso roccioso



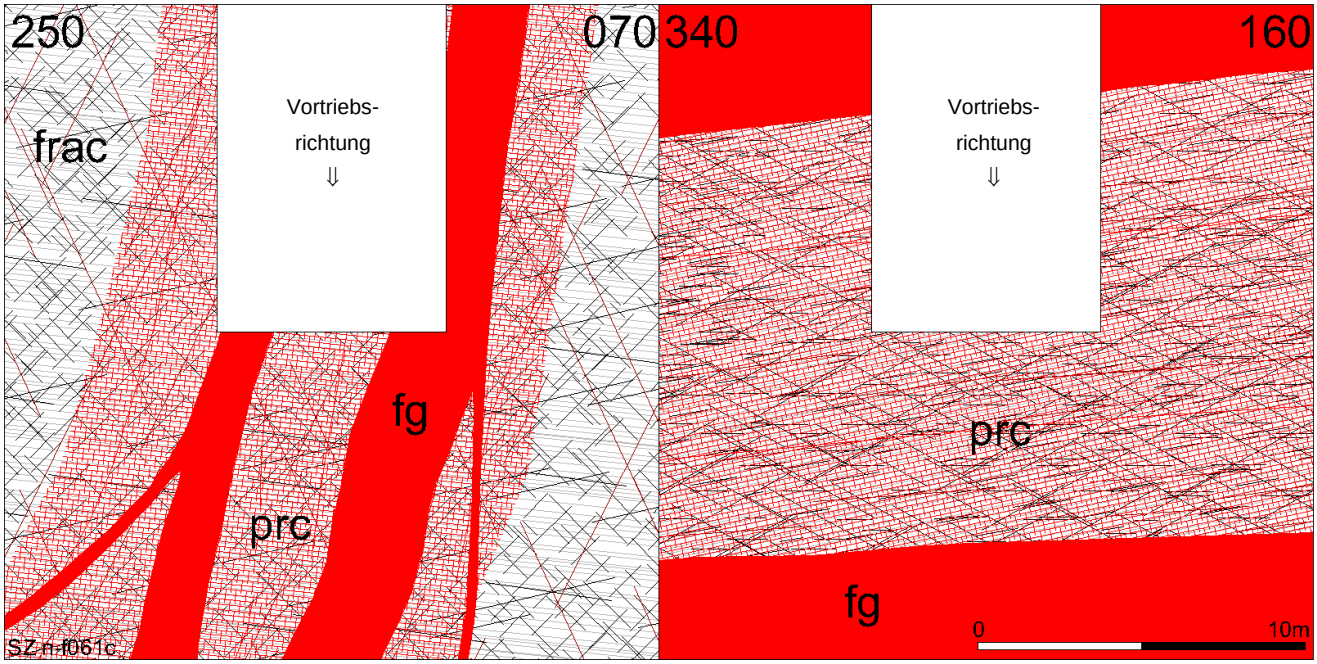
Grau / grigio – Schieferung / scistositá; Schwarz / nero – joints; rot / roso – faults

Homogenbereich / Überlagerung	Settore omogeneo / copertura
KA1 (173-176m) / KA2 (176-179m)	
Orientierung der Störung zum Hohlraum	**Orientazione della faglia rispetto alla cavitá**
querschlägig (80-89°), sehr steil einfallend (80°-88°)	Perpendicolare (80-89°), inclinazione ad alta pendenza (80°-88°)
Verschnittlänge der CZ mit Tunnelachse / Hohlraum	**Lunghezza d`intersezione CZ - asse di galleria / cavitá**
16m / 18m	16m / 18m
prognostizierte Anzahl im Homogenbereich	**Numero previsto nel settore omogeneo**
1	
Einfluss Bergwasser auf GVT	**Influenza acqua di montagna su TCR**
Die Störung wurde durch den Zugangstunnel Ahrental aufgefahren, das Gebirge war meist bergfeucht, diskrete Wasserzutritte hatten eine geringe initiale Menge und sehr geringe Ergiebigkeiten sowie keine Einfluss auf das Gebirgsverhalten. Für den Ausbruch der Kaverne wird gleichermaßen kein Einfluss des Bergwassers auf das Gebirgsverhalten prognostiziert.	La galleria di accesso Ahrental ha attraversato questa faglia; l'ammasso roccioso presentava prevalentemente un'umidità limitata; venute d'acqua discrete presentavano volumi iniziali ridotti e delle portate estremamente limitate e non avevano alcun impatto sul comportamento dell'ammasso roccioso. In analogia a quanto sopra si prevede per lo scavo del camerone che le acque ipogee non abbiano alcun impatto sul comportamento dell'ammasso roccioso.

Geomechanisches Modell Deformationsverhalten	Modello geomeccanico e deformativo
DZ: siehe Gebirgsart IQP-QPjrm-1a CZ: fault gouge, geschieferter Protokataklasit. Abbildung über isotrop elastoplastisches Materialverhalten. Berücksichtigung der teufenabhängigen Zunahme von Kohäsion und Elastizitätsmodul	DZ: vedi tipo di roccia IQP-QPjrm-1a CZ: fault gouge, protoctaclasiti scistose. Illustrazione comportamento isotropo elastoplastico. Considerazione dell'aumento di coesione e modulo di elasticità in funzione della profondità
Gebirgsverhalten	**Comportamento dell' ammasso roccioso**
GVT 3: spannungsbedingte Entfestigung verbunden mit verstärkten gefügebedingten Ausbrüche aus der Laibung und aus der Ortsbrust, gefügebedingte großvolumige Ausbrüche, die Scherfestigtkeit auf den Trennflächen wird deutlich überschritten. Herausgleiten großvolumiger Kluftkörper aus der Ortsbrust. Geringfügige Zunahme der Verformungen im Bereich der Störungszone	GVT 3: detensionamento dovuto alla tensione in combinazione con un aumento dei distacchi dovuti alla struttura che interessano il contorno della cavità e il fronte di scavo, distacchi dovuti alla struttura di massi di volume maggiore, viene largamente superata la scistosità sulle discontinuità. Scivolamento di corpi fratturati di volume maggiore dal fronte di scavo. Aumento marginale delle deformazioni nell'area interessata dalla faglia.
Tropie / Radialdeformation	**Tropia / Deformazione radiale**
anisotrop, geringfügige Zunahme der Verformungen im Vergleich zum "ungestörten" Gebirge < 10 cm / nicht maßgeblich für das Gebirgsverhalten	anisotropo, aumento marginale delle deformazioni rispetto alla roccia non fratturata. < 10 cm / non determinante per il comportamento dell'ammasso roccioso
Geotechnische Relevanz	**Rilevanza geotecnica**
2 – relevant	2 – rilevante

5.2.6 SZ-IQP-n-f061c-SPo- GVT4-1 / GVT10

Gebirgsverhaltenstyp	SZ-IQP-n-f061c-SPo **GVT4-1 / (**GVT10)	**Tipo di comportamento dell`ammasso roccioso**



Grau / grigio – Schieferung / scistositá; Schwarz / nero – joints; rot / roso – faults

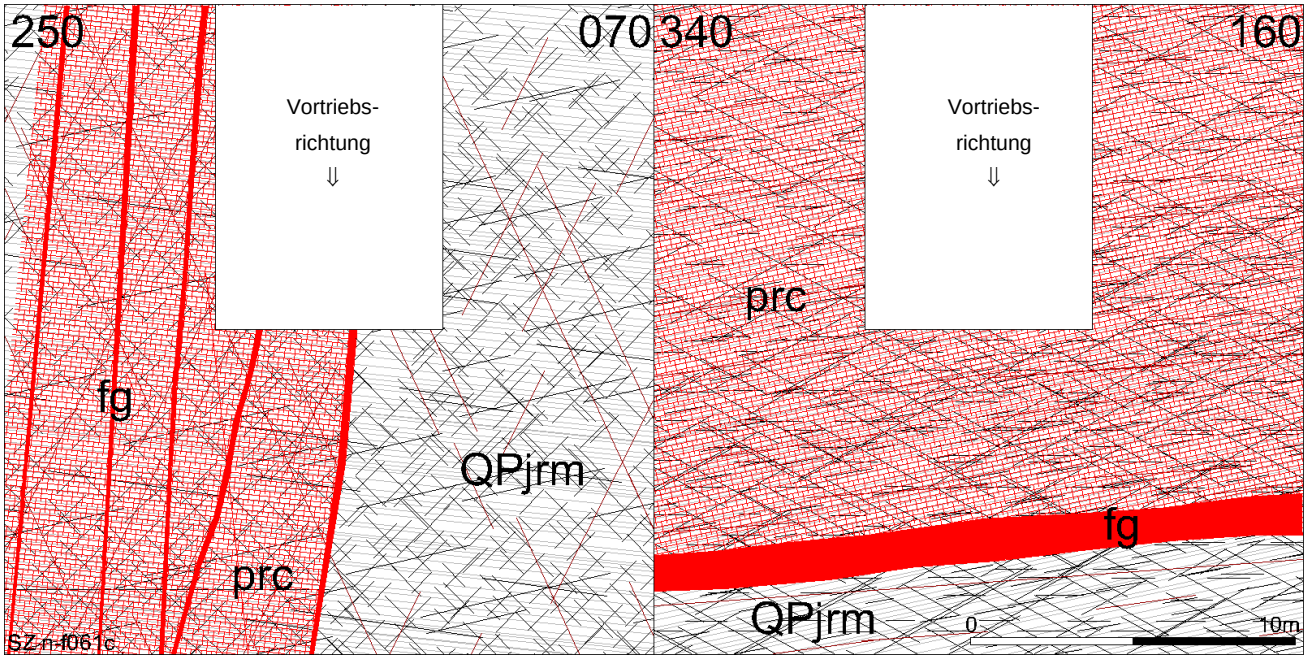
Homogenbereich / Überlagerung	**Settore omogeneo / copertura**
SP2 (12,3-85m), Schacht Patsch – oberer Bereich	
Orientierung der Störung zum Hohlraum	**Orientazione della faglia rispetto alla cavitá**
Parallel bis subparallel (0-10°)	Parallelo a subparallelo (0-10°)
Verschnittlänge der CZ mit Tunnelachse / Hohlraum	**Lunghezza d`intersezione CZ - asse di galleria / cavitá**
68m / 68m (100%)	68m / 68m (100%)
prognostizierte Anzahl im Homogenbereich	**Numero previsto nel settore omogeneo**
1	
Einfluss Bergwasser auf GVT	**Influenza acqua di montagna su TCR**
In den Bereichen mit hohen fault gouge Anteilen ist bei Wasserzutritt Tonmineralquellen (GVT10) möglich. Da der fault gouge stark wasserempfindlich ist, kann es bei Wasserzutritt zur Abnahme der Festigkeit kommen. In den anderen Bereichen (Bereiche mit Protokataklasit und Zerrüttungszone) kann es bei Wasserzutritt zur Verminderung der Scherfestigkeit auf den Trennflächen kommen. Dies gilt jedoch nur für die Trennflächen, welche	Nelle zone con prevalenza di fault gouge, in presenza di venute d'acqua è possibile la comparsa di sorgenti termali argillose. Dato che i fault gouge presentano elevata reattività all'acqua è possibile una perdita di compattezza in presenza di venute d'acqua. Nelle altre zone (in presenza di protocataclasiti e fratturazione) è possibile una diminuzione della resistenza al taglio nelle discontinuità in presenza di venute d'acqua.

als „faults“ (siehe 3.3.3) ausgebildet sind.	Questo vale tuttavia soltanto per quelle discontinuità che si configurano come "faults" (si veda il punto 3.3.3).
Geomechanisches Modell Deformationsverhalten	**Modello geomeccanico e deformativo**
DZ: siehe Gebirgsart IQP-QPjrm-1a CZ: fault gouge, geschieferter Protokataklasit. Abbildung über isotrop elastoplastisches Materialverhalten. Berücksichtigung der teufenabhängigen Zunahme von Kohäsion und Elastizitätsmodul	DZ: vedi tipo di roccia IQP-QPjrm-1a CZ: fault gouge, protoctaclasiti scistose. Illustrazione comportamento isotropo elastoplastico. Considerazione dell'aumento di coesione e modulo di elasticità in funzione della profondità
Gebirgsverhalten	**Comportamento dell' ammasso roccioso**
GVT4-1: tiefreichende Überbeanspruchung, druckhaftes Gebirge. Spannungsbedingte tiefreichende Entfestigung bzw. Plastifizierung des Gebirges mit großen Deformationen. Großvolumige Ausbrüche Aus der Laibung, die Scherfestigtkeit auf den Trennflächen wird deutlich überschritten. deutliche Zunahme der Verformungen im Bereich der Störungszone. Ausquetschen von fault gouge möglich.	GVT4-1: sollecitazione profonda, roccia spingente. Detensionamento profondo dovuta alle forze spingenti e/o plastificazione della roccia con notevoli deformazioni. Distacchi di ammassi dal volume notevole dalla parete, la resistenza al taglio delle discontinuità viene nettamente superata, aumento evidente delle deformazioni nell'area di faglia. Possibili uscite di roccia frantumata dai fault gouge.
GVT10 möglich: In den fault gouge Bereichen ist bei Wasserzutritt Tonmineralquellen möglich. (Quelldrücke <0,1 MPa)	Possibilità di GVT10: Nelle zone di fault gouge, in presenza di venute d'acqua è possibile la comparsa di sorgenti termali argillose. (pressione di sorgente < 0,1 MPa)
Tropie / Radialdeformation	**Tropia / Deformazione radiale**
anisotrop, deutliche Zunahme der Verformungen im Vergleich zum "ungestörten" Gebirge < 30 cm / maßgeblich für das Gebirgsverhalten	anisotropo, aumento sensibile delle deformazioni rispetto alla roccia non fratturata. < 30 cm / determinante per il comportamento dell'ammasso roccioso
Geotechnische Relevanz	**Rilevanza geotecnica**
3 – stark relevant	3 – molto rilevante

5.2.7 SZ-IQP-n-f061c-SPu-GVT3

5.2.7 SZ-IQP-n-f061c-SPu-GVT3

Gebirgsverhaltenstyp	SZ-IQP-n-f061c-SPu **GVT 3**	**Tipo di comportamento dell`ammasso roccioso**



Grau / grigio – Schieferung / scistositá; Schwarz / nero – joints; rot / roso – faults

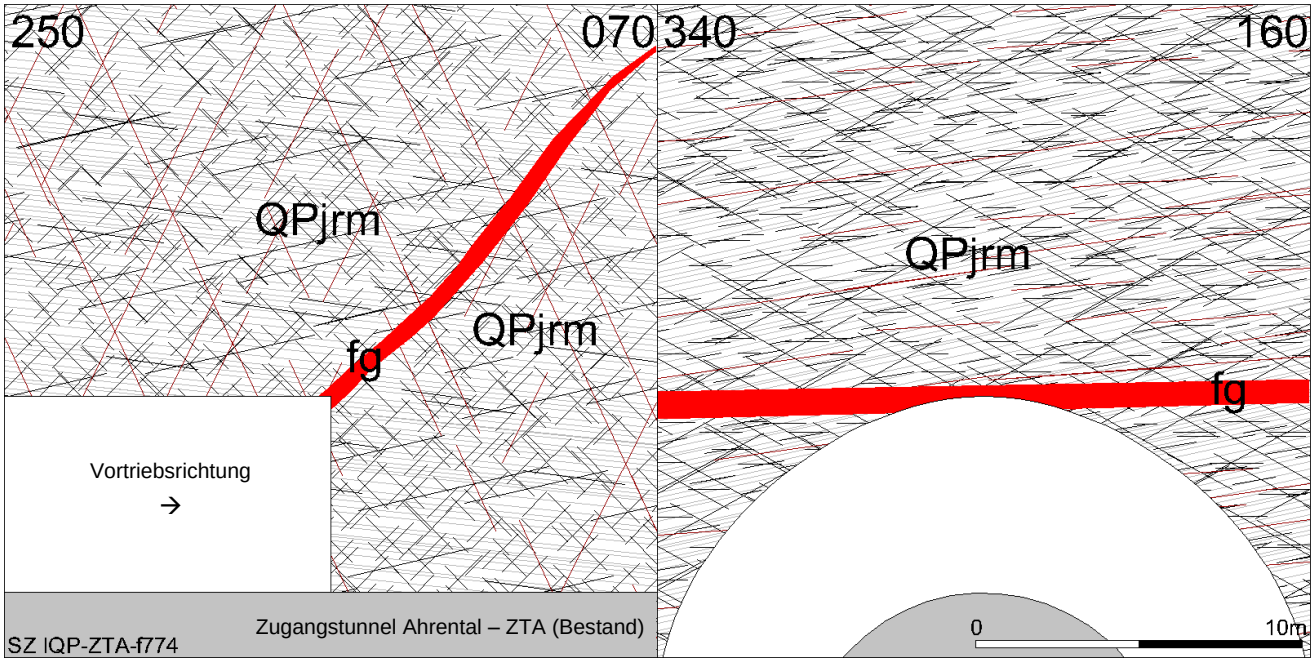
Homogenbereich / Überlagerung	**Settore omogeneo / copertura**
SP4 (110-175m) – Schacht Patsch, unterer Bereich	
Orientierung der Störung zum Hohlraum	**Orientazione della faglia rispetto alla cavitá**
Parallel bis subparallel (0-10°)	Parallelo a subparallelo (0-10°)
Verschnittlänge der CZ mit Tunnelachse / Hohlraum	**Lunghezza d`intersezione CZ - asse di galleria / cavitá**
65m / 65m (100%)	65m / 65m (100%)
prognostizierte Anzahl im Homogenbereich	**Numero previsto nel settore omogeneo**
1	
Einfluss Bergwasser auf GVT	**Influenza acqua di montagna su TCR**
Die Störung wurde durch den Zugangstunnel Ahrental aufgefahren, das Gebirge war meist bergfeucht, diskrete Wasserzutritte hatten eine geringe initiale Menge und sehr geringe Ergiebigkeiten sowie keine Einfluss auf das Gebirgsverhalten. Für den Ausbruch des unteren Bereiches des Schachtes wird gleichermaßen kein Einfluss des Bergwassers auf das Gebirgsverhalten prognostiziert.	La galleria di accesso di Ahrental ha attraversato questa faglia; l'ammasso roccioso presentava prevalentemente un'umidità limitata; venute d'acqua discrete presentavano volumi iniziali ridotti e portate estremamente limitate e non avevano alcun impatto sul comportamento dell'ammasso roccioso. In analogia a quanto sopra si prevede per lo scavo della parte inferiore del pozzo che le acque ipogee non abbiano alcun impatto sul comportamento dell'ammasso roccioso.

Geomechanisches Modell Deformationsverhalten	Modello geomeccanico e deformativo
DZ: siehe Gebirgsart IQP-QPjrm-1a CZ: fault gouge, geschieferter Protokataklasit. Abbildung über isotrop elastoplastisches Materialverhalten. Berücksichtigung der teufenabhängigen Zunahme von Kohäsion und Elastizitätsmodul	DZ: vedi tipo di roccia IQP-QPjrm-1a CZ: fault gouge, protoctaclasiti scistose. Illustrazione comportamento isotropo elastoplastico. Considerazione dell'aumento di coesione e modulo di elasticità in funzione della profondità
Gebirgsverhalten	**Comportamento dell' ammasso roccioso**
GVT 3: spannungsbedingte Entfestigung verbunden mit verstärkten gefügebedingten Ausbrüche aus der Laibung und aus der Ortsbrust, gefügebedingte großvolumige Ausbrüche, die Scherfestigkeit auf den Trennflächen wird deutlich überschritten. Herausgleiten großvolumiger Kluftkörper aus der Schachtlaibung. Geringfügige Zunahme der Verformungen im Bereich der Störungszone	GVT 3: detensionamento dovuto alla tensione in combinazione con un aumento dei distacchi dovuti alla struttura che interessano il contorno della cavità e il fronte di scavo, distacchi dovuti alla struttura di massi di volume maggiore, con ampio superamento della resistenza al taglio sulle discontinuità. Scivolamento di corpi fratturati di volume maggiore dal contorno della cavità del pozzo. Aumento marginale delle deformazioni nell'area interessata dalla faglia
Tropie / Radialdeformation	**Tropia / Deformazione radiale**
anisotrop, geringfügige Zunahme der Verformungen im Vergleich zum "ungestörten" Gebirge < 10 cm / nicht maßgeblich für das Gebirgsverhalten	anisotropo, aumento marginale delle deformazioni rispetto alla roccia non fratturata. < 10 cm / non determinante per il comportamento dell'ammasso roccioso
Geotechnische Relevanz	**Rilevanza geotecnica**
2 – relevant	2 – rilevante

5.2.8 SZ-IQP-ZTA-f774-GVT3

5.2.8 SZ-IQP-ZTA-f774-GVT3

Gebirgsverhaltenstyp	SZ-IQP-ZTA-f774 **GVT 3**	Tipo di comportamento dell`ammasso roccioso



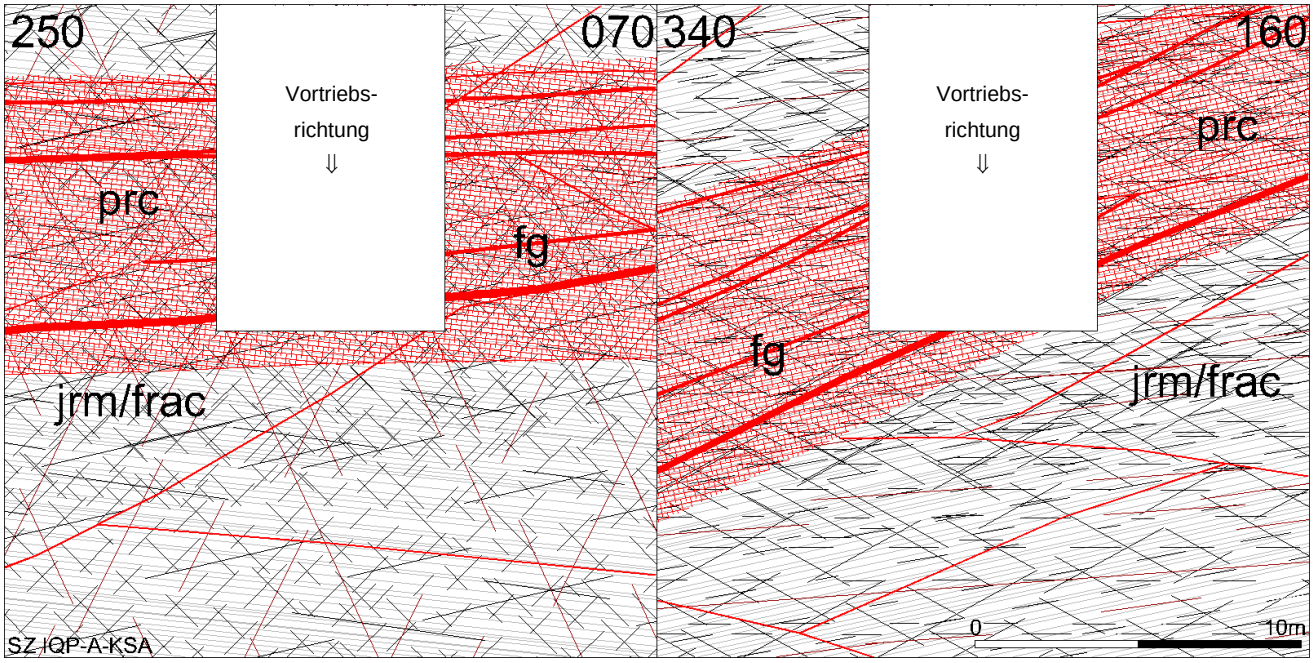
Grau / grigio – Schieferung / scistositá; Schwarz / nero – joints; rot / roso – faults

Homogenbereich / Überlagerung	Settore omogeneo / copertura
KA2 (176-179m) / KA3 (179-180m)	
Orientierung der Störung zum Hohlraum	**Orientazione della faglia rispetto alla cavitá**
Kaverne: querschlägig (80°-90°), steil einfallend (55°-65°)	Camerone: perpendicolare (80°-90°), inclinazione ad angolo elevato (55°-65°)
Verschnittlänge der CZ mit Tunnelachse / Hohlraum	**Lunghezza d`intersezione CZ - asse di galleria / cavitá**
Kaverne: 0,5 m / 3-5 m	Camerone: 0,5 m / 3-5 m
prognostizierte Anzahl im Homogenbereich	**Numero previsto nel settore omogeneo**
1	
Einfluss Bergwasser auf GVT	**Influenza acqua di montagna su TCR**
Die Störung wurde durch den Zugangstunnel Ahrental aufgefahren, das Gebirge war meist bergfeucht, diskrete Wasserzutritte hatten eine geringe initiale Menge und sehr geringe Ergiebigkeiten sowie keine Einfluss auf das Gebirgsverhalten. Für den Ausbruch der Kaverne wird gleichermaßen kein Einfluss des Bergwassers auf das Gebirgsverhalten prognostiziert.	La galleria di accesso Ahrental ha attraversato questa faglia; l'ammasso roccioso presentava prevalentemente un'umidità limitata; venute d'acqua discrete presentava una quantità iniziale ridotta e delle portate estremamente ridotte e non avevano alcun impatto sul comportamento dell'ammasso roccioso. In analogia a quanto sopra si prevede per lo scavo del camerone che le acque ipogee non abbiano alcun impatto sul comportamento dell'ammasso roccioso.

Geomechanisches Modell Deformationsverhalten	Modello geomeccanico e deformativo
DZ: im Hangenden und Liegenden siehe Gebirgsart IQP-QPjrm-1a CZ: fault gouge. Abbildung über isotrop elastoplastisches Materialverhalten.	DZ: nel tetto e nel letto vedi tipo di roccia IQP-QPjrm-1a CZ: fault gouge. Illustrazione comportamento isotropo elastoplastico.
Gebirgsverhalten	**Comportamento dell' ammasso roccioso**
GVT 3: das Gebirgsverhalten wird durch das Gebirgsverhalten des umgebenden Gebirges (IQP-QPjrm-1a) geprägt. Aufgrund der geringen Mächtigkeit der Störung keine Verschlechterung des Gebirgsverhaltens des umgebenden Gebirges. Spannungsbedingte Entfestigung verbunden mit verstärkten gefügebedingten Ausbrüche aus der Laibung und aus der Ortsbrust, gefügebedingte großvolumige Ausbrüche, die Scherfestigtkeit auf den Trennflächen wird deutlich überschritten. Herausgleiten großvolumiger Kluftkörper aus der Ortsbrust.	GVT 3: il comportamento dell'ammasso roccioso viene caratterizzato dal comportamento della roccia circostante (IQP-QPjrm-1a). Grazie allo spessore ridotto della faglia non si presenta alcun peggioramento del comportamento della roccia circostante. Detensionamento dovuto alla tensione in combinazione con un aumento dei distacchi dovuti alla struttura che interessano il contorno della cavità e il fronte di scavo, distacchi dovuti alla struttura di massi di volume maggiore, viene largamente superata la scistosità sulle discontinuità. Scivolamento di corpi fratturati di volume maggiore dal fronte di scavo.
Tropie / Radialdeformation	**Tropia / Deformazione radiale**
Keine Einfluss auf das Verformungsverhalten des umgebenden Gebirges	Nessun impatto sul comportamento deformativo della roccia circostante
Geotechnische Relevanz	**Rilevanza geotecnica**
1 – nicht relevant	1 – non rilevante

5.2.9 SZ-IQP-A1-SP-GVT3

Gebirgsverhaltenstyp	SZ-IQP-A1-SP **GVT 3**	Tipo di comportamento dell`ammasso roccioso



Grau / grigio – Schieferung / scistositá; Schwarz / nero – joints; rot / roso – faults

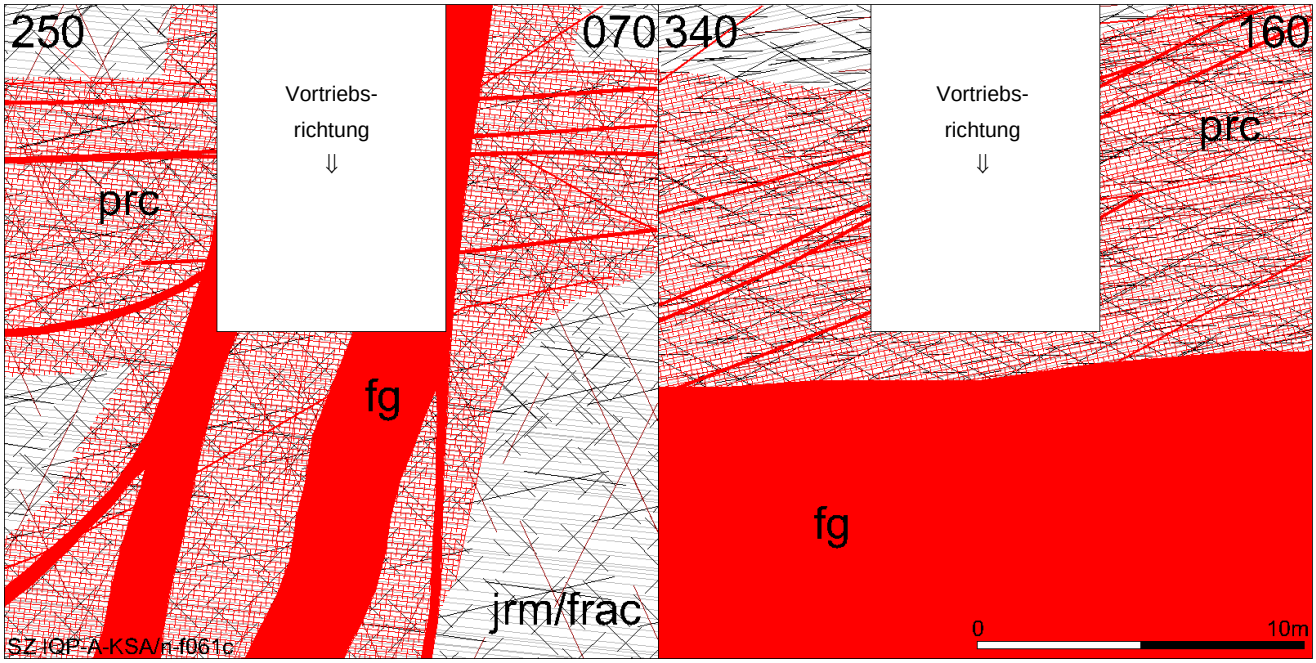
Homogenbereich / Überlagerung	Settore omogeneo / copertura
SP2 / SP3 / SP4 (12,3-175m)	
Orientierung der Störung zum Hohlraum	**Orientazione della faglia rispetto alla cavitá**
schräg (45°-75°)	obliquo (45°-75°)
Verschnittlänge der CZ mit Tunnelachse / Hohlraum	**Lunghezza d`intersezione CZ - asse di galleria / cavitá**
8-13 m / 9-19 m	8-13 m / 9-19 m
prognostizierte Anzahl im Homogenbereich	**Numero previsto nel settore omogeneo**
1	
Einfluss Bergwasser auf GVT	**Influenza acqua di montagna su TCR**
Die Kombination aus Protokataklasit und fault gouge in der Core Zone ist als dicht zu beurteilen. Wasserwegigkeiten treten aufgrund des höheren Grades der Zerlegung bevorzugt in der Damage Zone auf. Aufgrund der geringen bis sehr geringen prognostizierten Wasserzutritte ist mit keinen wesentlichen Einflüssen des Bergwassers auf das Gebirgsverhalten zu rechnen. Bei lokalen Wasserzutritten kann die Scherfestigkeit auf den Trennflächen lokal reduziert werden. Das globale Gebirsgverhalten wird dadurch jedoch nicht maßgeblich beeinflusst.	La combinazione di protocataclasiti e fault gouge nella core zone può essere classificata come impermeabile. A causa del grado più elevato di fratturazione, le circolazioni idriche sono presenti preferibilmente nella damage zone. Per il fatto che vengono pronosticate delle venute d'acqua molto ridotte non si assume che ci sia un impatto fondamentale delle acque ipogee sul comportamento dell'ammasso roccioso. In caso di venute d'acqua locali è possibile che la resistenza al taglio sulle discontinuità si riduce localmente. Ciò non ha però un impatto decisivo sul comportamento

	dell'ammasso roccioso complessivo.
Geomechanisches Modell Deformationsverhalten	**Modello geomeccanico e deformativo**
DZ: im Vergleich zum umgebenden Gebirge Entfestigung und Ausbildung von teilweise großflächigen Scherzonen, stark verminderte Gebirgsfestigkeit. Abbildung über isotrop elastoplastisches Materialverhalten. Eigenschaften wie Gebirgsart IQP-QPjrm-1a CZ: geschieferter Protokataklasit. Abbildung über isotrop elastoplastisches Materialverhalten.	DZ: rispetto alla roccia circostante detensionamento e formazione di zone di shear in parte di superficie elevata, resistenza della roccia fortemente ridotta. Illustrazione comportamento isotropo elastoplastico. Caratteristiche analoghe al tipo di roccia IQP-QPjrm-1a CZ: protoctaclasiti scistose. Illustrazione comportamento isotropo elastoplastico.
Gebirgsverhalten	**Comportamento dell' ammasso roccioso**
GVT3: Entfestigung verbunden mit verstärkten gefügebedingten Ausbrüchen aus der Schachtlaibung, gefügebedingte großvolumige Ausbrüche, die Scherfestigtkeit auf den Trennflächen wird überschritten. Jedoch günstiger Einfluss durch die flache bis orthogonale Lage zum Schacht.	Tipo di comportamento dell'ammasso roccioso 3: Detensionamento in combinazione con un aumento dei distacchi dovuti alla struttura che interessano il contorno della cavità del pozzo, distacchi dovuti alla struttura di massi di volume maggiore, viene superata la scistosità sulle discontinuità. Però impatto vantaggioso grazie alla collocazione da piana ad ortogonale rispetto al pozzo.
Tropie / Radialdeformation	**Tropia / Deformazione radiale**
anisotrop, geringfügige Zunahme der Verformungen im Vergleich zum "ungestörten" Gebirge	anisotropo, aumento marginale delle deformazioni rispetto alla roccia non fratturata
Geotechnische Relevanz	**Rilevanza geotecnica**
2 – relevant	2 – rilevante

5.2.10 SZ-IQP-n-f061c+A1-SP-GVT4-1 (GVT10) (Verschnittbereich)

5.2.10 SZ-IQP-n-f061c+A112-SP-GVT4-1 (GVT10) (intersezione)

Gebirgsverhaltenstyp	SZ-IQP-n-f061c+A1-SP **GVT4-1** (GVT10)	**Tipo di comportamento dell` ammasso roccioso**



Grau / grigio – Schieferung / scistositá; Schwarz / nero – joints; rot / roso – faults

Homogenbereich / Überlagerung	**Settore omogeneo / copertura**
SP3 (85-110m)	
Orientierung der Störung zum Hohlraum	**Orientazione della faglia rispetto alla cavitá**
SZ-IQP-n-f061c: Parallel bis subparallel (0-10°) SZ-IQP-A1 schräg (45°-75°)	SZ-IQP-n-f061c: Parallelo a subparallelo (0-10°) SZ-IQP-A1: obliquo (45°-75°)
Verschnittlänge der CZ mit Tunnelachse / Hohlraum	**Lunghezza d`intersezione CZ - asse di galleria / cavitá**
25 m / 25 m (100%)	25 m / 25 m (100%)
prognostizierte Anzahl im Homogenbereich	**Numero previsto nel settore omogeneo**
1	
Einfluss Bergwasser auf GVT	**Influenza acqua di montagna su TCR**
In den Bereichen mit hohen fault gouge Anteilen ist bei Wasserzutritt Tonmineralquellen (GVT10) möglich. Da der fault gouge stark wasserempfindlich ist, kann es bei Wasserzutritt zur Abnahme der Festigkeit kommen. In den anderen Bereichen (Bereiche mit Protokataklasit und Zerrüttungszone) kann es bei Wasserzutritt zur Verminderung der Scherfestigkeit auf den Trennflächen	Nelle zone con prevalenza di fault gouge, in presenza di venute d'acqua è possibile la comparsa di sorgenti termali argillose. Dato che i fault gouge presentano elevata reattività all'acqua, è possibile una perdita di compattezza in presenza di venute d'acqua. Nelle altre zone (in presenza di protocataclasiti e

kommen. Dies gilt jedoch nur für die Trennflächen, welche als „faults“ (siehe 3.3.3) ausgebildet sind.	fratturazione) è possibile una diminuzione della resistenza al taglio nelle discontinuità in presenza di venute d'acqua. Questo vale tuttavia soltanto per quelle discontinuità che si configurano come "faults" (si veda il punto 3.3.3). DZ: si veda la tipologia di roccia IQP-QPjrm-1a
Geomechanisches Modell Deformationsverhalten	**Modello geomeccanico e deformativo**
DZ: siehe Gebirgsart IQP-QPjrm-1a CZ: fault gouge, geschieferter Protokataklasit. Abbildung über isotrop elastoplastisches Materialverhalten. Berücksichtigung der teufenabhängigen Zunahme von Kohäsion und Elastizitätsmodul	DZ: si veda la topologia di Roccia IQP-QPjrm-1a CZ: fault gouge, protoctaclasiti scistose. Illustrazione comportamento isotropo elastoplastico. Considerazione dell'aumento di coesione e modulo di elasticità in funzione della profondità
Gebirgsverhalten	**Comportamento dell' ammasso roccioso**
GVT4-1: tiefreichende Überbeanspruchung, druckhaftes Gebirge. Spannungsbedingte tiefreichende Entfestigung bzw. Plastifizierung des Gebirges mit großen Deformationen. Großvolumige Ausbrüche Aus der Laibung, die Scherfestigtkeit auf den Trennflächen wird deutlich überschritten. deutliche Zunahme der Verformungen im Bereich der Störungszone. Ausquetschen von fault gouge möglich. GVT10 möglich: In den fault gouge Bereichen ist bei Wasserzutritt Tonmineralquellen möglich. (Quelldrücke <0,1 MPa)	GVT4-1: sollecitazione profonda, roccia spingente. Detensionamento profondo dovuta alle forze spingenti e/o plastificazione della roccia con notevoli deformazioni. Distacchi di ammassi dal volume notevole dalla parete, la resistenza al taglio delle discontinuità viene nettamente superata, aumento evidente delle deformazioni nell'area di faglia. Possibili uscite di roccia frantumata dai fault gouge. Possibile presenza di tipologia GVT10: Nelle zone di fault gouge, in presenza di venute d'acqua è possibile la comparsa di sorgenti termali argillose. (pressione di sorgente < 0,1 MPa)
Tropie / Radialdeformation	**Tropia / Deformazione radiale**
anisotrop, deutliche Zunahme der Verformungen im Vergleich zum "ungestörten" Gebirge < 30 cm / maßgeblich für das Gebirgsverhalten	anisotropo, aumento sensibile delle deformazioni rispetto alla roccia non fratturata. < 30 cm / determinante per il comportamento dell'ammasso roccioso
Geotechnische Relevanz	**Rilevanza geotecnica**
3 – stark relevant	3 – molto rilevante

5.3 ÜBERSICHTSTABELLE DER EIGENSCHAFTEN UND PARAMETER DES GEBIRGES UND DER STÖRUNGSZONEN

5.3 TABELLA SOMMARIA DELLE CARATTERISTICHE E DEI PARAMETRI DELL`AMMASSO ROCCIOSO E DELLE ZONE DI FAGLIA

5.3.1 Gebirge

5.3.1 Ammasso roccioso

	Parameter / parametri	Dimension / unitá	IQP-QP-1a	IQP-QPjrm-1a
Gestein / roccia	**Lithologie / litologia**	-	306 / 307	
	bestimmende Gesteine / roccia principale	-	Quarzphyllit / fillade quarzifera	
	γ	kN/m³	27,5	27,5
	σ_{ci}	MPa	36	36
	I_S	-	2,11	2,11
	E	MPa	30.000	30.000
	ν	-	0,21	0,21
	SPZ	MPa	4,7	4,7
	CAI	-	2,9	2,9
	äQu	-	48	48
	m_i	-	10	10
	φ	°	46	46
	c	MPa	7,5	7,5
	φ Trennflächen / discontinuitá	°	32	32
	c Trennflächen / discontinuitá	MPa	0 hohlraumnah 0,2 hohlraumfern	0 hohlraumnah 0,2 hohlraumfern

	Parameter / parametri	Dimension / unitá	IQP-QP-1a	IQP-QPjrm-1a
Gebirge / amasso roccioso	**GSI**	-	**45**	**35**
	D	-	0,5	
	σ_c	MPa	**1,61**	**0,87**
	σ_{cm}	MPa	**4,11**	**3,04**
	$h_ü$	m	KA1 (hü = 173-176m) / KA2 (hü = 176-179m) / KA3 (hü = 179-180m) / SP2/SP3/SP4 (hü = 12,3 – 175 m)	
	Homogen-bereich / settore omogeneo		KA1 KA3	KA2 SP2 / SP3 / SP4
	φ	°	KA1 / KA3: 35	KA2: 31 SP2/SP3/SP4: 49-31
	c	MPa	KA1 / KA3: 0,6	KA2: 0,45 SP2/SP3/SP4: 0,15-0,45
	E (Hoek 2005 / 2002 / 2006)	MPa	1.540 / 3.370 / 3.318	630 / 1.900 / 1.710
	E empfohlen / raccomandato	MPa	**2.000**	**1.000**
Gebirgsverhalten / comportamento dell' ammasso roccioso	**Verformung deformazione** (aus Kennlinie ohne Ausbau)	cm	KA1: 5-10 KA3: 5-10	KA2: 10-15 SP2/SP3/SP4: 0-10
	Gebirgs-beanspruchung / sollecitazione dell' ammasso roccioso	-	nachbrüchig / friabile	nachbrüchig / friabile
	Gebirgs-verhalten / comportamento dell' ammasso roccioso	-	trennflächendominiert / dominato di discontinuitá	trennflächendominiert / dominato di discontinuitá
	GVT / TCR	-	**2**	**3**

Bezeichnung Geotechnische Relevanz	Abmessungen				Material CZ			Material DZ					Kaverne				Schacht			
	DZ	CZ	DZ	Ges.	CZ Hauptanteil	CZ Nebenanteil	CZ Parameter	DZ Hauptanteil	DZ Nebenanteil 1	DZ Nebenanteil 2	DZ Parameter	Tropie	Orientierung	Verschnittlänge CZ mit TA [m]	Verschnittlänge CZ mit Hohlraum [m]	GVT Prognose	Orientierung	Verschnittlänge CZ mit TA [m]	Verschnittlänge CZ mit Hohlraum [m]	GVT Prognose
IQP-n-f061c oberer Bereich 3 –stark relevant	23	12	23	58	Protokataklasit, entfestigt (35-40%) Fault gouge (30-40%)	Frac (25-30%)	c=0,05-0,1 MPa φ=24° E=100-300 MPa	die DZ ist durch die Gebirgsart IQP-QPjrm definiert				anisotrop					Sehr steil einfallend (80-89°)	100%	100%	4-1
IQP-n-f061c unterer Bereich 2 - relevant	23	12	23	58	Frac (50-85%)	Protokataklasit, entfestigt (10-30%) Fault gouge (5-20%)	c=0,1-0,3 MPa φ=28° E=300-500 MPa	die DZ ist durch die Gebirgsart IQP-QPjrm definiert				anisotrop	Querschlägig (80-89°), sehr steil einfallend (80-89°)	100%	100%	3	Sehr steil einfallend (80-89°)	100%	100%	3
IQP-ZTA-f774 1- nicht relevant		0,5		0,5	Fault gouge (100%)	-	c=0,05 MPa φ=20° E=150 MPa	Keine DZ im eigentlichen Sinne, Störung ist eingebettet in die Gebirgsart IQP-QPjrm				isotrop	Querschlägig (80-90°), steil einfallend (55-65°)	0,5	3-5	3 – wie umgebendes Gebirge (IQP-QPjrm)				
IQP-A1 2 - relevant	10	8	10	28	Geschieferter Protokataklasit (80-90%)	Fault gouge (10-20%)	c=0,15 MPa φ=28° E=400 MPa	Gebirge mit erhöhter Trennflächendichte und partiell schieferungsparalleler Entfestigung (bei geschieferten Gesteinen) (90%)	Geschieferter Protokataklasit (5-10%)	Fault gouge (1-5%)	c=0,4 MPa φ=31° E=1000 MPa	anisotrop					flach bis steil einfallend (10-50°)	8-13	9-19	3