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	Unità di progetto
Geologisch-Hydrogeologisch-Geomechanische Planung	Progettazione geologica-idrologica-geomeccanica
Dokumentenart	Tipo Documento
Technischer Bericht	Relazione tecnica
Dokumenteninhalt	Contenuto documento
Gebirgsarten, Gebirgsverhaltenstypen – Haupttunnel Oströhre von km 4+839,183 bis km 5+980	Tipi di ammassi rocciosi, tipi di comportamento di ammassi rocciosi – Galleria principale est da km 4+839,183 a km 5+980

Planer / Progettista

Galleria di Base del Brennero
Brenner Basistunnel BBT SE

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

	Datum / data	Name / nome
Bearbeitet / elaborato	15.07.2013	GPT Rn
Geprüft / verificato		
Freigegeben / autorizzato	17.04.2013	John
Planfreigabe Projektleitung / delibera direzione progetto		
Masstab / scala	-	

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	002	GTB	--	00001	02

Bearbeitungsstand
Stato di elaborazione

Revision ***Revisione***	**Änderungen /** ***Cambiamenti***	**Verantwortlicher Änderung /** ***Responsabile modifica***	**Datum /** ***Data***
00	Erstausgabe / Prima edizione	Rn	05.04.2013
01	Überarbeitung nach Review Dr. John	Rn	16.04.2013
02	Ergänzung GVT für IQP-QS-1a-QK	Rn	15.07.2013

INHALT CONTENTO

1 AUFGABENSTELLUNG 6

2 GELTUNGSBEREICH 6

3 GRUNDLAGEN 6

3.1 LITERATUR 6
3.2 ZUGEHÖRIGE DOKUMENTE 7
3.3 DEFINITIONEN 7
3.3.1 Bezeichnung der Homogenbereiche 7
3.3.2 Geotechnische Homogenbereiche 7
3.3.3 Joints / faults 7
3.3.4 System zur Bezeichnung der Gebirgsarten 7
3.4 GESTEINSKENNWERTE 8
3.5 LOKALISIERUNG DER STÖRUNGSZONEN 9
3.6 STÖRUNGSGESTEINE 9
3.7 STÖRUNGSSYSTEME 12
3.8 GEOTECHNISCHE RELEVANZ VON STÖRUNGEN 13

4 KURZBESCHREIBUNG GEBIRGSARTEN UND GEBIRGSVERHALTEN 14

4.1 GEBIRGE 14
4.1.1 Gebirgsart 14
4.1.2 Gebirgsverhalten 16
4.2 STÖRUNGSZONEN 17
4.2.1 SZ-IQP-AS-2 17

5 DATENBLÄTTER 19

5.1 GEBIRGSARTEN GA 19
5.1.1 GA IQP-QP-1a-HTO 20
5.1.2 GA IQP-G-1a-HTO 23
5.1.3 GA IQP-QS-1a-HTO 27
5.1.4 GA SZ-IQP-AS 2 31
5.2 GEBIRGSVERHALTENSTYPEN (GVT) 33
5.2.1 IQP-QP-1a-HTO-GVT2 34
5.2.2 IQP-QP-1a-HTO-GVT3 36
5.2.3 IQP-QS-1a-HTO-GVT2 38
5.2.4 IQP-G-1a-HTO-GVT2 40
5.2.5 IQP-QP-1a-QK-GVT3 42
5.2.6 IQP-QS-1a-QK-GVT2 44
5.2.7 SZ-IQP-AS2- HTO-GVT3 46
5.3 ÜBERSICHTSTABELLE DER EIGENSCHAFTEN UND PARAMETER DES GEBIRGES UND DER STÖRUNGSZONEN 48
5.3.1 Gebirge 48
5.3.2 Störungszonen 50

1 MANSIONI 6

2 INTERVALLO DI VALIDITÁ 6

3 BASI 6

3.1 BIBLIOGARFIA 6
3.2 DOCUMENTI APPARTENENTI 7
3.3 DEFINIZIONI 7
3.3.1 Denominazione delle zone omogenee 7
3.3.2 Zone omogenee geotecniche 7
3.3.3 Joints / faults 7
3.3.4 Sistema per la denominazione delle tipologie di ammasso roccioso 7
3.4 PARAMETRI GEOTECNICI DELLA ROCCIA 8
3.5 LOCALIZZAZIONE DELLE ZONE DI FAGLIA 9
3.6 ROCCE DI FAGLIA 9
3.7 SISTEMI DI FAGLIA 12
3.8 RILEVANZA GEOTECNICA DI FAGLIE 13

4 DESCRIZIONE SINTETICA TIPOLOGIA E COMPORTAMENTO DELL'AMMASSO ROCCIOSO 14

4.1 AMMASSO ROCCIOSO 14
4.1.1 Tipologia dell'ammasso roccioso 14
4.1.2 Comportamento dell'ammasso roccioso 16
4.2 ZONE DI FAGLIA 17
4.2.1 SZ-IQP-AS-2 17

5 SCHEDE TECNICHE 19

5.1 TIPI DI AMMASSI ROCCIOSI GA 19
5.1.1 GA IQP-QP-1a-HTO 20
5.1.2 GA IQP-G-1a-HTO 23
5.1.3 GA IQP-QS-1a-HTO 27
5.1.4 GA SZ-IQP-AS 2 31
5.2 TIPI DI COMPORTAMENTO DELL`AMMASSO ROCCISO (TCR) 33
5.2.1 IQP-QP-1a-HT0-GVT2 34
5.2.2 IQP-QP-1a-HT0-GVT3 36
5.2.3 IQP-QS-1a-HTO-GVT2 38
5.2.4 IQP-G-1a-HTO-GVT2 40
5.2.5 IQP-QP-1a-QK-GVT3 42
5.2.6 IQP-QS-1a-QK-GVT2 44
5.2.7 SZ-IQP-AS2- HTO-GVT3 46
5.3 TABELLA SOMMARIA DELLE CARATTERISTICHE E DEI PARAMETRI DELL`AMMASSO ROCCIOSO E DELLE ZONE DI FAGLIA 48
5.3.1 Ammasso roccioso 48
5.3.2 Zone di faglie 50

1 AUFGABENSTELLUNG

Die Aufgabenstellung, auf welcher die Darstellungen im gegenständlichen Bericht beruhen, ist die geologisch-geotechnische Planung der Oströhre des BBT Haupttunnels von der Einbindung des Verbindungstunnels Ost in die Oströhre des BBT Haupttunnels bis zur Einbindung der Oströhre in die Querkaverne der Nothaltestelle Innsbruck.

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 insbesondere die im Zuge des Vortriebes des Erkundungsstollens Innsbruck-Ahrental gewonnenen Erkenntnisse.

1 MANSIONI

Le mansioni su cui si basano le illustrazioni della relazione in oggetto riguardano la progettazione geologico-geotecnica della canna est della galleria principale BBT dall'allacciamento della galleria di interconnessione est alla canna est della galleria principale BBT fino all'allacciamento della canna est al camerone trasversale della fermata di emergenza di Innsbruck.

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 del cunicolo esplorativo Innsbruck – Ahrental.

2 GELTUNGSBEREICH

Der Geltungsbereich dieses Berichtes beschränkt sich ausschließlich auf die Oströhre des BBT-Haupttunnels von km 4+839,183 bis km 5+980.

Nördlich des betrachteten Abschnittes schließt die Oströhre bei km 4+839,183 (Kilometrierung Oströhre) an die Oströhre des Verbindungstunnels bei km 13+750,095 (Kilometrierung Verbindungstunnel Oströhre) an.

Südlich des betrachteten Abschnittes schließt die Oströhre bei km 5+980 (Kilometrierung Oströhre) an die Achse der Querkaverne der Nothaltestelle Innsbruck an.

2 INTERVALLO DI VALIDITÁ

Il campo di applicazione della presente relazione si limita esclusivamente alla canna est della galleria principale BBT dal km 4+839,183 al km 5+980.

A nord della sezione in esame la canna est si collega al km 4+839,183 (progressiva canna est) alla canna est della galleria di interconnessione al km 13+750,095 (progressiva galleria di interconnessione canna est).

A sud della sezione in esame la canna est si collega al km 5+980 (progressiva canna est) all'asse del camerone trasversale della fermata di emergenza di Innsbruck.

3 GRUNDLAGEN

3.1 LITERATUR

- ÖGG: Richtlinie für die geotechnische Planung von Untertagebauten mit zyklischem Vortrieb, 2.

3 BASI

3.1 BIBLIOGARFIA

- Direttiva ÖGG (Società Austriaca per la Geomeccanica) relativa alla progettazione

überarbeitete Auflage, 2008

geotecnica di opere in sotterranea con avanzamento ciclico, 2° edizione del 2008.

3.2 ZUGEHÖRIGE DOKUMENTE

01 GH4 GP 002 GLS – 00002
Geologischer Längenschnitt BBT Oströhre – km 4+839,183 bis km 5+980
01 GH4 GP 002 GLS – 00003
Geotechnsicher Längenschnitt BBT Oströhre – km 4+839,183 bis km 5+980

3.2 DOCUMENTI APPARTENENTI

01 GH4 GP 002 GLS – 00002
Profilo longitudinale geologico canna est BBT - da km 4+839,183 a km 5+980
01 GH4 GP 002 GLS – 00003
Profilo longitudinale geotecnico canna est BBT - da km 4+839,183 a km 5+980

3.3 DEFINITIONEN

3.3.1 Bezeichnung der Homogenbereiche

HTO = Haupttunnel Oströhre
QK = Querkaverne Nothaltestelle Innsbruck

3.3.2 Geotechnische Homogenbereiche

HAO10 ($h_ü$ = 345-367 m) - Quarzphyllit
HTO11($h_ü$ = 367-375 m) – höhermetamorpher Anteil
HTO12 ($h_ü$ = 375-548 m) – Quarzphyllit
QK1 ($h_ü$ = 548 m) - Quarzphyllit

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.

3.3.4 System zur Bezeichnung der Gebirgsarten

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

3.3 DEFINIZIONI

3.3.1 Denominazione delle zone omogenee

HTO = galleria principale canna est
QK = camerone trasversale fermata di emergenza Innsbruck

3.3.2 Zone omogenee geotecniche

HAO10 ($h_ü$ = 345-367 m) - fillade quarzifera
HTO11($h_ü$ = 367-375 m) – parte di grado metamorfico più elevato
HTO12 ($h_ü$ = 375-548 m) – fillade quarzifera
QK1 ($h_ü$ = 548 m) - fillade quarzifera

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 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. Stelle: Tektonische Charakterisierung
IQP – Innsbrucker Quarzphyllit

2. Stelle: Lithologische Kurzcharakterisierung

QP – Quarzphyllit
QS – Quarzitschiefer
G – Grünschiefer / Chloridschiefer

3. Stelle: Strukturgeologischer Homogenbereich (fortlaufende Nummerierung)
1a

4. Stelle: Kurzbezeichnung des Hohlraumbauwerkes
HTO – Haupttunnel Oströhre
QK – Querkaverne Nothaltestelle Innsbruck

Die für die Trasse der Oströhre des BBT-Haupttunnels zwischen km 4+839 bis km 5+980 relevanten Gebirgsarten sind in den Datenblättern im Abschnitt 5.1 dargestellt. Folgende Gebirgsarten kommen für die Trasse der Verbindungstunnel zum Tragen:

Gebirgsarten:	IQP-QP-1a-HTO
	IQP-QS-1a-HTO
	IQP-G-1a-HTO
Störungszonen:	SZ-IQP-AS-2

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.

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 [-]

1. Posizione: Caratterizzazione tettonica
IQP – fillade quarzifera di Innsbrucker

2. Posizione: Breve caratterizzazione litologica

QP – Fillade quarziferia
QS – Quarzite-scisto
G – Scisto verde / scisto chloritico

3. Posizione: Settore omogeneo geologico-strutturale (numerazione progessiva)
1a

4. Posizione: Denominazione breve della cavità
VT – Galleria principale Est
QK - camerone trasversale fermata di emergenza Innsbruck

Le tipologie di ammasso roccioso rilevanti per il tracciato della canna est della galleria principale BBT tra il m 4+839 e il km 5+980 vengono illustrate nelle schede dati di cui al punto 5.1. Per il tracciato delle galleria di interconnessione sono essenziali le seguenti tipologie di ammasso roccioso:

Tipologie di	IQP-QP-1a-HTO
ammasso roccioso:	IQP-QS-1a-HTO
	IQP-G-1a-HTO
Zone di faglia:	SZ-IQP-AS-2

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.

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 … Kohäsion (triaxial) (Mohr-Coulomb) [MPa]
ϕ … Reibungswinkel (triaxial) (Mohr-Coulomb) [°]
c [MPa] und ϕ [°] … Trennflächenkennwerte

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 Erkundungsstollens angetroffen wurden (ESI-f2694, ESI-f2812, ESI-f3389, ESI-f3190, ESI-f3630, ESI-f3663, ESI-f3759) und somit mit einer geringen Schwankungsbreite für die Haupttunnel lokalisiert werden können. Diese sind im geotechnischen Längenschnitt in Zeile 26 unter „Störungszonen lokalisiert“ angegeben. Die Prognose-unsicherheit für diese Störungen ist als gering einzustufen.

Zusätzlich wird im betrachten Abschnitt eine weitere Störung des regionalgeologischen Wipptal-Störungs-systems (AS2) prognostiziert. Beim Vortrieb des Erkundungsstollens wurden Störungen dieses Systems aufgefahren und deren Auftreten im vorliegenden Planungsbereich dokumentiert. Aufgrund des achsparallelen Verlaufes dieses Störungssystems kann jedoch keine diskrete Störung dieses Systems direkt aus dem Erkundungsstollen in den betrachteten Abschnitt der Oströhre des Haupttunnels projiziert werden. Es muss aber davon ausgegangen werden, dass eine entsprechende Strörung im betrachteten Bereich der Osteröhre durchaus 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.

3.6 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.

c … coesione (triassiale) (Mohr-Coulomb) [MPa]
ϕ … coefficiente di attrito (triassiale) (Mohr-Coulomb) [°]
c [MPa] e ϕ [°] … parametri delle discontinuità

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 del cunicolo esplorativo (ESI-f2694, ESI-f2812, ESI-f3389, ESI-f3190, ESI-f3630, ESI-f3663, ESI-f3759) la cui localizzazione è quindi definibile con un grado molto basso di incertezza per le gallerie principali. Le medesime sono indicate nel profilo longitudinale geotecnico alla riga 26, "Zone di faglia localizzate". Per queste faglie l'incertezza di previsione è bassa.

Inoltre, nella sezione in esame viene pronosticata un'altra faglia rientrante nel sistema di faglie regionale-geologico del Wipptal (AS2). Nel corso dello scavo del cunicolo esplorativo sono state intercettate delle faglie rientranti nel suddetto sistema la cui presenza viene documentata per l'area di progettazione in oggetto. A causa dell'andamento del sistema di faglia in parallelo all'asse non può però essere proiettata una faglia discreta del suddetto sistema direttamente dal cunicolo esplorativo alla sezione in esame della canna est della galleria principale. Si deve però presumere la possibile presenza di una tale faglia 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 ROCCE DI FAGLIA

La seguente descrizione delle rocce di faglia si riferisce solo ad una descrizione della roccia. La presenza e la distribuzione (per esempio in Core Zone e Damage Zone) risulta nelle schede tecniche delle singole faglie.

Folgende Störungesteine werden prognostiziert:

Fault gouge:

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

isotropes Materialverhalten

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

Abbildung 1 Fault gouge im Oberflächenaufschluss und im Bohrkern

Illustrazione 1 Affioramento superficiale e carota con Fault gouge

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

anisotropes Materialverhalten

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 risultante dall'orientamento preferenziale dei costituenti minerali al posto della frantumazione totale.

comportamento anisotropo del materiale

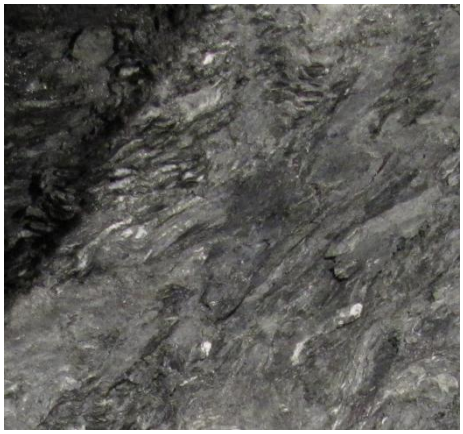


Abbildung 2 Geschieferter Protokataklasit im Zugangstunnel Ahrental mit Detailskizze

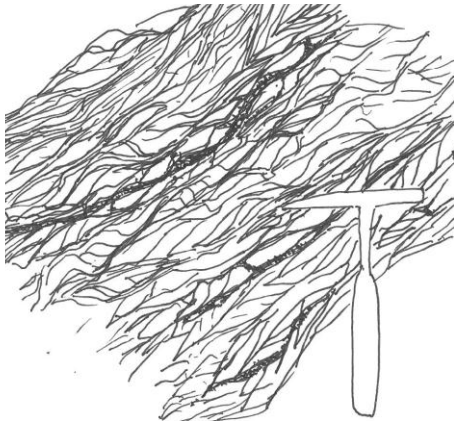


Illustrazione 2 Protocataclasiti scistose nella galleria di accesso Ahrental con disegno di dettaglio

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.

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,…).

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.

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,...).

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) (quadro rosso), disegni delle zone di faglia ESI-f647

3.7 STÖRUNGSSYSTEME

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

SZ-IQP-AS-2 Störungssystem 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:

Sistema di faglie Wipptal

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 Systemverhaltens beim Vortrieb des Erkundungsstollens.

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

Relevant
- Einfluss auf das Gebirgsverhalten des umgebenden “intakten” Gebirges
- 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 del cunicolo esplorativo.

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

Als nicht relevant werden im betrachteten Abschnitt folgende Störungen eingestuft. Diese Störungen wurden bereits beim Vortrieb des Erkundungsstollen durchörtert. Die Einstufung basiert daher maßgeblich auf den Erfahrungen beim Vortrieb des Erkundungsstollens.

ESI-f2694
ESI-f2812
ESI-f3389
ESI-f3190
ESI-f3630
ESI-f3663
ESI-f3759

Weiterhin wird im betrachteten Abschnitt eine nicht genau lokalisierbare Störung des Typs AS2 prognostiziert. Diese Störung wird als relevant eingestuft.

4 KURZBESCHREIBUNG GEBIRGSARTEN UND GEBIRGSVERHALTEN

4.1 GEBIRGE

4.1.1 Gebirgsart

In den Homogenbereich HTO10 und HTO12 kommt bestimmend die Gebirgsart **IQP-QP-1a** zum Tragen. Untergeordnet tritt die Gebirgsart **IQP-QS-1a** auf. Im Homogenbereich HTO11 hat die Gebirgsart IQP-QS-1a den maßgeblichen Anteil. Untergeordnet treten die Gebirgsarten **IQP-G-1a** sowie IQP-QP-1a auf.
Die untergeordneten Gebirgsarten können dabei sowohl über die gesamte Ortsbrust als auch lagen- oder linsenartig verteilt über Teile der Ortsbrust auftreten. Je nach Homogenbereich ist die Verteilung der Gebirgsarten unterschiedlich.

Die Gebirgsart IQP-QP-1a wird maßgeblich durch die Lithologie Quarzphyllit charakterisiert. Quarzphyllit ist ein metamorphes Gestein mit den Hauptbestandteilen Quarz, Glimmer und Chlorid. 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 Belastungs-

Nella sezione in esame vengono classificate non rilevanti le faglie di seguito riportate. Nel corso dello scavo del cunicolo esplorativo queste faglie sono state attraversate. La classificazione si basa quindi sostanzialmente sulle esperienze acquisite nel corso dello scavo del cunicolo esplorativo.
ESI-f2694
ESI-f2812
ESI-f3389
ESI-f3190
ESI-f3630
ESI-f3663
ESI-f3759

Per la sezione in esame viene pronosticata una faglia del tipo AS2 non localizzabile con precisione. Questa faglia viene classificata rilevante.

4 DESCRIZIONE SINTETICA TIPOLOGIA E COMPORTAMENTO DELL'AMMASSO ROCCIOSO

4.1 AMMASSO ROCCIOSO

4.1.1 Tipologia dell'ammasso roccioso

Nelle zone omogenee HTO10 e HTO12 è determinante il tipo di ammasso roccioso **IQP-QP-1a**. In via subordinata si presenta il tipo di ammasso roccioso **IQP-QS-1a**. Nella zona omogenea HTO11 prevale il tipo di ammasso roccioso IQP-QS-1a. In via subordinata si presentano i tipi di ammasso roccioso **IQP-G-1a** e IQP-QP-1a
I tipi di ammasso roccioso subordinati possono interessare o l'intero fronte di scavo o solo parti del fronte di scavo ed essere presenti sotto forma di strati o corpi lenticolari. A seconda della zona omogenea si differenzia la distribuzione dei tipi di ammasso roccioso.

Il tipo di roccia IQP-QP-1ab 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 cloruro. 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

richtung 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.

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.

Die Gebirgsart IQP-G-1a wird maßgeblich durch die Lithologie Grünschiefer / Chloritschiefer bestimmt. Beim Grünschiefer handelt es sich um ein metamorphes Gestein mit den Hauptbestandteilen Aktinolith und Feldspat der untergeordnet auch Quarz und Kalzit enthält. Im Vergleich zum Quarzphyllit verhält sich diese Lithologie weniger anisotrop. Sowohl die Festigkeiten als auch die Elastizitätsmoduln sind höher als beim Quarzphyllit. Gleiches gilt für den GSI und die Gebirgsfestigkeiten..

Il tipo di roccia IQP-G-1a viene caratterizzato in modo decisivo dal litotipo degli scisti verdi / scisti cloritici. Nel caso degli scisti verdi si tratta di una roccia metamorfica composta principalmente dall'actinolite e dai feldspati e, in via subordinata, dal quarzo e dalla calcite. Nei confronti della fillade quarzifera questo litotipo si comporta in modo meno anisotropo. Sia le resistenze sia i moduli di elasticità sono più elevati rispetto a quelli della fillade quarzifera. Parimente dicasi per il parametro GSI e le resistenze dell'ammasso roccioso.

Die Gebirgsart IQP-QS-1a/1b wird maßgeblich durch die Lithologie Quarzit-Quarzitschiefer bestimmt. Es handelt sich ebenfalls um ein metamorphes Gestein das zum überwiegenden Teil aus Quarz, mit variierenden Bestandteilen an Glimmern, besteht. Sowohl die Festigkeiten als auch die Elastizitätsmoduln sind höher als beim Quarzphyllit und auch höher als beim Grünschiefer / Chloridschiefer. Gleiches gilt für den GSI und die Gebirgsfestigkeiten.

Il tipo di roccia IQP-QS-1a/1b viene caratterizzato in modo decisivo dal litotipo della quarzite - degli scisti quarzitici. Si tratta, di nuovo, di una roccia metamorfica composta maggiormente dal quarzo con elementi di mica in quantità variabile. Sia le resistenze sia i moduli di elasticità sono più elevati rispetto a quelli della fillade quarzifera e anche rispetto a quelli degli scisti verdi / scisti cloritici. Parimente dicasi per il parametro GSI e le resistenze dell'ammasso roccioso.

Bezüglich der Abrasivität sind alle Gebirgsarten als stark abrasiv zu bezeichnen. Die Cerchar Werte liegen zwischen 2,9 und 4,3. Die äquivalenten Quarzgehalte zwischen im Mittel 48 % für Quarzphyllit und 72 % für Quarzitschiefer..

Per quanto riguarda l'abrasività, tutti i tipi di roccia possono essere classificati come fortemente abrasivi. I valori Cerchar variano tra 2,9 e 4,3. I contenuti di quarzo equivalenti variano in media tra il 48 % nel caso della fillade quarzifera e il 72 % nel caso degli scisti quarzitici.

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

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.

Alle Homogenbereiche sind gekennzeichnet durch **6 Trennflächensysteme**. Die an Trennflächen

Le zone omogenee sono caratterizzate da 6 sistemi di discontinuità. Dalle prove di taglio eseguite in prossimità

durchgeführten Scherversuche zeigen kein ausgeprägtes Nachbruchverhalten. Des Weiteren waren sowohl bei den ausgeführten Versuchen als auch bei den Beobachtungen im Erkundungsstollen 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

Die **Orientierung der Haupttrennflächen** (Schieferung) ist sehr flach gegen die Vortriebsrichtung (0-30°). Die sonstigen Trennflächen sind im Wesentlichen steilstehend bis senkrecht zur Tunnelachse orientiert. Aus dem Verschnitt der Trennflächen ergeben sich, insbesondere durch die flachliegende Schieferung, die maßgeblichen Bruchkörper im Bereich der Firste und der Kämpfer (Versagensmechanismus der Sargdeckelbildung).

Die **Gebirgsbeanspruchung** nach HOEK liegt, ausgenommen bei der Gebirgsart IQP-QP-1a im Homogenbereich HTO12 und QK1, durchweg unter der Gebirgsfestigkeit. Gemäß der Definition nach HOEK ist die Gebirgsbeanspruchung als nachbrüchig zu definieren.
Aufgrund der zunehmenden Überlagerung im Homogenbereich HTO12 nimmt die Spannung auf Tunnelniveau und damit auch die Gebirgsbeanspruchung zu. Die Gebirgsbeanspruchung geht damit bei Auftreten der Gebirsgart IQP-QP-1a gemäß der Definition von HOEK vom nachbrüchigen Bereich in den leicht druckhaften Bereich über. Bei den weiteren Gebirsgarten bleibt die Gebirgsbeanspruchung aufgrund der höheren Gebirgsfestigkeit durchweg im nachbrüchigen Bereich.

In den Homogenbereichen HTO10 und HTO11 wird der **Gebirgsverhaltenstyp** GVT2 für alle Gebirgsarten 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 Ortsbrust ist stabil. Die Verformungen spielen aufgrund des niedrigen Spannungsniveaus nur eine

delle discontinuità non risulta una tendenza pronunciata a distacchi. Sia dalle prove eseguite sia dalle osservazioni fatte nel cunicolo esplorativo 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

Le **discontinuità principali** (scistosità) presentano un orientamento molto pianeggiante contro la direzione di scavo (0-30°). Le discontinuità restanti presentano essenzialmente un orientamento da subverticale a verticale rispetto all’asse della galleria. 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.

La **sollecitazione dell'ammasso roccioso** secondo HOEK è fortemente inferiore alla resistenza dell'ammasso roccioso, fatta eccezione per il tipo di ammasso roccioso IQP-QP-1a nella zona omogenea HTO12 e QK1. In base alla definizione secondo HOEK, la sollecitazione dell'ammasso roccioso può essere definita come friabile.
A causa della copertura in aumento nella zona omogenea HTO12 incrementa la tensione a livello galleria e, conseguentemente, anche la sollecitazione dell'ammasso roccioso. In base alla definizione secondo HOEK la sollecitazione dell'ammasso roccioso passa da friabile a leggermente spingente in presenza del tipo di ammasso roccioso IQP-QP-1a. Per gli altri tipi di ammasso roccioso la sollecitazione dell'ammasso roccioso resta friabile a causa delle resistenze maggiori dell'ammasso roccioso.

Nelle zone omogenee HTO10 e HTO11 si prevede il **tipo di comportamento dell’ammasso roccioso** 2 per tutti i tipi di ammasso roccioso. 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. Il fronte di scavo è stabile. A causa del livello tensionale ridotto, le

untergeordnete Rolle.

Im Homogenbereich HTO12 wird aufgrund des zunehmenden Spannungsniveaus der GVT3 für die Hauptgebirgsart IQP-QP-1a prognostiziert. Das höhere Spannungsniveau bedingt hohlraumnahe Über-beanspruchungen verbunden mit hohlraumnaher spannungsbedingter Entfestigung des Gebirges sowie gefügebedingten Ausbrüchen. Auch hier spielen die Verformungen jedoch nur eine untergeordnete Rolle.

Für die untergeordnete Gebirgsart IQP-QS-1a wird aufgrund der höheren Gebirgsfestigkeit auch im Homogenbereich HTO12 der GVT2 prognostiziert.

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

4.2 STÖRUNGSZONEN

Im Bereich der in diesem Projekt betrachteten Trasse der Oströhre des Haupttunnels sind die Störungszonen ESI-f2694, ESI-f2812, ESI-f3389, ESI-f3190, ESI-f3630, ESI-f3663 ESI-f3759 sowie eine Störung des Störungssystems SZ-IQP-AS2 prognostiziert.

4.2.1 SZ-IQP-AS-2

Die Core Zone des Wipptal-Störungssystems (AS-2) ist geprägt durch eine 0,5 bis 1 m mächtige Zone bestehend aus entfestigtem, geschiefertem Protokataklasit und mehreren cm- bis dm-mächtigen Scherbahnen gefüllt mit fault gouge. Die Damage Zone mit einer Mächtigkeit von je 1 m beidseitig der Core Zone ist gekennzeichnet durch Ausgangsgestein mit verstärkter tektonischer Auflockerung sowie einem vermehrten Auftreten von Harnischflächen und / oder 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).

deformazioni svolgono solo un ruolo subordinato.

Per la zona omogenea HTO12, a causa del livello tensionale in aumento, viene pronosticato il tipo di comportamento dell'ammasso roccioso 3 per il tipo di ammasso roccioso principale IQP-QP-1a. Il livello tensionale più elevato 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 però solo un ruolo subordinato.

A causa della resistenza dell'ammasso roccioso maggiore viene pronosticato per il tipo di ammasso roccioso subordinato IQP-QS-1a anche nella zona omogenea HTO12 il tipo di comportamento dell'ammasso roccioso 2.

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.

4.2 ZONE DI FAGLIA

Nel tratto del tracciato della canna est della galleria principale esaminato dal presente progetto vengono pronosticate le zone di faglia ESI-f2694, ESI-f2812, ESI-f3389, ESI-f3190, ESI-f3630, ESI-f3663 ESI-f3759 e una faglia rientrante nel sistema di faglie SZ-IQP-AS2.

4.2.1 SZ-IQP-AS-2

La core zone del sistema di faglie Wipptal (AS-2) è caratterizzata da una zona spessa da 0,5 a 1 m composta da protocataclasiti scistose, detensionate e da diverse vie di taglio di uno spessore da qualche cm a qualche dm riempite di fault gouge. La damage zone spessa rispettivamente 1 m 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 / o 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 una elevata frequenza di discontinuità nonché un detensionamento parallelo alla scistosità.

Gebirgsverhalten:
Dieser Störungstyp ist parallel bis schräg mit flach bis steil einfallender Neigung zum Hohlraum orientiert.

Die Störungszone hat merklichen Einfluss auf das Gebirgsverhalten des umgebenden Gebirges. Auch im ungünstigsten Verschnitt berührt die Störung durch ihre geringe Mächtigkeit nur einen kleinen Teil der Querschnittsfläche. Aufgrund des hohlraumparallelen Verlaufes der Störung kann sich jedoch eine große Verschnittlänge ergeben. Für die Störung wird der GVT3 prognostiziert. Im unmittelbaren Störungsbereich ist mit verstärkten gefügebedingten Ausbrüchen aus der Laibung und der Ortsbrust zu rechnen. Insbesondere im Homogenbereich HTO12 ist durch die zunehmende Überlagerung auch mit hohlraumnaher Entfestigung und Plastifizierung im Bereich der Störung zu rechnen. Das Verformungsverhalten des umgebenden Gebirges wird jedoch nicht maßgeblich durch die Störung beeinflusst.

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.

comportamento dell’ammasso roccioso:
Questo tipo di faglia presenta un orientamento da parallelo ad inclinato rispetto alla cavità e si immerge con pendenza da ridotta ad elevata .

La faglia ha un impatto sensibile sul comportamento dell’ammasso roccioso circostante. Anche nel caso di intersezione più sfavorevole, la faglia, per il suo spessore ridotto, tocca solo una minima parte della sezione trasversale. Dall'andamento parallelo della faglia rispetto alla cavità può però risultare una lunghezza di intersezione elevata. Per la faglia viene previsto il tipo di comportamento dell'ammasso roccioso 3. Nella zona direttamente interessata dalla faglia si prevede un aumento dei distacchi dovuti alla struttura che interessano il contorno della cavità e il fronte di scavo. In particolare nella zona omogenea HTO12 si prevedono dei fenomeni di detensionamento vicino alla cavità e di plastificazione nell'area interessata dalla faglia a causa della copertura in aumento. La faglia non ha però un impatto decisivo sul comportamento deformativo della roccia circostante.

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.

5 DATENBLÄTTER

5.1 GEBIRGSARTEN GA

Gebirge:	IQP-QP-1a-HTO
	IQP-QS-1a-HTO
	IQP-G-1a-HTO
Störungszonen:	SZ-IQP-AS-2

5 SCHEDE TECNICHE

5.1 TIPI DI AMMASSI ROCCIOSI GA

Amasso roccioso:	IQP-QP-1a-HTO
	IQP-QS-1a-HTO
	IQP-G-1a-HTO
Zone di faglia:	SZ-IQP-AS-2

5.1.1 GA IQP-QP-1a-HTO

5.1.1 GA IQP-QP-1a-HTO

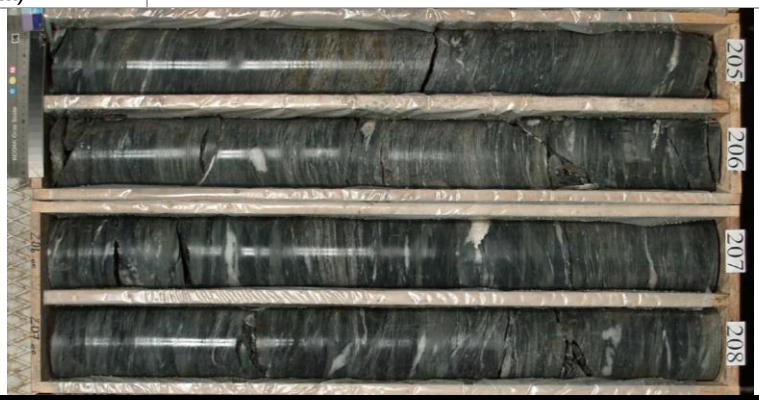
Geologie - Geologia

Gebirgsart	IQP-QP-1a-HTO	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 / 40-60 RTF 2e/f: 45-75 / 15-65 RTF 1a: 315-355 / 50-90	RTF 2w/j: 250-280 / 35-90 RTF 2w/f: 240-270 / 10-75 RTF 1b/f: 230-330 / 05-30 (A)
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 1b/f: 200-600 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 1b/f: >600 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 1b/f: -
Trennflächenfüllung Ripieno della discontinuitá	RTF 2e/j: - RTF 2e/f: fault gouge RTF 1a: -	RTF 2w/j: - RTF 2w/f: fault gouge RTF 1b/f: fault gouge

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



Gebirgsart	IQP-QP-1a-HTO	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**	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	[MPa]	**2,11**	Mittelwerte aus 111 Punktlastversuchen mit variablen Orientierungen zur Schieferung
E	[MPa]	**30.000** (31.000) (30.000-60.000)	Mittelwert aus 129 einaxialen Druckversuchen mit variablen 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 (ermittelt über Tangente bei 50 % der Bruchspannung) Mittelwert aus 23 Versuchen Wellenausbreitungsgeschwindigkeit
SPZ	[MPa]	**4,7**	Mittelwert aus 62 Versuchen
CAI	[-]	**3,0**	Mittelwert aus 74 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-HTO	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:			HTO10 / HTO11 / HTO12 / QK1
$h_ü$	[m]	345-548	
D	[-]	0	Disturbance Faktor nach Hoek
σ_c	[MPa]	**1,61**	Einaxiale Gebirgsfestigkeit nach Hoek & Brown 2002
σ_{cm}	[MPa]	**5,62**	Gebirgsfestigkeit nach Hoek & Brown 2002
φ	[°]	**35-34**	Reibungswinkel Mohr-Coulomb gemäß Hoek & Brown 2002 HTO10: 35° / HTO11: 35° / HTO12: 34° für $h_ü$ = 375 m bis 548 m QK1: 34°
c	[MPa]	**1,1-1,3**	Kohäsion Mohr-Coulomb gemäß Hoek & Brown 2002 HTO10: 1,1 MPa / HTO11: 1,1 MPa / HTO12: 1,3 MPa für $h_ü$ = 375 m bis 548 m QK1: 1,3 MPa
E	[MPa]	6.140 / 4.500 / 6.710	Hoek 2005 Hoek 2002 Hoek / Diederichs 2006
E	[MPa]	**6.000**	empfohlen / raccomandato
Quellpotential / Potenziale di swelling			
keines / nessuno			
Quelldruck	[MPa]	-	
Quelldehnung	[%]	-	
Hinweise:		(1) Schieferung variiert Aufgrund des großräumigen offenen Faltenbaus	
Annotazioni:		(1) La scistosità varia a seconda della struttura a pieghe aperte su larga scala.	

5.1.2 GA IQP-G-1a-HTO

Geologie - Geologia

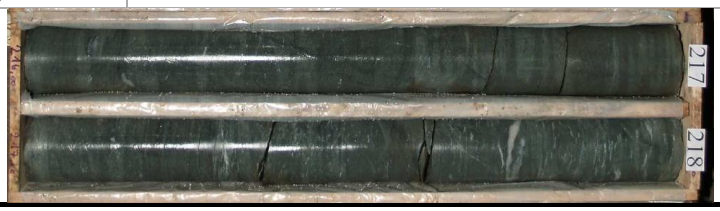
Gebirgsart	IQP-G-1a-HTO	Tipo di ammasso roccioso

Gesteinsbeschreibung / Descrizione roccia		
Lithologie	Grünschiefer und Chloritschiefer (bis 15 m mächtig) - teilweise kalkführend, Amphibolit	ID: 310 (311)
Litologia	Scisto verde e scisto chloritico (spessore fino a 15 m) - in parte calcareo, anfibolite	

Trennflächensysteme / Sistemi di discontinuitá		
Schieferung Scistositá	Orientierung/ Orientamento: Abstand / Distanza:	240 / 10-30 bis 330 / 10-30 (1) 20-60cm
Trennflächenorientierung Orientamento della discontinuitá	RTF 2e/j: 60-80 / 40-60 RTF 2e/f: 45-75 / 15-65 RTF 1a: 315-355 / 50-90	RTF 2w/j: 250-280 / 35-90 RTF 2w/f: 240-270 / 10-75 RTF 1b/f: 230-330 / 05-30 (A)
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 1b/f: 200-600 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 1b/f: >600 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 1b/f: -
Trennflächenfüllung Ripieno della discontinuitá	RTF 2e/j: - RTF 2e/f: fault gouge RTF 1a: -	RTF 2w/j: - RTF 2w/f: fault gouge RTF 1b/f: fault gouge

Repräsentative Probe / Campione rappresentativo	
Bohrkern (Teufe) Sondaggio (profonditá)	La-B-03/09 (197-199 m): Kalk-Chloritphyllit

Bohrkern (Teufe) Sondaggio (profonditá)	La-B-03/09 (216-218 m) : Quarz-Chloritschiefer



Gebirgsart	IQP-G-1a-HTO	Tipo di ammasso roccioso

Kennwerte Gestein Labor / Parametri della roccia laboratorio

Gesteinsverhalten: Comportamento roccia:		Schwach anisotrop Poco anisotropo	
γ	[kN/m³]	**28**	Mittelwert aus 16 Versuchen
σ_{ci}	[MPa]	**50** (57) (47)	Mittelwert aus 25 Versuchen (310: Mittelwert aus 15 Versuchen) (311: Mittelwert aus 10 Versuchen)
I_S	[MPa]	3,1 4,43	310: Mittelwert aus 6 Versuchen 311: Mittelwert aus 2 Versuchen
V	[MPa]	32.000	310: Mittelwert aus 15 einaxialen Druckversuchen mit variablen Belastungsrichtungen zur Schieferung (ermittelt als Sekantenmodul zwischen 40-60 % der Bruchspannung) 311: keine Ergebnisse
E	[MPa]	**40.000** 33.000 30.000 50.000 (44.000-64.000)	 310: Median aus 5 einaxialen Druckversuchen mit varablen Belastungsrichtungen zur Schieferung (ermittelt als Sekantenmodul zwischen 40-60 % der Bruchspannung) 311: Mittelwert aus 8 einaxialen Druckversuchen mit varablen Belastungsrichtungen zur Schieferung (ermittelt als Tangentenmodul bei 50 % der Bruchspannung) Mittelwert aus 3 Versuchen Wellenausbreitungsgeschwindigkeit Siehe Kennwerte Gebirge In-Situ (BLA)
ν	[-]	**0,23** (0,20) (0,29) 0,26	Mittelwert aus 21 Versuchen 310: Mittelwert aus 12 Versuchen (ermittelt über Sekante zwischen 40-60 % der Bruchspannung) 311: Mittelwert aus 9 Versuchen (ermittelt über Tangente bei 50 % der Bruchspannung) Mittelwert aus 3 Versuchen Wellenausbreitungsgeschwindigkeit
SPZ	[MPa]	**6,8**	310: Mittelwert aus 6 Versuchen 311: keine Versuche
CAI	[-]	**2,3**	Mittelwert aus 6 Versuchen 310 und 2 Versuchen 311, Bandbreite 0,7 bis 3,9
äQu	[-]	(22)	Wert aus einer Dünnschliffuntersuchung der Lithologie 311
m_i	[-]	**10**	310: Mittelwert aus 2 Versuchen 311: keine Ergebnisse Literaturwerte 4-8 (Schiefer), 25-31 (Amphibolit)
φ	[°]	(47) 47[(2)]	(310: Mittelwert aus 2 Versuchen / 311: keine Ergebnisse) Rechenwerte[(2)]
c	[MPa]	(3) 10[(2)]	

Kennwerte sonstige Trennflächen (außer Schieferung)

φ	[°]	**32**	Die ausgeführten Versuche (19 Scherversuche) zeigen kein ausgeprägtes Nachbruchverhalten (Restfestigkeit entspricht ca. der

c	[MPa]	0,2 **0**	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.

Geomechanik Gebirge – Geomeccanica amasso roccioso

Gebirgsart		**IQP-G-1a-HTO**	**Tipo di ammasso roccioso**
Kennwerte Gebirge In-Situ (BLA) / Parametri in situ (DMT)			
E	[MPa]	44.000 – 64.000	Versuche Bohrung 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	[-]	55	Bandbreite 50-60, im Vergleich zum IQP-QP wesentlich blockigeres Ausbruchverhalten, geringere Trennflächendichte, Schieferung weitständiger, graphitische Beläge auf Trennflächen fehlen
Homogenbereiche:			HTO11
$h_ü$	[m]	367-375	
D	[-]	0	Disturbance Faktor nach Hoek
σ_c	[MPa]	**4,02**	Einaxiale Gebirgsfestigkeit nach Hoek & Brown 2002
σ_{cm}	[MPa]	**9,74**	Gebirgsfestigkeit nach Hoek & Brown 2002
φ	[°]	**40**	Reibungswinkel Mohr-Coulomb gemäß Hoek & Brown 2002
c	[MPa]	**1,5**	Kohäsion Mohr-Coulomb gemäß Hoek & Brown 2002
E	[MPa]	13.970 9.430 16.330	Hoek 2005 Hoek 2002 Hoek / Diederichs 2006
E	[MPa]	**15.000**	empfohlen / raccomandato
Quellpotential / Potenziale di swelling			
keines / nessuno			
Quelldruck	[MPa]	-	
Quelldehnung	[%]	-	

Hinweise:	Für die Ermittlung der Gesteinskennwerte wurden Versuche an den Lithologien 310 und 311 herangezogen. 310 ist dabei dominierend, 311 untergeordnet. (1) Schieferung variiert Aufgrund des großräumigen offenen Faltenbaus (2) Aufgrund der geringen Versuchanzahl wird der Einfluss der Schieferung nicht ausreichend erfasst. Die in Klammern angegebenen Werte ergeben sich aus den Versuchsergebnissen, die Werte außerhalb der Klammern sind die Rechenwerte, welche mit den einaxialen Druckfestigkeiten konsistent sind.
Annotazioni:	Per l'individuazione dei valori relativi alla roccia ci si è avvalsi delle prove effettuate sulle litologie 310 e 311. In via prioritaria la prova 310, in via subordinata la prova 311. (1) La scistosità varia a seconda della struttura a pieghe aperte su larga scala. (2) A causa del numero di prove ridotto non è possibile individuare a sufficienza l'influenza della scistosità. I valori indicati tra parentesi derivano dai risultati delle prove, mentre i valori fuori dalle parentesi rappresentano valori di calcolo che corrispondono alle resistenze a compressione uniassiali.

5.1.3 GA IQP-QS-1a-HTO

Geologie - Geologia

Gebirgsart	IQP-QS-1a-HTO	Tipo di ammasso roccioso

Gesteinsbeschreibung / Descrizione roccia		
Lithologie	Quarzit-Quarzitschiefer, Biotitschiefer, untergeordnet Gneis, Glimmerschiefer und Granatglimmerschiefer (diaphtoritisch)	ID: 309
Litologia	Quarzite-scisto quarzitico, scisto di biotite, subordinato gneiss, micascisto e micascisto a granato (diaftoritico)	307 312

Trennflächensysteme / Sistemi di discontinuitá		
Schieferung Scistositá	Orientierung/ Orientamento: Abstand / Distanza:	240 / 10-30 bis 330 / 10-30 (1) 6-60cm
Trennflächenorientierung Orientamento della discontinuitá	RTF 2e/j: 60-80 / 40-60 RTF 2e/f: 45-75 / 15-65 RTF 1a: 315-355 / 50-90	RTF 2w/j: 250-280 / 35-90 RTF 2w/f: 240-270 / 10-75 RTF 1b/f: 230-330 / 05-30 (A)
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 1b/f: 200-600 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 1b/f: >600 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 1b/f: -
Trennflächenfüllung Ripieno della discontinuitá	RTF 2e/j: - RTF 2e/f: fault gouge RTF 1a: -	RTF 2w/j: - RTF 2w/f: fault gouge RTF 1b/f: fault gouge

Repräsentative Probe / Campione rappresentativo	
Bohrkern (Teufe) Sondaggio (profonditá)	La-B-05/09 (79-81 m): Gneis und Biotit-Quarzphyllit

Bohrkern (Teufe) Sondaggio (profonditá)	La-B-03/09 (124-126 m): Quarzitschiefer bis Quarzphyllit

Gebirgsart	IQP-QS-1a-HTO	Tipo di ammasso roccioso

Kennwerte Gestein Labor / Parametri della roccia laboratorio

Gesteinsverhalten: Comportamento roccia:		Schwach anisotrop Poco anisotropo	
γ	[kN/m³]	**26**	2 Versuche (je 1 Versuch 309 und 307)
σ_{ci}	[MPa]	**40**	309: Mittelwert 43 MPa, Median 40 MPa aus 5 Versuchen, parallel zur Schieferung 31 MPa (3 Versuche), senkrecht zur Schieferung 62 MPa (2 Versuche) 307: Mittelwerte / Median 38 MPa aus 5 Versuchen parallel zur Schieferung
I_S	[MPa]	**2,37**	309: Mittelwert aus 10 Versuchen, parallel zur Schieferung 1,5 MPa (6 Versuche), senkrecht zur Scheiferung 3,7 MPa (4 Versuche) 307: keine Versuche
E	[MPa]	**35.000**	Annahme, da keine gesicherten Versuchsergebnisse vorliegen (insbesondere der Einfluss der Belastungsrichtung nicht erfasst wurde) 309: keine zuverlässigen Versuchsergebnisse 307: Median 50.000 MPa aus 4 einaxialen Druckversuchen parallel zur Schieferung
ν	[-]	**0,18**	Annahme, da keine gesicherten Versuchsergebnisse vorliegen 309: keine zuverlässigen Versuchsergebnisse 307: Median 0,22 aus 3 einaxialen Druckversuchen parallel zur Schieferung
SPZ	[MPa]	**4,6**	Median aus 11 Versuchen 309: Mittelwert / Median 6,9 MPa aus 6 Versuchen (Belastungsrichtung variabel) 307: Mittelwert / Median 4,2 MPa aus 5 Versuchen (Belastungsrichtung variabel)
CAI	[-]	**4,8**	Mittelwert aus 4 Versuchen (je 2 Versuche 309 und 307)
äQu	[-]	72	Wert aus einer Dünnschliffuntersuchung der Lithologie 309
m_i	[-]	**15**	309: 15 - Ergebnis aus einer Versuchsserie mit 3 triaxialen Einzelversuchen, 4 einaxialen Druckversuchen und 3 Spaltzugversuchen (parallel zur Schieferung) 307: 14 – Mittelwert / Median aus 4 triaxialen Mehrstufenversuchen (parallel zur Schieferung)
φ	[°]	(45) (50) 46[(2)]	309: Ergebnis aus einer Versuchsserie mit 3 triaxialen Einzelversuchen, 4 einaxialen Druckversuchen und 3 Spaltzugversuchen (parallel zur Schieferung), 307: Mittelwert / Median aus 4 triaxialen Mehrstufenversuchen (parallel zur Schieferung) Rechenwerte[(2)]
c	[MPa]	(5,8) (6,0) 8[(2)]	

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-QS-1a-HTO**	**Tipo di ammasso roccioso**

Kennwerte Gebirge In-Situ (BLA) / Parametri in situ (DMT)			
E	[MPa]	-	Keine Versuche vorliegend

Kennwerte Gebirge / Parametri dell‘ ammasso roccioso			
GSI	[-]	50	Bandbreite 45-55, im Vergleich zum IQP-QP Schieferung weitständiger, Ausbruchverhalten blockiger
Homogenbereiche:			HTO10 / HTO11 / HTO12 / QK1
$h_ü$	[m]	345-548	
D	[-]	0	Disturbance Faktor nach Hoek
σ_c	[MPa]	**2,41**	Einaxiale Gebirgsfestigkeit nach Hoek & Brown 2002
σ_{cm}	[MPa]	**8,47**	Gebirgsfestigkeit nach Hoek & Brown 2002
φ	[°]	**41-38**	Reibungswinkel Mohr-Coulomb gemäß Hoek & Brown 2002 HTO10: 41° / HTO11: 40° / HTO12: 38° für $h_ü$ = 375 m bis 548 m QK1: 37°
c	[MPa]	**1,3-1,6**	Kohäsion Mohr-Coulomb gemäß Hoek & Brown 2002 HTO10: 1,3 MPa / HTO11: 1,4 MPa / HTO12: 1,6 MPa für $h_ü$ = 375 m bis 548 m QK1: 1,6 MPa
E	[MPa]	9.340 6.320 10.750	Hoek 2005 Hoek 2002 Hoek / Diederichs 2006
E	[MPa]	**10.000**	empfohlen / raccomandato

Quellpotential / Potenziale di swelling			
keines / nessuno			
Quelldruck	[MPa]	-	
Quelldehnung	[%]	-	

Hinweise:	(1) Schieferung variiert Aufgrund des großräumigen offenen Faltenbaus (2) Aufgrund der geringen Versuchanzahl wird der Einfluss der Schieferung nicht ausreichend erfasst. Die in Klammern angegebenen Werte ergeben sich aus den Versuchsergebnissen, die Werte außerhalb der Klammern sind die Rechenwerte, welche mit den einaxialen Druckfestigkeiten konsistent sind. Gesteinskennwerte basieren auf der Auswertung Laborversuche an Proben der Lithologie 309 und 307, für die Lithologie 312 lagen keine Versuchsergebnisse vor
Annotazioni:	(1) La scistosità varia a seconda della struttura a pieghe aperte su larga scala. (2) A causa del numero di prove ridotto non è possibile individuare a sufficienza l'influenza della scistosità. I valori indicati tra parentesi derivano dai risultati delle prove, mentre i valori fuori dalle parentesi rappresentano valori di calcolo che corrispondono alle resistenze a compressione uniassiali.

5.1.4 GA SZ-IQP-AS 2

5.1.4 GA SZ-IQP-AS 2

Geologi - Geologia	Gebirgsart Störungszone	SZ-IQP-AS 2	Tipo di ammasso roccioso Zona di faglia
	Bezeichnung Denominazione	Wipptal-Störungssystem Sistema di Faglia Wipptal	
	Orientierung Orientazione	260 & 80 ± 30 / 55 ± 30 (flach bis steil W- und E-fallend) (faglia immergente verso O e E, da pianeggiante ad alta pendenza)	
	Material DZ	Gebirge mit erhöhter Trennflächendichte und teilweise schieferungsparalleler Entfestigung (bei geschieferten Gesteinen) (50-70%), geschieferter Protokataklasit (10-30%), fault gouge (0-20%), GSI 35-40	
	Materiale DZ	Ammasso roccioso con fratturazione elevata e parziale detensionamento parallelo alla scistositá (da rocce scistose) (50-70%), protocataclasite scistosa (10-30%), fault gouge (0-20%), GSI 35-40	
	Material CZ	Geschieferter Protokataklasit, stark entfestigt (50-70%), fault gouge (30-50%)	
	Materiale CZ	Protocataclasite scistosa con fratturazione elevata (50-70%), fault gouge (30-50%)	
	Beschreibung	DAMAGE ZONE: randlich begleiten jeweils 0 bis 1 m mächtige Zonen das Ausgangsgestein mit verstärkter tektonischer Auflockerung, vermehrtem Auftreten von Harnischflächen, cm- bis 1 dm-mächtigen Scherzonen gefüllt mit fault gouge sowie einer erhöhten Trennflächendichte und schieferungsparalleler Entfestigung CORE ZONE: 0,5-1 m stark entfestigter geschieferter Protokataklasit und 1-3 Stück cm- bis dm-mächtige Scherbahnen mit fault gouge	
	Descrizione	DAMAGE ZONE: a margine accompagnano zone con una estensione da 0-1 m la roccia madre con un detensionamento tettonico elevato, presenza piú numeroso di facce di pressione, zone di taglio con una estensione da cm a 1 dm ripieni di fault gouge come anche una fratturazione leggermente elevata e detensionamento parallelo alla scistositá CORE ZONE: 0,5-1 m protocataclastite scistosa e detensionamento forte e 1-3 vie di taglio con fault gouge e una estensione da cm a dm	
	Mächtigkeit [m] Spessore reale [m]	DZ: 2*1 m	CZ: 1 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 < 300 m	DZ und CZ (ausgenommen fault gouge) Gestein	10^{-5} m/s – 10^{-7} m/s
		Überlagerung 300 – 600 m	DZ und CZ (ausgenommen fault gouge) Gestein	< 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 < 300 m	DZ e CZ (eccetto fault gouge) roccia	10^{-5} m/s – 10^{-7} m/s
		Sovrapposizione 300 – 600 m	DZ e CZ (eccetto fault gouge) roccia	< 10^{-7} m/s
	Hinweis	Die Durchlässigkeit nimmt mit zunehmender Überlagerung sukzessive ab, die Grenze bei 300 m ist lediglich ein Richtwert.		
	Annotazioni	La permeabilitá diminuisce successivamente con sovrapossizione crescente, il termine a 300 m ´s eolo un valore indicativo.		

		DZ	CZ
Geomech. Geomecc.	GSI [-]	35-40	-
	D [-]	0,5	-
	Kennwerte empfohlen / Parametri raccomandati		
	c [MPa]	0,80	0,1 (h=345-450 m) 0,2 (h=450-550 m)
	φ [°]	26	25
	E [MPa]	2.000	300 (h=345-450 m) 600 (h=450-550 m)
	Hinweis		
	Annotazioni		

5.2 GEBIRGSVERHALTENSTYPEN (GVT)

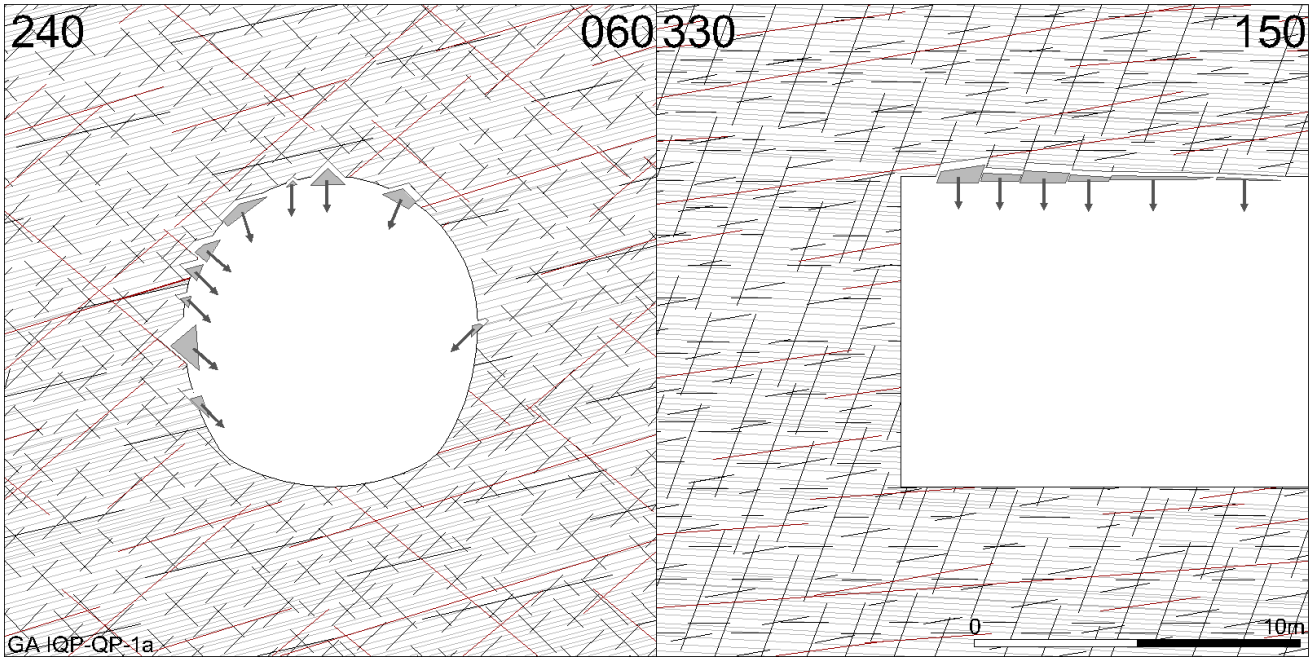
Gebirgsverhaltens-typen (GVT):	IQP-QP-1a-HTO-GVT2 / GVT3
	IQP-QS-1a-HTO-GVT2
	IQP-G-1a-HTO-GVT2
	IQP-QP-1a-QK-GVT3
	IQP-QS-1a-QK-GVT2
	SZ-IQP-AS-2-GVT3-HTO

5.2 TIPI DI COMPORTAMENTO DELL`AMMASSO ROCCISO (TCR)

Tipi di comp-ortamento dell`ammasso rocciso (TCR):	IQP-QP-1a-HTO-GVT2 / GVT3
	IQP-QS-1a-HTO-GVT2
	IQP-G-1a-HTO-GVT2
	IQP-QP-1a-QK-GVT3
	IQP-QS-1a-QK-GVT2
	SZ-IQP-AS-2-GVT3-HTO

5.2.1 IQP-QP-1a-HTO-GVT2 5.2.1 IQP-QP-1a-HT0-GVT2

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



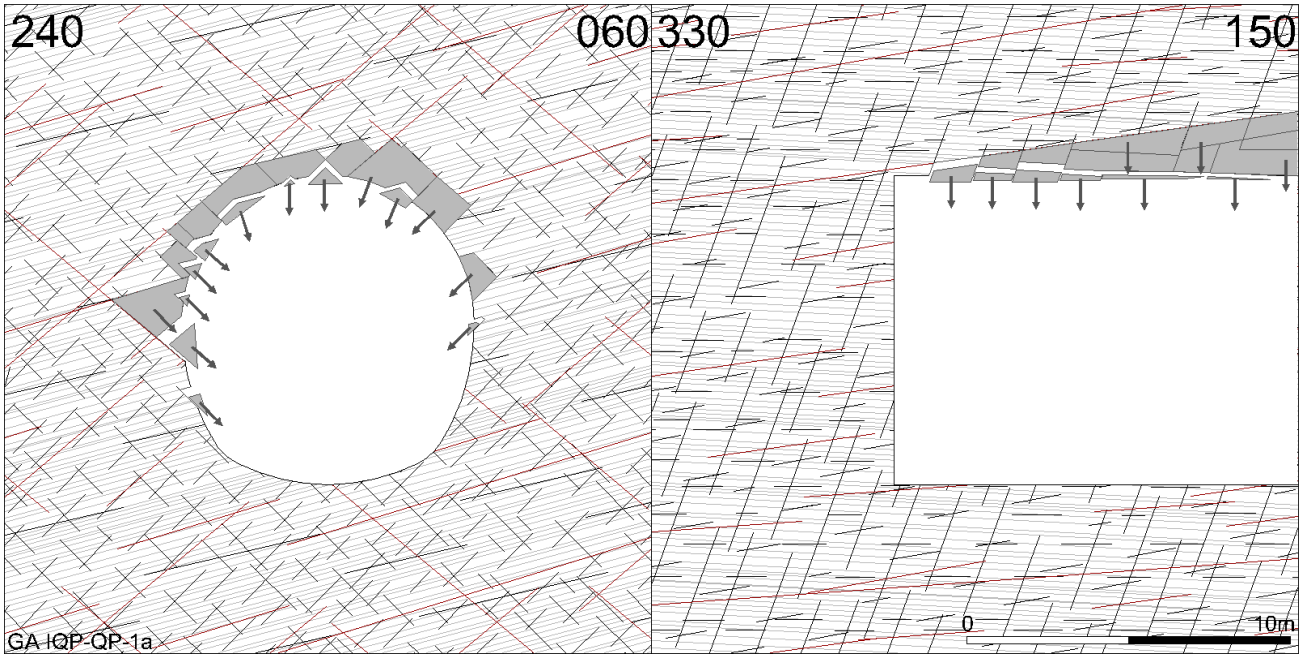
Grau / grigio – Schieferung / scistositá; Schwarz / nero – joints; rot / roso - faults

Homogenbereich / Überlagerung	Settore omogeneo / copertura
HTO10 (345-367m) / HTO11 (367-375m)	
Orientierung der Haupttrennflächen	**Orientamento delle principali discontinuità**
Die Schieferung fällt sehr flach gegen oder in die Vortriebsrichtung ein. Die sonstigen Trennflächen fallen flach in Vortriebsrichtung ein bzw. sind steil / senkrecht zur Tunnelachse orientiert.	La scistosità immerge con pendenza molto ridotta o contro la direzione di scavo o nella direzione di scavo. Le altre discontinuità immergono con pendenza ridotta nella direzione di scavo oppure presentano un orientamento ripido / verticale rispetto all'asse galleria.
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. 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. Die Ortsbrust ist stabil. Aufgrund der Trennflächenorientierungen ist maximal mit dem Ausbruch sehr kleinvolumiger Bruchkörper aus der Ortsbrust zu rechnen.	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. 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. Il fronte di scavo è stabile. A causa dell'orientamento delle discontinuità si prevedono al massimo dei distacchi di corpi di volume molto ridotto dal fronte di scavo.
Tropie / Radialdeformation / bezogene Radialverformung	**Tropia / Deformazione radiale / Deformazione radiale relative**
Isotrop / < 5 cm / < 1 %	

5.2.2 IQP-QP-1a-HTO-GVT3 5.2.2 IQP-QP-1a-HT0-GVT3

Gebirgsverhaltenstyp	IQP-QP-1a-HTO **GVT3**	Tipo di comportamento dell` ammasso roccioso



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

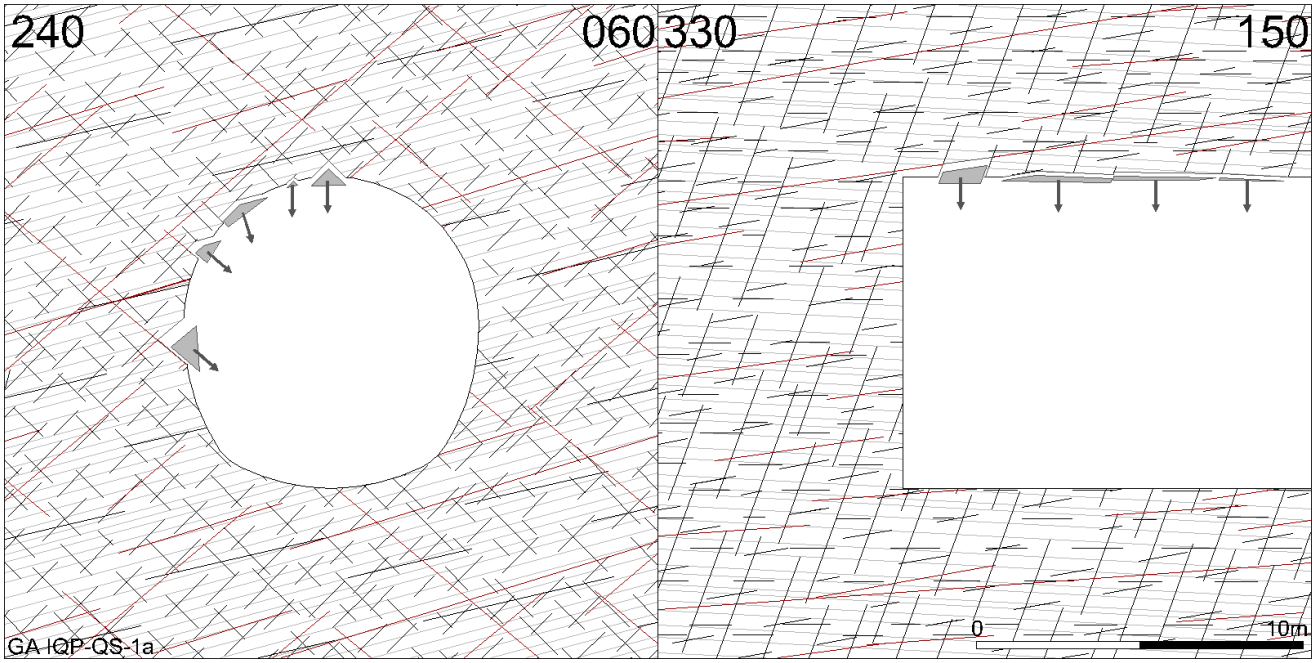
Homogenbereich / Überlagerung	Settore omogeneo / copertura
HTO12 (375-548m)	
Orientierung der Haupttrennflächen	**Orientamento delle principali discontinuità**
Die Schieferung fällt sehr flach gegen oder in die Vortriebsrichtung ein. Die sonstigen Trennflächen fallen flach in Vortriebsrichtung ein bzw. sind steil / senkrecht zur Tunnelachse orientiert.	La scistosità immerge con pendenza molto ridotta o contro la direzione di scavo o nella direzione di scavo. Le altre discontinuità immergono con pendenza ridotta nella direzione di scavo oppure presentano un orientamento ripido / verticale rispetto all'asse galleria.
Gebirgsbeanspruchung	**Sollecitazione dell' ammasso roccioso**
Nachbrüchig bis leicht druckhaft	Friabile a spingente
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. Das Spannungsniveau bedingt hohlraumnahe Überbeanspruchungen verbunden mit hohlraumnaher spannungsbedingter Entfestigung des Gebirges kombiniert mit gefügebedingten Ausbrüchen. Die Scherfestigkeit wird an den Trennflächen überschritten. Die Verformungen spielen eine untergeordnete Rolle. 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. Die Ortsbrust ist stabil. Aufgrund der Trennflächenorientierungen ist maximal mit dem Ausbruch sehr kleinvolumiger Bruchkörper aus der Ortsbrust zu rechnen.	Il comportamento dell'ammasso roccioso viene dominato dalle discontinuità. Viene determinato dal crollo o dallo scivolamento, dovuti alla gravità, di corpi fratturati. La sollecitazione dell'ammasso roccioso comporta delle sovrasollecitazioni nelle vicinanze della cavità in combinazione con il detensionamento della roccia vicino alla cavità dovuto alla tensione. La resistenza al taglio viene superata sui piani di discontinuità. Le deformazioni svolgono un ruolo di minor rilievo. 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 elevate. Il fronte di scavo è stabile. A causa dell'orientamento delle discontinuità si prevedono solo dei distacchi locali di corpi di volume molto ridotto dal fronte di scavo.
Tropie / Radialdeformation / bezogene Radialverformung	**Tropia / Deformazione radiale / Deformazione radiale relative**
Isotrop / < 5 cm / < 1 %	

5.2.3 IQP-QS-1a-HTO-GVT2

5.2.3 IQP-QS-1a-HTO-GVT2

Gebirgsverhaltenstyp	IQP-QS-1a-HTO **GVT 2**	Tipo di comportamento dell` ammasso roccioso



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

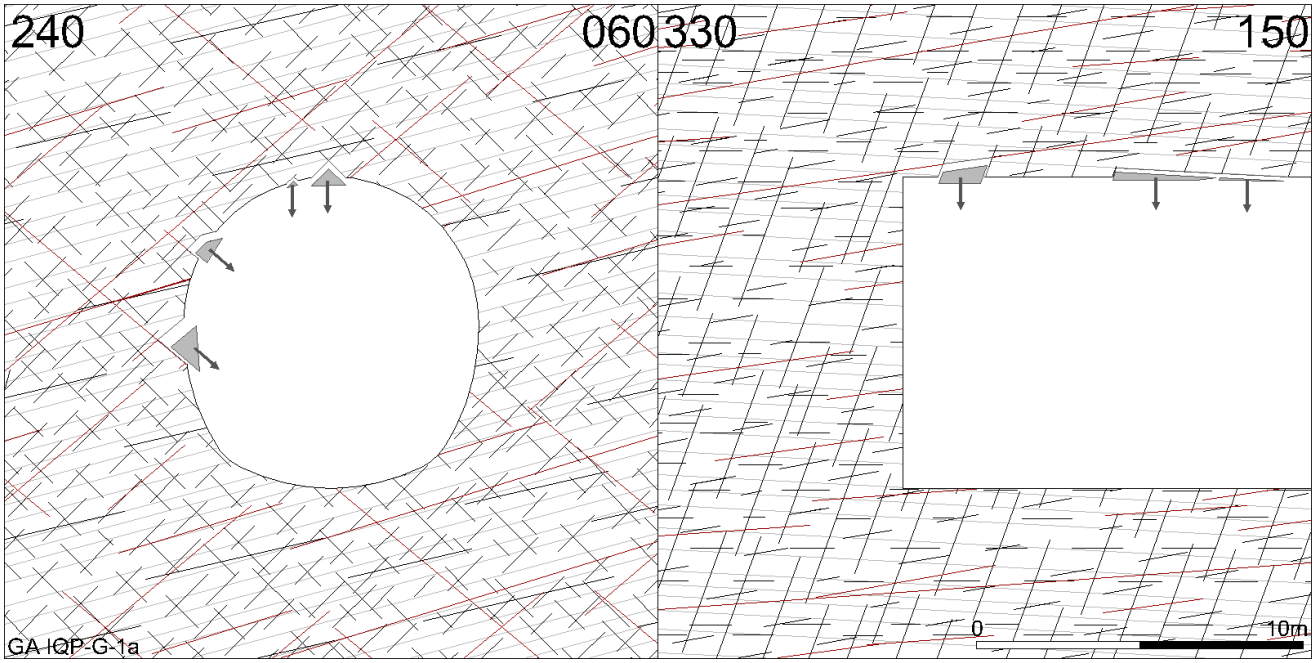
Homogenbereich / Überlagerung	Settore omogeneo / copertura
HTO10 (345-367m) / HTO11 (367-375m) / HTO12 (375-548m)	
Orientierung der Haupttrennflächen	**Orientamento delle principali discontinuità**
Die Schieferung fällt sehr flach gegen oder in die Vortriebsrichtung ein. Die sonstigen Trennflächen fallen flach in Vortriebsrichtung ein bzw. sind steil / senkrecht zur Tunnelachse orientiert.	La scistosità immerge con pendenza molto ridotta o contro la direzione di scavo o nella direzione di scavo. Le altre discontinuità immergono con pendenza ridotta nella direzione di scavo oppure presentano un orientamento ripido / verticale rispetto all'asse galleria.
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. 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. Die Ortsbrust ist stabil. Aufgrund der Trennflächenorientierungen ist maximal mit dem Ausbruch sehr kleinvolumiger Bruchkörper aus der Ortsbrust zu rechnen.	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. 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. Il fronte di scavo è stabile. A causa dell'orientamento delle discontinuità si prevedono al massimo dei distacchi di corpi di volume molto ridotto dal fronte di scavo.
Tropie / Radialdeformation / bezogene Radialverformung	**Tropia / Deformazione radiale / Deformazione radiale relative**
Isotrop / < 5 cm / < 1 %	

5.2.4 IQP-G-1a-HTO-GVT2

5.2.4 IQP-G-1a-HTO-GVT2

Gebirgsverhaltenstyp	IQP-G-1a-HTO **GVT 2**	Tipo di comportamento dell` ammasso roccioso



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

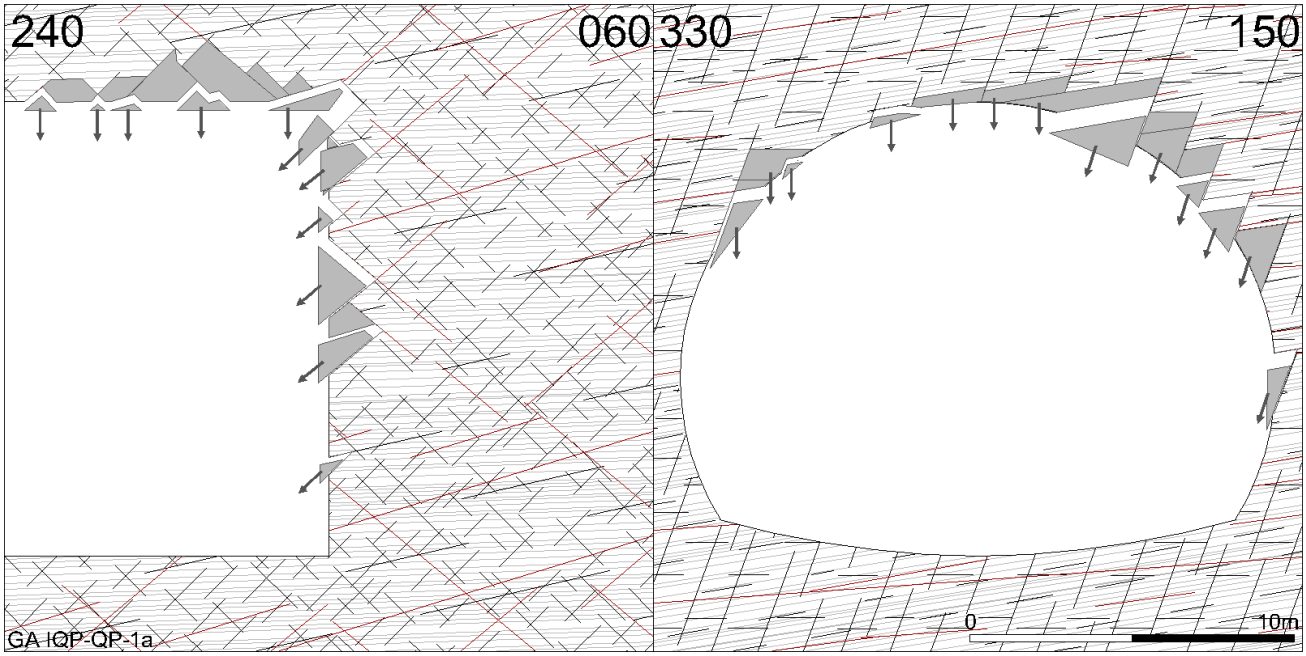
Homogenbereich / Überlagerung	Settore omogeneo / copertura
HTO11 (367-375m)	
Orientierung der Haupttrennflächen	**Orientamento delle principali discontinuità**
Die Schieferung fällt sehr flach gegen oder in die Vortriebsrichtung ein. Die sonstigen Trennflächen fallen flach in Vortriebsrichtung ein bzw. sind steil / senkrecht zur Tunnelachse orientiert.	La scistosità immerge con pendenza molto ridotta o contro la direzione di scavo o nella direzione di scavo. Le altre discontinuità immergono con pendenza ridotta nella direzione di scavo oppure presentano un orientamento ripido / verticale rispetto all'asse galleria.
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. 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. Die Ortsbrust ist stabil. Aufgrund der Trennflächenorientierungen ist maximal mit dem Ausbruch sehr kleinvolumiger Bruchkörper aus der Ortsbrust zu rechnen.	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. 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. Il fronte di scavo è stabile. A causa dell'orientamento delle discontinuità si prevedono al massimo dei distacchi di corpi di volume molto ridotto dal fronte di scavo.
Tropie / Radialdeformation / bezogene Radialverformung	**Tropia / Deformazione radiale / Deformazione radiale relative**
Isotrop / < 5 cm / < 1 %	

5.2.5 IQP-QP-1a-QK-GVT3

5.2.5 IQP-QP-1a-QK-GVT3

Gebirgsverhaltenstyp	IQP-QP-1a-QK **GVT3**	Tipo di comportamento dell` ammasso roccioso



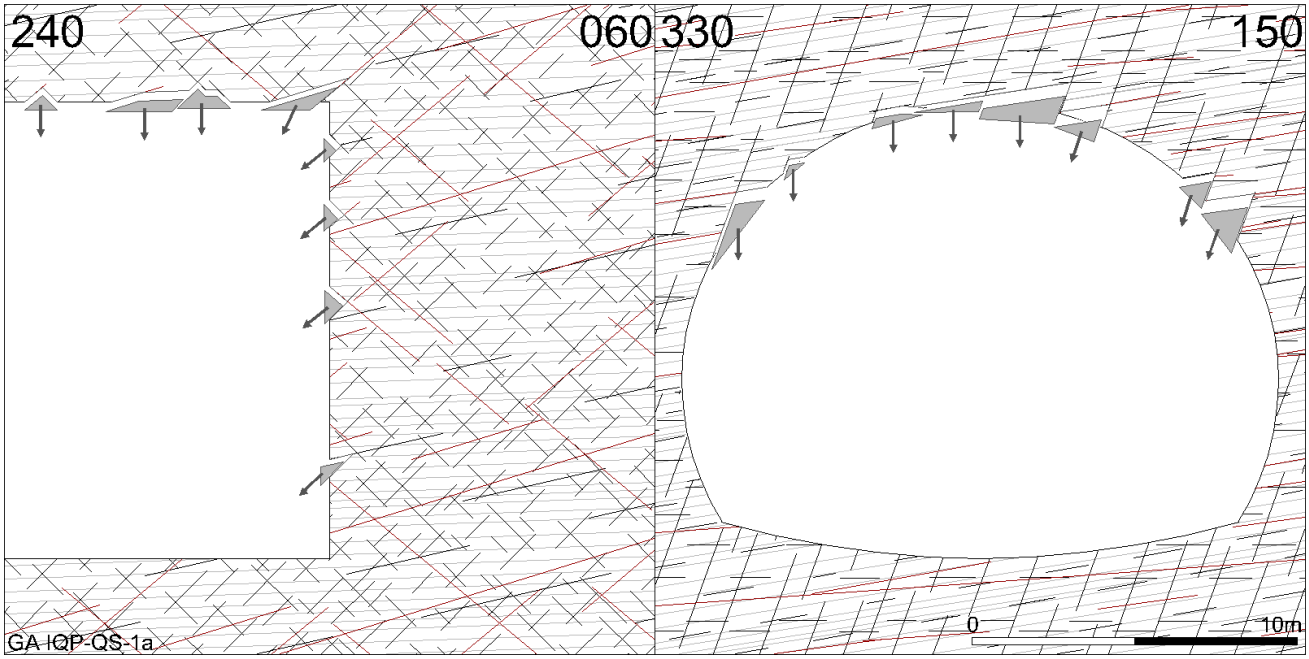
Grau / grigio – Schieferung / scistositá; Schwarz / nero – joints; rot / roso - faults

Homogenbereich / Überlagerung	Settore omogeneo / copertura
QK1 (548m)	
Orientierung der Haupttrennflächen	**Orientamento delle principali discontinuità**
Die Schieferung fällt sehr flach gegen oder in die Vortriebsrichtung ein. Die sonstigen Trennflächen fallen flach in Vortriebsrichtung ein bzw. sind steil / senkrecht zur Tunnelachse orientiert.	La scistosità immerge con pendenza molto ridotta o contro la direzione di scavo o nella direzione di scavo. Le altre discontinuità immergono con pendenza ridotta nella direzione di scavo oppure presentano un orientamento ripido / verticale rispetto all'asse galleria.
Gebirgsbeanspruchung	**Sollecitazione dell' ammasso roccioso**
leicht druckhaft	Poco spingente
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. Das Spannungsniveau bedingt hohlraumnahe Überbeanspruchungen verbunden mit hohlraumnaher spannungsbedingter Entfestigung des Gebirges kombiniert mit gefügebedingten Ausbrüchen. Die Scherfestigkeit wird an den Trennflächen überschritten. Die Verformungen spielen eine untergeordnete Rolle. 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. Durch den ungünstigen Trennflächenverschnitt, ist mit dem Herausgleiten von Kluftkörpern unterschiedlicher Größe aus der Ortsbrust zu rechnen.	Il comportamento dell'ammasso roccioso viene dominato dalle discontinuità. Viene determinato dal crollo o dallo scivolamento, dovuti alla gravità, di corpi fratturati. La sollecitazione dell'ammasso roccioso comporta delle sovrasollecitazioni nelle vicinanze della cavità in combinazione con il detensionamento della roccia vicino alla cavità dovuto alla tensione. La resistenza al taglio viene superata sui piani di discontinuità. Le deformazioni svolgono un ruolo di minor rilievo. 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 elevate. Il fronte di scavo è stabile. A causa dell'orientamento delle discontinuità si prevedono solo dei distacchi locali di corpi di volume molto ridotto dal fronte di scavo.
Tropie / Radialdeformation / bezogene Radialverformung	**Tropia / Deformazione radiale / Deformazione radiale relative**
Isotrop / < 10 cm / < 1 %	

5.2.6 IQP-QS-1a-QK-GVT2

Gebirgsverhaltenstyp	IQP-QS-1a-QK **GVT2**	Tipo di comportamento dell` ammasso roccioso



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

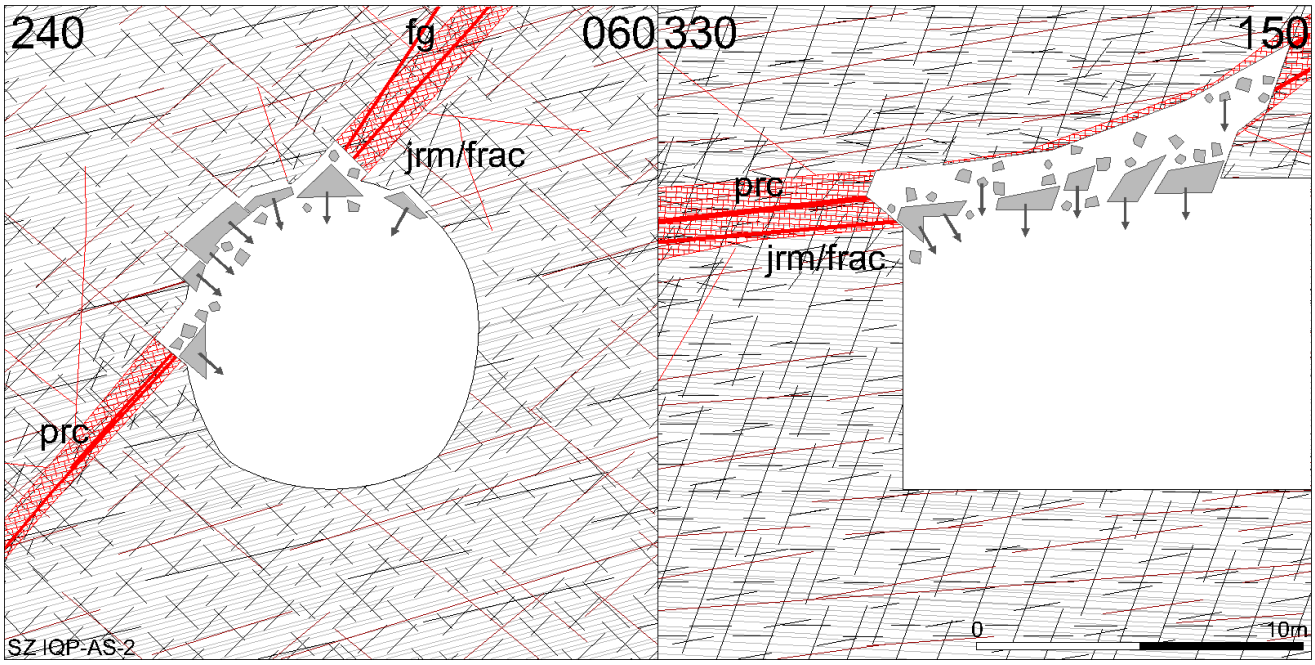
Homogenbereich / Überlagerung	Settore omogeneo / copertura
QK1 (548m)	
Orientierung der Haupttrennflächen	**Orientamento delle principali discontinuità**
Die Schieferung fällt sehr flach gegen oder in die Vortriebsrichtung ein. Die sonstigen Trennflächen fallen flach in Vortriebsrichtung ein bzw. sind steil / senkrecht zur Tunnelachse orientiert.	La scistosità immerge con pendenza molto ridotta o contro la direzione di scavo o nella direzione di scavo. Le altre discontinuità immergono con pendenza ridotta nella direzione di scavo oppure presentano un orientamento ripido / verticale rispetto all'asse galleria.
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. 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. Die Ortsbrust ist stabil. Aufgrund der Trennflächenorientierungen ist maximal mit dem Ausbruch sehr kleinvolumiger Bruchkörper aus der Ortsbrust zu rechnen.	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. 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. Il fronte di scavo è stabile. A causa dell'orientamento delle discontinuità si prevedono al massimo dei distacchi di corpi di volume molto ridotto dal fronte di scavo.
Tropie / Radialdeformation / bezogene Radialverformung	**Tropia / Deformazione radiale / Deformazione radiale relative**
Isotrop / < 10 cm / < 1 %	

5.2.7 SZ-IQP-AS2- HTO-GVT3

5.2.7 SZ-IQP-AS2- HTO-GVT3

Gebirgsverhaltenstyp	SZ-IQP-AS2 **GVT 3**	Tipo di comportamento dell` ammasso roccioso



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

Homogenbereich / Überlagerung	Settore omogeneo / copertura
HTO10 (345-367m) / HTO11 (367-375m) / HTO12 (375-548m)	
Orientierung der Störung zum Hohlraum	**Orientazione della faglia rispetto alla cavitá**
parallel bis schräg (0°-15°), flach einfallend bis steil einfallend (25°-85°)	orientamento da parallelo a obliquo (0°-15°), inclinazione da pianeggiante ad angolo elevato (25°-85°)
Verschnittlänge der CZ mit Tunnelachse / Hohlraum	**Lunghezza d`intersezione CZ - asse di galleria / cavitá**
8-30 m / 60-200 m (bei parallelem Verlauf auch mehr möglich)	8-30 m / 60-200 m (in caso d`andamento parallelo anche piú possibile)
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	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

reduziert werden. Das globale Gebirsgverhalten wird dadurch jedoch nicht maßgeblich beeinflusst.	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 Scherzonen, verminderte Gebirgsfestigkeit, im Vergleich zum umgebenden Gebirge reduzierte GSI Werte zwischen 35-40. Abbildung wie umgebendes Gebirges, aber mit verminderter Gebirgsfestigkeit. CZ: geschieferter Protokataklasit. Abbildung über isotrop elastoplastisches Materialverhalten.	DZ: in confronto all`ammasso roccioso circostante detensionamento e formazione di zone di faglie, riduzione elevata della resistanza al taglio, in confronto all`ammasso roccioso: parametri ridotti del GSI tra 35-40. Illustrazione: come ammasso roccioso circostante con ridotta resistenza dell`ammasso roccioso. CZ: protocataclasite scistosa. Illustrazione: comportamento isotropo elastoplastico.
Gebirgsverhalten	**Comportamento dell' ammasso roccioso**
Bei GVT2 des umgebenden Gebirges GVT3: Aufgrund der geringen Mächtigkeit der Störungszone jedoch der großen Verschnittlänge (über einem Tunneldurchmesser), sowie der Tatsache, dass die Störung auch im ungünstigsten Verschnitt nur einen geringen Teil der Ausbruchfläche berührt, hat die Störung geringfügigen Einfluss auf das Gebirgsverhalten des umgebenden Gebirges. Im Bereich der Störzone ist mit verstärkten gefügebedingten Ausbrüchen aus der Laibung und der Ortsbrust zu rechnen. Es kommt zur hohlraumnahe Entfestigung und Plastifizierung des Gebirges durch den Ausbruch im Bereich der Störungszone.	Dove la roccia circostante presenta il tipo di comportamento dell'ammasso roccioso 2, si prevede il tipo di comportamento dell'ammasso roccioso 3. A causa dello spessore ridotto della zona di faglia, ma, in controparte, della lunghezza di intersezione elevata (superiore a un diametro galleria) nonché per il fatto che la faglia, anche nel caso più sfavorevole, tocca solo una minima parte della superficie di scavo, la faglia ha un impatto marginale sul comportamento dell'ammasso roccioso circostante. Per la sezione interessata dalla zona di faglia si prevede un aumento dei distacchi dovuti alla struttura che interessano il contorno della cavità e il fronte di scavo. Si verificano i fenomeni di detensionamento vicino alla cavità e di plastificazione dell'ammasso roccioso a causa dello scavo eseguito nella sezione interessata dalla zona di faglia.
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

5.3 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-QS-1a	IQP-G-1a
Gestein / roccia	**Lithologie / litologia**	-	306 / 307	309 / 307 / 312	310 / (311)
	bestimmende Gesteine / roccia principale	-	Quarzphyllit / fillade quarzifera	Quarzit-Quarzitschiefer, Biotitschiefer / quarzite, scisto quarzitico, scisto a biotite	Grünschiefer, Chloridschiefer / scisto verde, scisto cloritico
	γ	kN/m³	27	26	28
	σ_{ci}	MPa	36	40	50
	I_S	-	2,11	2,37	3,10
	E	MPa	30.000	35.000	40.000
	ν	-	0,21	0,18	0,23
	SPZ	MPa	4,7	4,6	6,8
	CAI	-	3,0	4,3	2,3
	äQu	-	48	72	- / (22)
	m_i	-	10	15	10
	φ	°	46	46	47
	c	MPa	7,5	8	10
	φ Trennflächen / discontinuitá	°	32	32	32
	c Trennflächen / discontinuitá	MPa	0 hohlraumnah 0,2 hohlraumfern	0 hohlraumnah 0,2 hohlraumfern	0 hohlraumnah 0,2 hohlraumfern

			Gebirge (ungestört)			Gebirge (gestört) Damage Zone und Core Zone - SZ-IQP-AS2	
	Parameter / parametri	**Dimension / unitá**	**IQP-QP-1a**	**IQP-QS-1a**	**IQP-G-1a**	**DZ**	**CZ**
Gebirge / amasso roccioso	**GSI**	-	**45**	**50**	**55**	**35-40**	
	D	-	0	0	0	0,5	
	σ_c	MPa	**1,61**	**2,41**	**4,02**	1,02	
	σ_{cm}	MPa	**5,62**	**8,47**	**9,74**	3,29	
	$h_ü$	m	HTO10 (345-367m) / HTO11 (367-375m) / HTO12 (375-548m)				
	Homogenbereich / settore omogeneo		HTO10 HTO11 HTO12 QK1	HTO10 HTO11 HTO12 QK1	HTO11	HTO10 HTO11 HTO12	
	φ HTO10 HTO11 HTO12	°	35 35 34	41 40 38	40	**26**	**25**
	c HTO10 HTO11 HTO12	MPa	1,1 1,1 1,3	1,3 1,4 1,6	1,5	**0,80**	**0,1** (h=345-450 m) **0,2** (h=450-550 m)
	E (Hoek 2005 / 2002 / 2006)	MPa	6.140 / 4.500 / 6.710	9.340 / 6.320 / 10.750	13.970 / 9.430 / 16.330	630-2.530	-
	E empfohlen / raccomandato	MPa	**6.000**	**10.000**	**15.000**	**2.000**	**300** (h=345-450 m) **600** (h=450-550 m)
Gebirgsverhalten / comportamento dell' ammasso roccioso	**Verformung deformazione** (aus Kennlinie ohne Ausbau)	cm	< 5	< 5	< 5		
	Gebirgs-beanspruchung / sollecitazione dell' ammasso roccioso	-	nachbrüchig / friabile	nachbrüchig / friabile	nachbrüchig / friabile		
	Gebirgsverhalten / comportamento dell' ammasso roccioso	-	trennflächen-dominiert / dominato di discontinuitá	trennflächen-dominiert / dominato di discontinuitá	trennflächen-dominiert / dominato di discontinuitá		
	GVT / TCR	-	**2 / 3**	**2**	**2**		

5.3.2 Störungszonen

5.3.2 Zone di faglie

	Abmessungen				Material						Tropie	Orientierung	Verschnittlänge		GVT
Bezeichnung	**DZ**	**CZ**	**DZ**	**ges amt**	**CZ Hauptanteil**	**CZ Nebenanteil**	**Parameter**	**DZ Hauptanteil**	**DZ Nebenanteil**	**Parameter**			**CZ mit TA**	**CZ mit Hohl-raum**	
IQP-AS2	1	1	1	3	Geschieferter Protokataklasit, stark entfestigt (50-70%)	Fault gouge (30-50%)	φ = 25° c = 0,1-0,2 MPa E = 300-600 MPa	Gebirge mit erhöhter Trennflächen-dichte und teilweise schieferungsparal eller Entfestigung (50-70%)	Geschieferter Protokataklasit (10-30%) Fault gouge (0-20%)	φ = 26° c = 0,80 MPa E = 2000 MPa	An-isotrop	parallel bis schräg (0°-15°), flach einfallend bis steil einfallend (25°-85°)	8- 30 m	60- 200 m	3