



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



AUSBAU EISENBAHNACHSE MÜNCHEN-VERONA BRENNER BASISTUNNEL

Ausschreibungsphase

POTENZIAMENTO ASSE FERROVIARIO MONACO-VERONA

GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO

Fase d'appalto

Fachbereich GEO-HYDRO Settore GEO-HYDRO

Projekteinheit

Geologisch-Hydrogeologisch-
Geomechanische Planung

Dokumentenart

Technischer Bericht

Dokumenteninhalt

Gebirgsarten, Gebirgsverhaltenstypen –
Zugangstunnel NHS Innsbruck und
Verbindungsrampen Ost und West

Unità di progetto

Progettazione geologica-
idrologica-geomeccanica

Tipo Documento

Relazione tecnica

Contenuto documento

Tipi di ammassi rocciosi, tipi di comportamento di
ammassi rocciosi – Galleria d'accesso FDE Innsbruck e
rampe di interconnessione Est e Ovest

Planer / Progettista



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	14.05.2013 GPT Rn
Geprüft / verificato	
Freigegeben / autorizzato	
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

Staat Stato	Los Lotto	Einheit Unità	Nummer Numero	Dokumentenart Tipo Documento	Vertrag Contratto	Nummer Codice	Revision Revisione
01	GH4	GP	003	GTB	--	00001	01



Bearbeitungsstand <i>Stato di elaborazione</i>			
Revision <i>Revisione</i>	Änderungen / <i>Cambiamenti</i>	Verantwortlicher Änderung / <i>Responsabile modifica</i>	Datum / <i>Data</i>
00	Erstausgabe / Prima edizione	Rn	25.04.2013
01	Überarbeitung nach Review Dr. John	Rn	14.05.2013



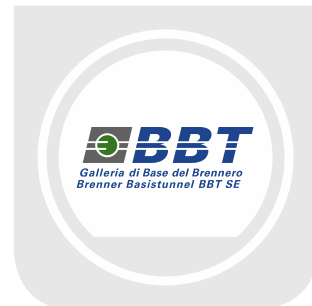
INHALT

CONTENUTO

1	AUFGABENSTELLUNG	8
2	GELTUNGSBEREICH	8
3	GRUNDLAGEN.....	9
3.1	LITERATUR	9
3.2	ZUGEHÖRIGE DOKUMENTE	9
3.3	DEFINITIONEN	10
3.3.1	Bezeichnung der Homogenbereiche	10
3.3.2	Geotechnische Homogenbereiche	10
3.3.3	Joints / faults	10
3.3.4	System zur Bezeichnung der Gebirgsarten	10
3.4	GESTEINSKENNWERTE	11
3.5	LOKALISIERUNG DER STÖRUNGSZONEN	11
3.6	STÖRUNGSGESTEINE	12
3.7	STÖRUNGSSYSTEME	15
3.8	GEOTECHNISCHE RELEVANZ VON STÖRUNGEN.....	16
4	KURZBESCHREIBUNG GEBIRGSARTEN UND GEBIRGSVERHALTEN.....	17
4.1	GEBIRGE	17
4.1.1	Gebirgsart	17
4.1.2	Gebirgsverhalten.....	19
4.2	STÖRUNGSZONEN.....	20
4.2.1	SZ-IQP-ESI-f2088	20
4.2.2	SZ-IQP-AS-2.....	23
5	DATENBLÄTTER	25
5.1	GEBIRGSARTEN GA.....	25
5.1.1	GA IQP-QP-1a-ZTNHS.....	26
5.1.2	GA IQP-QS-1a-ZTNHS.....	29
5.1.3	GA IQP-QP-1a-VR.....	33
5.1.4	GA IQP-QS-1a-VR.....	36
5.1.5	GA IQP-G-1a-VR	40
5.1.6	GA SZ-IQP-ESI-f2088-VRO.....	44
5.1.7	GA SZ-IQP-AS2-VR.....	46
5.2	GEBIRGSVERHALTENSTYPEN (GVT).....	48
5.2.1	IQP-QP-1a-ZTNHS-GVT3.....	49
5.2.2	IQP-QS-1a-ZTNHS-GVT2.....	51
5.2.3	IQP-QP-1a-VRO-GVT2.....	53
5.2.4	IQP-QP-1a-VRW-GVT2	55
5.2.5	IQP-G-1a-VRW-GVT2	57
5.2.6	IQP-QS-1a-VRW-GVT2	59
5.2.7	SZ-IQP-ESI-f2088-VRO-GVT4	61
5.2.8	SZ-IQP-AS2-VR-GVT3	64
5.3	ÜBERSICHTSTABELLE DER EIGENSCHAFTEN UND PARAMETER DES GEBIRGES UND DER	



STÖRUNGSZONEN.....	67
5.3.1 Gebirge	67
5.3.2 Störungszonen.....	69



1	MANSIONI	8
2	CAMPO DI APPLICAZIONE.....	8
3	BASI.....	9
3.1	BIBLIOGRAFIA	9
3.2	DOCUMENTI APPARTENENTI	9
3.3	DEFINIZIONI	10
3.3.1	Denominazione delle zone omogenee	10
3.3.2	Zone omogenee geotecniche.....	10
3.3.3	Joints / faults	10
3.3.4	Sistema per la denominazione delle tipologie di ammasso roccioso	10
3.4	PARAMETRI GEOTECNICI DELLA ROCCIA	11
3.5	LOCALIZZAZIONE DELLE ZONE DI FAGLIA	11
3.6	ROCCE DI FAGLIA	12
3.7	SISTEMI DI FAGLIA.....	15
3.8	RILEVANZA GEOTECNICA DI FAGLIE.....	16
4	DESCRIZIONE SINTETICA TIPOLOGIA E COMPORTAMENTO DELL'AMMASSO ROCCIOSO.....	17
4.1	AMMASSO ROCCIOSO.....	17
4.1.1	Tipologia dell'ammasso roccioso	17
4.1.2	Comportamento dell'ammasso roccioso	19
4.2	ZONE DI FAGLIA	20
4.2.1	SZ-IQP-ESI-f2088.....	20
4.2.2	SZ-IQP-AS-2.....	23
5	SCHEDE TECNICHE	25
5.1	TIPI DI AMMASSI ROCCIOSI GA.....	25
5.1.1	GA IQP-QP-1a-ZTNHS.....	26
5.1.2	GA IQP-QS-1a-ZTNHS.....	29
5.1.3	GA IQP-QP-1a-VR.....	33
5.1.4	GA IQP-QS-1a-VR.....	36
5.1.5	GA IQP-G-1a-VR	40
5.1.6	GA SZ-IQP-ESI-f2088-VRO.....	44
5.1.7	GA SZ-IQP-AS2-VR.....	46
5.2	TIPI DI COMPORTAMENTO DELL'AMMASSO ROCCIOSO (TCR).....	48
5.2.1	IQP-QP-1a-ZTNHS-GVT3.....	49
5.2.2	IQP-QS-1a-ZTNHS-GVT2.....	51
5.2.3	IQP-QP-1a-VRO-GVT2.....	53
5.2.4	IQP-QP-1a-VRW-GVT2	55
5.2.5	IQP-G-1a-VRW-GVT2	57
5.2.6	IQP-QS-1a-VRW-GVT2	59
5.2.7	SZ-IQP-ESI-f2088-VRO-GVT4	61
5.2.8	SZ-IQP-AS2-VR-GVT3	64
5.3	TABELLA SOMMARIA DELLE CARATTERISTICHE E DEI PARAMETRI DELL'AMMASSO ROCCIOSO E DELLE	



ZONE DI FAGLIA	67
5.3.1 Ammasso roccioso.....	67
5.3.2 Zone di faglie	69

1 AUFGABENSTELLUNG

Die Aufgabenstellung, auf welcher die Darstellungen im gegenständlichen Bericht beruhen, ist die geologisch-geotechnische Planung des Zugangstunnels zur Nothaltestelle Innsbruck sowie der Verbindungsrampen Ost und West.

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 sowie des Zugangstunnels Ahrental gewonnenen Erkenntnisse.

2 GELTUNGSBEREICH

Der Geltungsbereich dieses Berichtes beschränkt sich auf den Zufahrtstunnel zur Nothaltestelle Innsbruck. Dieser zweigt bei km 2+171 im Zugangstunnel Richtung Süd-Ost ab und bindet nach einer Länge von 328,889 m in die Querkaverne der Nothaltestelle NHS Innsbruck ein.

Des Weiteren behandelt dieser Bericht die Verbindungsrampen Ost und West, welche jeweils die Verbindungstunnel Ost und West mit dem Erkundungsstollen verbinden.

Die Verbindungsrampe Ost bindet bei VT-Ost-km 12+920 in den Verbindungstunnel Ost ein und bei EKS-km 4+150 in den Erkundungsstollen. Die Verbindungsrampe West bindet bei VT-West-km 14+200 in den Verbindungstunnel West ein und bei EKS-km 5+370 in den Erkundungsstollen.

Für die Bestimmung des Gebirgsverhaltens und die Erarbeitung der Gebirgsverhaltenstypen muss eine

1 MANSIONI

Le mansioni su cui si basano le illustrazioni della relazione in oggetto riguardano la progettazione geologico-geotecnica della galleria di accesso alla fermata di emergenza di Innsbruck nonché delle rampe di interconnessione est ed ovest.

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 e della galleria di accesso Ahrental.

2 CAMPO DI APPLICAZIONE

L'ambito di applicazione della presente relazione è limitato alla galleria di accesso alla fermata di emergenza di Innsbruck. La medesima si dirama al km 2+171 dalla galleria di accesso Ahrental in direzione sud-est e si collega dopo una lunghezza di 328,889 m al camerone trasversale della fermata di emergenza (FDE) di Innsbruck.

La presente relazione tratta anche le rampe di interconnessione est ed ovest che collegano rispettivamente le gallerie di interconnessione est ed ovest con il cunicolo esplorativo.

La rampa di interconnessione est si collega alla galleria di interconnessione est al km 12+920 della medesima e al cunicolo esplorativo al km 4+150 del medesimo. La rampa di interconnessione ovest si collega alla galleria di interconnessione ovest al km 14+200 della medesima e al cunicolo esplorativo al km 5+370 del medesimo.

Ai fine della determinazione del comportamento dell'ammasso roccioso e della definizione dei tipi di

Vortriebsrichtung angenommen werden (Einfluss der Trennflächenrichtungen auf das Gebirgsverhalten). Bei der Ausarbeitung der gegenständlichen Unterlagen wird davon ausgegangen, dass der Zugangstunnel zur Nothaltestelle ausgehend vom Zugangstunnel Ahrental in Richtung Süd-Ost vorgetrieben wird. Bei den Verbindungsrampen wird davon ausgegangen, dass diese ausgehend von den Verbindungstunnels in Richtung des Erkundungsstollens vorgetrieben werden.

Der Zugangstunnel zur Nothaltestelle wird steigend mit einer Steigung von 4,5 % aufgefahren. Die Verbindungsrampe Ost hat ein Gefälle von 9,6 % und die Verbindungsrampe West ein Gefälle von 8,5 %.

3 GRUNDLAGEN

3.1 LITERATUR

- ÖGG: Richtlinie für die geotechnische Planung von Untertagebauten mit zyklischem Vortrieb, 2. überarbeitete Auflage, 2008

3.2 ZUGEHÖRIGE DOKUMENTE

01 GH4 GP 004 GLS – 00002
Geologischer Längenschnitt Zugangstunnel NHS
Innsbruck
01 GH4 GP 004 GLS – 00003
Geologischer Längenschnitt Verbindungsrampe West

01 GH4 GP 004 GLS – 00004
Geologischer Längenschnitt Verbindungsrampe Ost

01 GH4 GP 003 GLS – 00005
Geotechnischer Längenschnitt Zugangstunnel NHS
Innsbruck
01 GH4 GP 003 GLS – 00006
Geotechnischer Längenschnitt Verbindungsrampe West

01 GH4 GP 003 GLS – 00007
Geotechnischer Längenschnitt Verbindungsrampe Ost

comportamento dell'ammasso roccioso è necessario presumere una direzione di scavo (impatto delle direzioni delle discontinuità sul comportamento dell'ammasso roccioso). Nell'elaborazione dei presenti documenti si parte dal presupposto che la galleria di accesso alla fermata di emergenza venga scavata a partire dalla galleria di accesso Ahrental in direzione sud-est. Per le rampe di interconnessione si parte dal presupposto che le medesime vengano scavate a partire dalle gallerie di interconnessione in direzione del cunicolo esplorativo.

La galleria di accesso alla fermata di emergenza viene scavata in salita con una pendenza pari al 4,5 %. La rampa di interconnessione est in discesa presenta una pendenza pari al 9,6 % e la rampa di interconnessione ovest, anche essa in discesa, presenta una pendenza pari al 8,5 %.

3 BASI

3.1 BIBLIOGRAFIA

- Direttiva ÖGG (Società Austriaca per la Geomeccanica) relativa alla progettazione geotecnica di opere in sotterranea con avanzamento ciclico, 2° edizione del 2008.

3.2 DOCUMENTI APPARTENENTI

01 GH4 GP 004 GLS – 00002
Profilo longitudinale geologico galleria di accesso FDE
Innsbruck
01 GH4 GP 004 GLS – 00003
Profilo longitudinale geologico della rampa di interconnessione ovest
01 GH4 GP 004 GLS – 00004
Profilo longitudinale geologico della rampa di interconnessione est
01 GH4 GP 003 GLS – 00005
Profilo longitudinale geotecnico della galleria di accesso FDE Innsbruck
01 GH4 GP 003 GLS – 00006
Profilo longitudinale geotecnico della rampa di interconnessione ovest
01 GH4 GP 003 GLS – 00007
Profilo longitudinale geotecnico della rampa di

interconnessione est

3.3 DEFINITIONEN

3.3.1 Bezeichnung der Homogenbereiche

ZTNHS = Zugangstunnel Nothaltestelle Innsbruck

VR = Verbindungsrampe

VRO = Verbindungsrampe Ost

VRW = Verbindungsrampe West

3.3.2 Geotechnische Homogenbereiche

ZTNHS1 ($h_{\bar{u}}$ = 441-535 m) - Quarzphyllit

VRO1 - ($h_{\bar{u}}$ = 267-302 m) - Quarzphyllit

VRW1 - ($h_{\bar{u}}$ = 361-384 m) - Quarzphyllit

VRW2 - ($h_{\bar{u}}$ = 384-385 m) - Grünschiefer

VRW3 - ($h_{\bar{u}}$ = 385-388 m) - Quarzitschiefer

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.

1. Stelle: Tektonische Charakterisierung

IQP – Innsbrucker Quarzphyllit

2. Stelle: Lithologische Kurzcharakterisierung

QP – Quarzphyllit

QS – Quarzitschiefer

G – Grünschiefer / Chloridschiefer

3. Stelle: Strukturgeologischer Homogenbereich (fortlaufende Nummerierung)

3.3 DEFINIZIONI

3.3.1 Denominazione delle zone omogenee

ZTNHS = galleria di accesso alla fermata di emergenza Innsbruck

VR = rampa di interconnessione

VRO = rampa di interconnessione est

VRW = rampa di interconnessione ovest

3.3.2 Zone omogenee geotecniche

ZTNHS1 ($h_{\bar{u}}$ = 441-535 m) - fillade quarzifera

VRO1 - ($h_{\bar{u}}$ = 267-302 m) - fillade quarzifera

VRW1 - ($h_{\bar{u}}$ = 361-384 m) - fillade quarzifera

VRW2 - ($h_{\bar{u}}$ = 384-385 m) - scisti verdi

VRW3 - ($h_{\bar{u}}$ = 385-388 m) - scisti quarzitici

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. Posizione: Caratterizzazione tettonica

IQP – fillade quarzifera di Innsbrucker

2. Posizione: Breve caratterizzazione litologica

QP – Fillade quarzifera

QS – Quarzite-scisto

G – Scisto verde / scisto chloritico

3. Posizione: Settore omogeneo geologico-strutturale (numerazione progressiva)

1a

4. Stelle: Kurzbezeichnung des Hohlraumbauwerkes

ZTNHS = Zugangstunnel Nothaltestelle Innsbruck

VRO = Verbindungsrampe Ost

VRW = Verbindungsrampe West

Die für die Trassen der im gegenständlichen Bericht behandelten Bauwerke relevanten Gebirgsarten sind in den Datenblättern im Abschnitt 5.1 dargestellt. Folgende Gebirgsarten kommen zum Tragen:

Gebirgsarten: IQP-QP-1a-ZTNHS

IQP-QS-1a-ZTNHS

IQP-QP-1a-VR

IQP-QS-1a-VR

IQP-G-1a-VR

Störungszonen: SZ-IQP-ESI-f2088-VRO

SZ-IQP-AS2-VR

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]

ν ... Querdehnzahl [-]

SPZ ... Spaltzugfestigkeit [MPa]

CAI ... Cerchar Abrasivitäts Index [-]

äQu ... äquivalenter Quarzgehalt [-]

m_i ... Hoek-Brown Konstante [-]

c ... Kohäsion (triaxial) (Mohr-Coulomb) [MPa]

ϕ ... Reibungswinkel (triaxial) (Mohr-Coulomb) [°]

c [MPa] und ϕ [°] ... Trennflächenkennwerte

3.5 LOKALISIERUNG DER STÖRUNGSZONEN

1a

4. Posizione: Denominazione breve della cavità

ZTNHS = galleria di accesso alla fermata di emergenza Innsbruck

VRO = rampa di interconnessione est

VRW = rampa di interconnessione ovest

I tipi di ammasso roccioso rilevanti per le opere trattate dalla presente relazione vengono illustrati nelle schede dati nella sezione 5.1. Sono essenziali le seguenti tipologie di ammasso roccioso:

Tipologie di IQP-QP-1a-ZTNHS

ammasso roccioso: IQP-QS-1a-ZTNHS

IQP-QP-1a-VR

IQP-QS-1a-VR

IQP-G-1a-VR

Zone di faglia: SZ-IQP-ESI-f2088-VRO

SZ-IQP-AS2-VR

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]

ν ... coefficiente di dilatazione trasversale [-]

SPZ ... resistenza di compressione diagonale [MPa]

CAI ... indice di abrasività Cerchar [-]

äQu ... contenuto di quarzo equivalente [-]

m_i ... costante di Hoek-Brown [-]

c ... coesione (triassiale) (Mohr-Coulomb) [MPa]

ϕ ... coefficiente di attrito (triassiale) (Mohr-Coulomb) [°]

c [MPa] e ϕ [°] ... parametri delle discontinuità

3.5 LOCALIZZAZIONE DELLE ZONE DI FAGLIA

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-f2088, ESI-f3190, ESI-f1913) und somit mit einer geringen Schwankungsbreite für die gegenständlichen Bauwerke lokalisiert werden können. Diese sind in den geotechnischen Längenschnitten in Zeile 26 unter „Störungszonen lokalisiert“ angegeben. Die Prognoseunsicherheit für diese Störungen ist als gering einzustufen.

Zusätzlich wird im betrachteten Abschnitt eine weitere Störung des regionalgeologischen Wipptal-Störungssystems (AS2) prognostiziert (betrifft nur die Rampen, nicht den Zugangstunnel zur NHS Innsbruck). Beim Vortrieb des Erkundungsstollens wurden Störungen dieses Systems aufgefahen 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 projiziert werden. Es muss aber davon ausgegangen werden, dass eine entsprechende Störung im Bereich der gegenständlichen Bauwerke 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.

Im Zugangstunnel zur Nothaltestelle Innsbruck (ZTNHS) sind keine Störungen auf Tunnelniveau prognostiziert.

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 Gebirgsartendatenblättern der einzelnen Störungen.

Folgende Störungsgesteine werden prognostiziert:

Fault gouge:

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

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-f2088, ESI-f3190, ESI-f1913) la cui localizzazione è quindi definibile con un grado molto basso di incertezza per le opere in oggetto. Le medesime sono indicate nei profili longitudinali geotecnici alla riga 26, "Zone di faglia localizzate". Per queste faglie l'incertezza di previsione è bassa.

In aggiunta, nella sezione in esame viene pronosticata un'altra faglia rientrante nel sistema di faglie regionale-geologico del Wipptal (AS2) (riguarda esclusivamente le rampe, ma non la galleria di accesso alla FDE Innsbruck). 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. Si deve però presumere la possibile presenza di una tale faglia nell'area interessata dalle opere in oggetto. 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.

Per la galleria di accesso alla fermata di emergenza (ZTNHS) non vengono pronosticate delle faglie a livello galleria.

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.

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

isotropes Materialverhalten



Abbildung 1 Fault gouge im Oberflächenaufschluss und im Bohrkern

Geschieferter Protokataklasit, entfestigt:

Spröde tektonisch 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 reliktilch 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

scistoso .

comportamento isotropo del materiale



Illustrazione 1 Affioramento superficiale e carota con Fault gouge

Protocataclasiti scistose, detensionate:

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

comportamento anisotropo del materiale

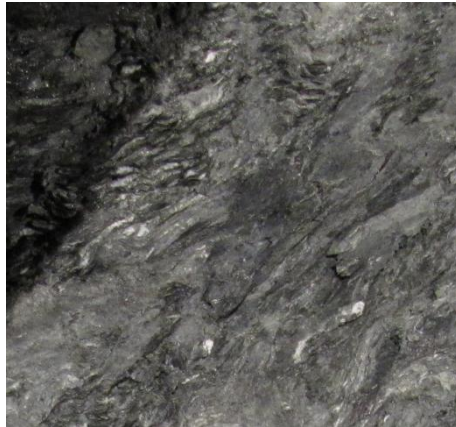


Abbildung 2 Geschieferter Protokataklasit im Zugangstunnel Ahrental mit Detailskizze

Zerrüttungszone (frac):

Gebirge mit deutlich erhöhter Trennflächendichte und schieferungsparalleler Entfestigung, sowie deutlich vermehrtes 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,...).



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

Zona di fratturazione (frac):

Roccia con una frequenza di discontinuità molto elevata e detensionamento parallelo alla scissosità 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,...).

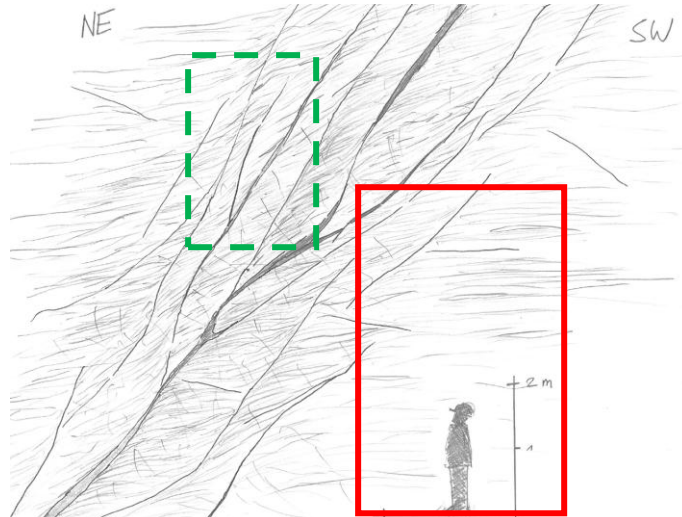


Abbildung 3 Zerrüttungszone *frac* (grüner, strichlierter Rahmen), erhöhte Trennflächendichte (*jrm*) (roter Rahmen), Skizzen der Störungszonen ESI-f647

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-AS2 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 Erkundungstollens.

- 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 Stützmittel 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 Stützmittel (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 Stützmittel (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.

ESI-f1913

ESI-f3190

Diese Störungen wurden bereits beim Vortrieb des Erkundungstollens bzw. des Zugangstunnels Ahrental durchörtert. Die Einstufung basiert daher maßgeblich auf den Erfahrungen bei diesen Vortrieben.

Als stark relevant wird im Bereich der Verbindungsrampe Ost die Störung ESI-f2088 eingestuft.

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 betrachteten Bereichen kommen die Gebirgsarten **IQP-QP-1a**, **IQP-QS-1a** und **IQP-G-1a** zum Tragen. Die Gebirgsart IQP-G-1a wird jedoch nur für die Verbindungsrampe West prognostiziert.

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 Belastungsrichtung zur Schieferung auf. Die kleinsten Druckfestigkeiten treten unter einem Winkel von ca. 30° zur Belastungsrichtung auf. Der Elastizitätsmodul schwankt in Abhängigkeit von der Belastungsrichtung zur Schieferung im Bereich zwischen 20.000 MPa und 43.000 MPa. Für die Gesteinscharakterisierung wird der Mittelwert aller gültigen Versuche von 30.000 MPa verwendet. Die Dilatometerversuche in den Bohrungen In-B-03/04s und La-B-03/09 bestätigen diesen im Labor ermittelten Wert.

Nella sezione in esame vengono classificate non rilevanti le faglie di seguito riportate.

ESI-f1913

ESI-f3190

Nel corso dello scavo del cunicolo esplorativo e della galleria di accesso Ahrental queste faglie sono già state attraversate. La classificazione si basa quindi sostanzialmente sulle esperienze acquisite nel corso dei suddetti scavi.

Nell'area interessata dalla rampa di interconnessione est la faglia ESI-f2088 viene classificata molto rilevante.

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

Per le aree in esame sono essenziali i tipi di ammasso roccioso **IQP-QP-1a**, **IQP-QS-1a** e **IQP-G-1a**. Il tipo di ammasso roccioso IQP-G-1a viene però pronosticato solo per la rampa di interconnessione ovest.

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 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

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.

Die Gebirgsart IQP-QS-1a 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.

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..

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

Alle Homogenbereiche sind gekennzeichnet durch **6 Trennflächensysteme**. Die an Trennflächen durchgeführten Scherversuche zeigen kein ausgeprägtes Nachbruchverhalten. Des Weiteren waren sowohl bei den ausgeführten Versuchen als auch bei den Beobachtungen 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.

laboratorio.

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.

Il tipo di roccia IQP-QS-1a 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.

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.

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.

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

Die **Orientierung der Haupttrennflächen** (Schieferung) ist sehr flach gegen die Vortriebsrichtung. 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 ZTNHS1, durchweg unter der Gebirgsfestigkeit. Gemäß der Definition nach HOEK ist die Gebirgsbeanspruchung als nachbrüchig zu definieren. Lediglich im Homogenbereich ZTNHS1 in Kombination mit der Gebirgsart IQP-QP-1a ist die Gebirgsbeanspruchung nach HOEK leicht druckhaft.

Ausgenommen im Homogenbereich ZTNHS1, bei Auftreten der Gebirgsart IQP-QP-1a, wird in allen Homogenbereichen der **Gebirgsverhaltenstyp GVT2** für alle Gebirgsarten prognostiziert. Das Gebirgsverhalten ist 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 nur eine untergeordnete Rolle.

Lediglich im Homogenbereich ZTNHS1 wird bei Auftreten der Gebirgsart IQP-QP-1a der **Gebirgsverhaltenstyp GVT3** prognostiziert. Das Gebirgsverhalten ist auch hier trennflächendominiert. Es wird bestimmt durch das schwerkraftbedingte Herausfallen bzw. -gleiten von Kluftkörpern. Die Gebirgsbeanspruchung bedingt jedoch hohlraumnahe Überbeanspruchungen verbunden mit hohlraumnaher, spannungsbedingter Entfestigung. Die Scherfestigkeit wird an den Trennflächen überschritten. Die Ausbrüche sind gefügebedingt. Die Verformungen

4.1.2 Comportamento dell'ammasso roccioso

Le **discontinuità principali** (scistosità) presentano un orientamento molto pianeggiante contro la direzione di scavo. 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 continuamente inferiore alla resistenza dell'ammasso roccioso, fatta eccezione per il tipo di ammasso roccioso IQP-QP-1a nella zona omogenea ZTNHS1. In base alla definizione secondo HOEK, la sollecitazione dell'ammasso roccioso può essere definita come friabile. Solo nella zona omogenea ZTNHS1 in combinazione con il tipo di ammasso roccioso IQP-QP-1a la sollecitazione dell'ammasso roccioso secondo HOEK è leggermente spingente.

In tutte le zone omogenee si prevede il **tipo di comportamento dell'ammasso roccioso 2** per tutti i tipi di ammasso roccioso, fatta eccezione per la zona omogenea ZTNHS1 in presenza del tipo di ammasso roccioso IQP-QP-1a. 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. Le deformazioni svolgono solo un ruolo di minor rilievo.

Solo nella zona omogenea ZTNHS1, in presenza del tipo di ammasso roccioso IQP-QP-1a, si prevede il **tipo di comportamento dell'ammasso roccioso 3**. Anche in questo caso 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 però delle sovrasollecitazioni nelle vicinanze della cavità in combinazione con il detensionamento della roccia vicino alla cavità dovuto alla tensione. La resistenza

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 Bruchkörper 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.

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 im gegenständlichen Projekt betrachteten Trassen der Verbindungsrampen sind als geotechnisch relevant die Störungszone ESI-f2088 sowie jeweils eine Störung des Störungssystems SZ-IQP-AS2 prognostiziert.

Im Bereich der Trasse des Zugangstunnels zur Nothaltestelle Innsbruck (ZTNHS) sind keine Störungen prognostiziert.

4.2.1 SZ-IQP-ESI-f2088

Die Störung ESI-f2088 wurde beim Vortrieb des Erkundungsstollens ca. zwischen EKS-TM 1921 bis 2168 durchörtert. Abbildung 4 zeigt eine beispielhafte Ortsbrustdokumentation im Bereich der Störungszone.

Die Störung hatte ein annähernd achsparalleles Streichen mit mittelsteilem Einfallen (ca. 55°). Die Störung lag dabei Größtenteil im linken (östlichen) Bereich des Querschnittes. Die Störung ist dem Wipptal-Störungssystem (AS) zuzuordnen.

Das Gebirgsverhalten wurde in diesem Bereich als „leicht druckhaftes Gebirge“ beschrieben. Das Verformungsverhalten des Gebirges in diesem Bereich war stark asymmetrisch. Abbildung 5 zeigt die Verformungen im Messquerschnitt bei TM2088 hinterlegt mit der geologischen Ortsbrustdokumentation in diesem

al taglio viene superata sui piani di discontinuità. I distacchi sono dovuti alla struttura. 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 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.

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

Nell'area interessata dai tracciati delle rampe di interconnessione in esame nel presente progetto vengono classificate di rilevanza geotecnica la zona di faglia ESI-f2088 e rispettivamente una faglia del sistema di faglie SZ-IQP-AS2.

Nell'area interessata dal tracciato della galleria di accesso alla fermata di emergenza di Innsbruck (ZTNHS) non vengono pronosticate delle faglie.

4.2.1 SZ-IQP-ESI-f2088

Nel corso dello scavo del cunicolo esplorativo è stata attraversata la faglia ESI-f2088 nel tratto dalla progressiva 1921 alla 2168 circa del cunicolo esplorativo. Abbildung 4 dimostra una documentazione esemplare del fronte di scavo nell'area interessata dalla zona di faglia.

La faglia presentava una direzione pressoché parallela all'asse e si immergeva con pendenza media (circa 55°). La faglia interessava maggiormente la parte sinistra (orientale) della sezione trasversale. La faglia va assegnata al sistema di faglie del Wipptal (AS).

Per quest'area il comportamento dell'ammasso roccioso è stato descritto come "leggermente spingente". In quest'area il comportamento deformativo dell'ammasso roccioso era fortemente asimmetrico. Abbildung 5 fa vedere le deformazioni presenti nella sezione misurata alla prog. 2088 sullo sfondo della documentazione

Querschnitt. Die größten Verformungen wurden im Bereich des linken (östlichen) Ulms gemessen. Die Verformungsbeträge lagen am linken Ulm bei maximal 16 cm. Die Verformungsgeschwindigkeit war dabei langsam. Die Verformungen stellten sich über einen Zeitraum von mehreren Monaten ein. Der Ausbau zeigte Überbeanspruchungen in Form von Rissen und Brüchen in der Spitzbetonschale sowie Aufbiegungen der Ankerplatten. Erst nach Einbau eines Sohlgewölbes in diesem konnten die Verformungen zum Abklingen gebracht werden.

Gebirgsart:

Der Aufbau der Störungszone ESI-f2088 kann in eine Kernzone (Core Zone) mit beidseitig angrenzenden Damage Zonen unterteilt werden und besitzt eine Gesamtmächtigkeit von ca. 14 m.

Die Core Zone ist geprägt durch eine ca. 3 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 ca. 5,5 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 schieferungsparallele Entfestigung im Vergleich zum Ausgangsgestein (jrm / frac, siehe Abschnitt 3.6).

Gebirgsverhalten:

Die Störung hat deutlichen Einfluss auf das Gebirgsverhalten des umgebenden Gebirges und ist als geotechnisch stark relevant einzustufen. Die Störung wird durch die Verbindungsrampe querschlägig aufgeföhren. Aufgrund der Mächtigkeit der Core Zone tritt diese jedoch im gesamten Hohlraum über mehrere Abschlöhge hinweg auf. Hinzu kommt, dass sich die Core Zone unmittelbar im Kreuzungsbereich der Verbindungsrampe mit dem Erkundungsstollen befindet.

Im Bereich der Damage Zone ist durch die verminderte Gebirgsfestigkeit und verstärkte Ausbildung von Scherzonen mit verstärkten gefügebedingten Ausbrüchen

geologica del fronte di scavo in questa sezione trasversale. Le deformazioni maggiori sono state rilevate nell'area del piedritto sinistro (orientale). Le deformazioni manifestatesi al piedritto sinistro hanno raggiunto un massimo di 16 cm. La velocità di deformazione era lenta. Le deformazioni si sono manifestate nell'arco di diversi mesi. Le sovrasollecitazioni alle quali era sottoposto il rivestimento si sono presentate sotto forma di fessure e rotture interessanti il rivestimento in cls proiettato nonché di piegamenti delle piastre di ancoraggio. Solo ad avvenuta realizzazione di un arco rovescio le deformazioni si sono azzerate.

Tipo dell'ammasso roccioso:

La struttura della zona di faglia ESI-f2088 può essere suddivisa in una zona centrale (core zone) e due damage zone confinanti su ambi i lati e presenta uno spessore complessivo di circa 14 m.

La core zone è caratterizzata da una zona spessa circa 3 m composta da protocataclasi 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 5,5 m circa 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.

Comportamento dell'ammasso roccioso:

La faglia presenta un impatto rilevante sul comportamento dell'ammasso roccioso circostante e viene classificata molto rilevante in termini geotecnici. La rampa di interconnessione attraversa la faglia in maniera trasversale. A causa dello spessore della core zone, la faglia interessa però l'intera cavità per diverse volate. A ciò si aggiunge la circostanza che la core zone è posizionata direttamente nell'area di incrocio della rampa di interconnessione con il cunicolo esplorativo.

Nell'area interessata dalla damage zone, a causa della resistenza ridotta dell'ammasso roccioso e della formazione più frequente di zone di shear, si prevede un

aus der Laibung und der Ortsbrust zu rechnen.

Im Bereich der Core Zone kommt es zur tiefreichenden Entfestigung und Plastifizierung des Gebirges durch den Ausbruch. Die Scherfestigkeit auf den Trennflächen wird deutlich überschritten. Dies bedingt wiederum deutliche zunehmende Verformungen im Vergleich zum umgebenden Gebirge außerhalb der Störungszone.

aumento dei distacchi dovuti alla struttura che interessano il contorno della cavità e il fronte di scavo.

Nell'area interessata dalla core zone si manifestano dei fenomeni di detensionamento profondo e di plastificazione dell'ammasso roccioso dovuti allo scavo. La resistenza al taglio sui piani di taglio viene sensibilmente superata. Ciò comporta a sua volta un aumento sensibile delle deformazioni rispetto all'ammasso roccioso circostante al di fuori della zona di faglia.

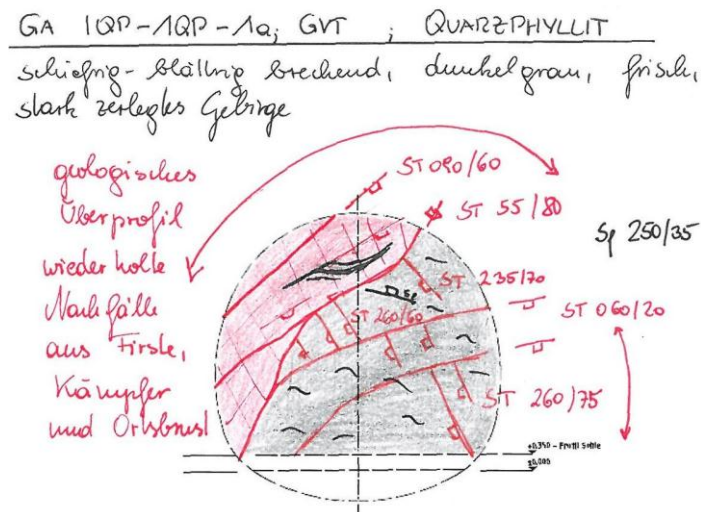


Abbildung 4 Störung ESI-f2088, beispielhafte Ortsbrustdokumentation bei TM2082 (EKS-km 4+182) im Bereich der Störungszone

Illustrazione 4 Faglia ESI-f2088, esempio di documentazione geologica del fronte di scavo alla progr. 2082 (km 4+182 del cunicolo esplorativo) nella zona di faglia

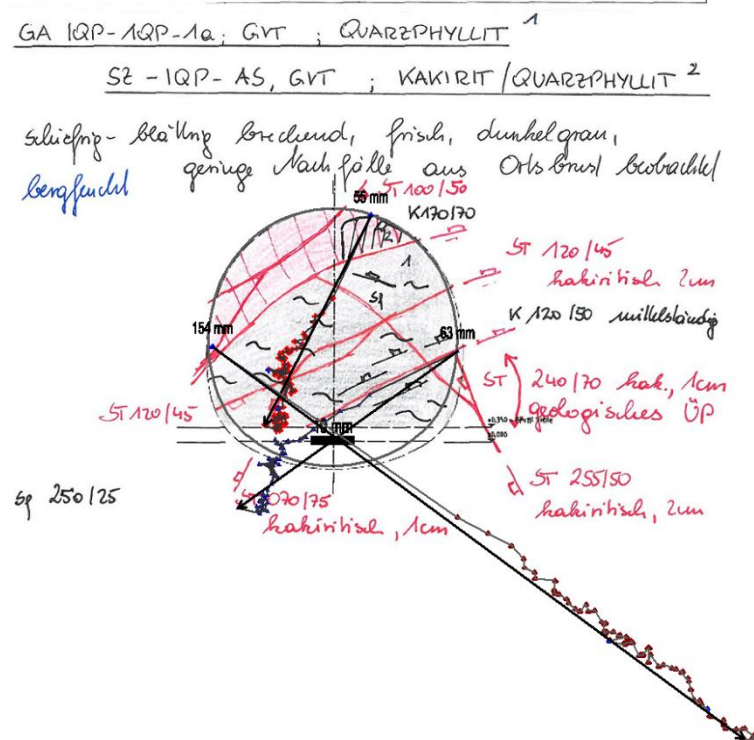


Abbildung 5 Störung ESI-f2088, Verformungen im Messquerschnitt bei TM2088 (EKS-km 4+188) und zugehörige Ortsbrustdokumentation im Bereich der Störungszone

Illustrazione 5 Faglia ESI-f2088, Deformazioni nella sezione misurata alla progr. 2082 (km 4+188 del cunicolo esplorativo) e attinente documentazione geologica del fronte di scavo nella zona di faglia

4.2.2 SZ-IQP-AS-2

Gebirgsart:

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 schieferungsparallele Entfestigung im Vergleich zum Ausgangsgestein (jrm / frac, siehe Abschnitt 3.6).

4.2.2 SZ-IQP-AS-2

Tipo dell'ammasso roccioso:

La core zone del sistema di faglie Wipptal (AS-2) è caratterizzata da una zona spessa da 0,5 a 1 m composta da protocataclasi 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 (schleifend) mit flach bis steil einfallender Neigung zum Hohlraum orientiert.

Die Störungszone hat merklichen Einfluss auf das Gebirgsverhalten des umgebenden Gebirges. Trotz der geringen Mächtigkeit der Störungszone ergibt sich jedoch durch die parallele bis schräg (schleifend) Orientierung zum Hohlraum eine große Verschnittlänge der Core Zone mit dem Hohlraum (über einem Tunneldurchmesser). Auch im ungünstigsten Verschnitt erfasst die Kernzone jedoch nur einen Teil der Ausbruchfläche.

Für die Störung wird der GVT3 prognostiziert. Im unmittelbaren Störungsbereich ist mit verstärkten gefügebedingten Ausbrüchen aus der Laibung und der Ortsbrust zu rechnen. Es kommt zur lokalen hohlraumnahen Entfestigung des Gebirges durch den Ausbruch im Bereich der Störungszone und insbesondere im Bereich der Core Zone.

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 (subparallelo) rispetto alla cavità e si immerge con pendenza da ridotta ad elevata.

La zona di faglia ha un impatto sensibile sul comportamento dell'ammasso roccioso circostante. Nonostante lo spessore ridotto della zona di faglia risulta però, a causa del suo orientamento da parallelo ad inclinato (subparallelo) rispetto alla cavità, una lunghezza elevata di intersezione della core zone con la cavità (superiore a un diametro galleria). Anche nel caso di intersezione più sfavorevole, la zona centrale tocca solo una parte della sezione di scavo.

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. Si manifestano dei fenomeni locali di detensionamento dell'ammasso roccioso vicino alla cavità dovuti allo scavo nell'area interessata dalla zona di faglia, in particolare dalla core zone.

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-ZTNHS
	IQP-QS-1a-ZTNHS
	IQP-QP-1a-VR
	IQP-QS-1a-VR
	IQP-G-1a-VR
Störungszonen:	SZ-IQP-ESI-f2088-VRO
	SZ-IQP-AS2-VR

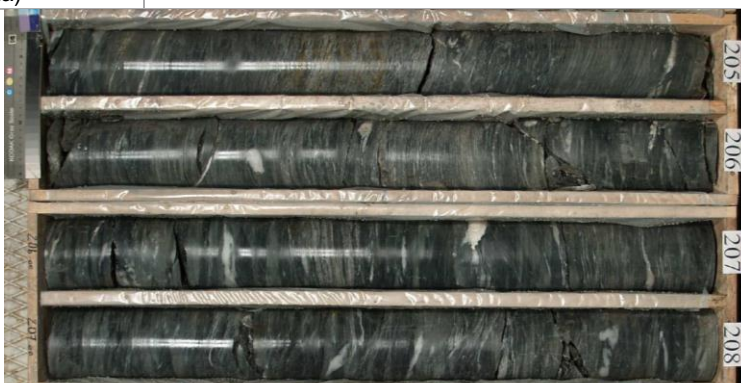
5 SCHEDE TECNICHE

5.1 TIPI DI AMMASSI ROCCIOSI GA

Amasso roccioso:	IQP-QP-1a-ZTNHS
	IQP-QS-1a-ZTNHS
	IQP-QP-1a-VR
	IQP-QS-1a-VR
	IQP-G-1a-VR
Zone di faglia:	SZ-IQP-ESI-f2088-VRO
	SZ-IQP-AS2-VR

5.1.1 GA IQP-QP-1a-ZTNHS

5.1.1 GA IQP-QP-1a-ZTNHS

Geologie - Geologia	Gebirgsart		IQP-QP-1a-ZTNHS		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 quarzítico, intercalazioni di gneiss, scisto verde, marmo calcareo/dolomitico, fillade nera, porfiroide			
	Trennflächensysteme / Sistemi di discontinuitá					
	Schieferung Scistositá		Orientierung/ Orientamento:		340 / 15 ± 10	
			Abstand / Distanza:		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)		La-B-06/09 (204-208 m)				
Sondaggio (profonditá)						
						

Gebirgsart

IQP-QP-1a-ZTNHS

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/m ³]	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	
\ddot{a}_{Qu} [-]	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	



Gebirgsart	IQP-QP-1a-ZTNHS	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:			ZTNHS1
h_u	[m]	441-535	
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	[°]	33	Reibungswinkel Mohr-Coulomb gemäß Hoek & Brown 2002
c	[MPa]	1,1	Kohäsion Mohr-Coulomb gemäß Hoek & Brown 2002
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:	
Annotazioni:	

5.1.2 GA IQP-QS-1a-ZTNHS

5.1.2 GA IQP-QS-1a-ZTNHS

Geologie - Geologia	Gebirgsart		IQP-QS-1a-ZTNHS		Tipo di ammasso roccioso	
	Gesteinsbeschreibung / Descrizione roccia					
	Lithologie	Quarzit-Quarzitschiefer, Biotitschiefer, untergeordnet Gneis, Glimmerschiefer und Granatglimmerschiefer (diaphoritisch)				ID: 309
	Litologia	Quarzite-scisto quarzítico, scisto di biotite, subordinato gneiss, micascisto e micascisto a granato (diafrotico)				307 312
	Trennflächensysteme / Sistemi di discontinuità					
	Schieferung	Orientierung/ Orientamento:	340 / 15 ± 10			
	Scistosità	Abstand / Distanza:	6-60cm			
	Trennflächenorientierung	RTF 2e/j: 60-80 / 40-60	RTF 2w/j: 250-280 / 35-90			
	Orientamento della discontinuità	RTF 2e/f: 45-75 / 15-65	RTF 2w/f: 240-270 / 10-75			
		RTF 1a: 315-355 / 50-90	RTF 1b/f: 230-330 / 05-30 (A)			
Trennflächenabstände	RTF 2e/j: 20-200 cm	RTF 2w/j: 60-200 cm				
Distanza della discontinuità	RTF 2e/f: 200-600 cm	RTF 2w/f: 200-600 cm				
	RTF 1a: 60-200 cm	RTF 1b/f: 200-600 cm				
Trennflächenlänge	RTF 2e/j: 60-200 cm	RTF 2w/j: 60-200 cm				
Lunghezza della discontinuità	RTF 2e/f: >600 cm	RTF 2w/f: >600 cm				
	RTF 1a: 200->600 cm	RTF 1b/f: >600 cm				
Trennflächenrauigkeit JRC	RTF 2e/j: 3-4	RTF 2w/j: 3-4				
Scabrezza della discontinuità	RTF 2e/f: -	RTF 2w/f: -				
JRC	RTF 1a: 2-4	RTF 1b/f: -				
Trennflächenfüllung	RTF 2e/j: -	RTF 2w/j: -				
Ripieno della discontinuità	RTF 2e/f: fault gouge	RTF 2w/f: fault gouge				
	RTF 1a: -	RTF 1b/f: fault gouge				
Repräsentative Probe / Campione rappresentativo						
Bohrkern (Teufe)	La-B-05/09 (79-81 m): Gneis und Biotit-Quarzphyllit					
Sondaggio (profondità)						
						
Bohrkern (Teufe)	La-B-03/09 (124-126 m): Quarzitschiefer bis Quarzphyllit					
Sondaggio (profondità)						
						


Gebirgsart
IQP-QS-1a-ZTNHS
Tipo di ammasso roccioso
Kennwerte Gestein Labor / Parametri della roccia laboratorio

Gesteinsverhalten: Comportamento roccia:		Schwach anisotrop Poco anisotropo	
γ	[kN/m ³]	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 Schieferung 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)
$\ddot{a}Qu$	[-]	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 ⁽¹⁾	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 ⁽¹⁾
c	[MPa]	(5,8) (6,0) 8 ⁽¹⁾	

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	

Gebirgsart

IQP-QS-1a-ZTNHS

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:			ZTNHS1
h_u	[m]	441-535	
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	[°]	38	Reibungswinkel Mohr-Coulomb gemäß Hoek & Brown 2002
c	[MPa]	1,6	Kohäsion Mohr-Coulomb gemäß Hoek & Brown 2002
E	[MPa]	9.340	Hoek 2005
		6.320	Hoek 2002
		10.750	Hoek / Diederichs 2006
E	[MPa]	10.000	empfohlen / raccomandato

Quellpotential / Potenziale di swelling

keines / nessuno

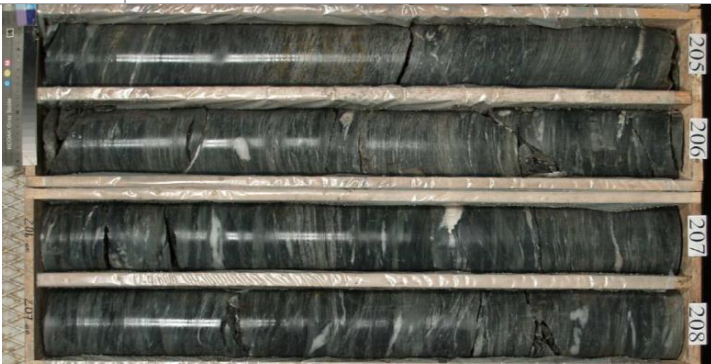
Quelldruck	[MPa]	-	
Quelldehnung	[%]	-	

Geomechanik Gebirge – Geomechanica ammasso roccioso

Hinweise:	<p>⁽¹⁾ 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.</p> <p>Gesteinskennwerte basieren auf der Auswertung Laborversuche an Proben der Lithologie 309 und 307, für die Lithologie 312 lagen keine Versuchsergebnisse vor</p>
Annotazioni:	<p>⁽¹⁾ 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.</p>

5.1.3 GA IQP-QP-1a-VR

5.1.3 GA IQP-QP-1a-VR

Geologie - Geologia	Gebirgsart		IQP-QP-1a-VR		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 quarzítico, intercalazioni di gneiss, scisto verde, marmo calcareo/dolomitico, fillade nera, porfiroide			
	Trennflächensysteme / Sistemi di discontinuità					
	Schieferung Scistosità		Orientierung/ Orientamento:		250 / 20 ±10 (VRO) bzw. 280 / 25 ±10 (VRW) ⁽¹⁾	
			Abstand / Distanza:		6 – 20 cm	
	Trennflächenorientierung Orientamento della discontinuità		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 discontinuità		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 discontinuità		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 discontinuità 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 discontinuità		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)		La-B-06/09 (204-208 m)				
Sondaggio (profondità)						
						

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

Kennwerte Gestein Labor / Parametri della roccia laboratorio			
Gesteinsverhalten:		anisotrop (durch Einfluss der Schieferung)	
Comportamento roccia:		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
$\ddot{a}Qu$	[-]	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	



Gebirgsart	IQP-QP-1a-VR	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:			VRO1 / VRW1
h_u	[m]	267-384	VRO1: 267-302 / VRW1: 361-384
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	[°]	37 / 36	Reibungswinkel Mohr-Coulomb gemäß Hoek & Brown 2002 VRO1: 37° VRW1: 36°
c	[MPa]	0,9 / 1,0	Kohäsion Mohr-Coulomb gemäß Hoek & Brown 2002 VRO1: 0,9 MPa VRW1: 1,0 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 der unterschiedlichen Lage der Bauwerke VRO und VRW
Annotazioni:	⁽¹⁾ La scistosità varia a seconda la localizzazione differente delle gallerie VRO e VRW.

5.1.4 GA IQP-QS-1a-VR

5.1.4 GA IQP-QS-1a-VR

Geologie - Geologia	Gebirgsart		IQP-QS-1a-VR		Tipo di ammasso roccioso	
	Gesteinsbeschreibung / Descrizione roccia					
	Lithologie	Quarzit-Quarzitschiefer, Biotitschiefer, untergeordnet Gneis, Glimmerschiefer und Granatglimmerschiefer (diaphtoritisch)				ID: 309
	Litologia	Quarzite-scisto quarzítico, scisto di biotite, subordinato gneiss, micascisto e micascisto a granato (diafioritico)				307 312
	Trennflächensysteme / Sistemi di discontinuità					
	Schieferung	Orientierung/ Orientamento:		280 / 25 ±10°		
	Scistosità	Abstand / Distanza:		6-60cm		
	Trennflächenorientierung	RTF 2e/j: 60-80 / 40-60		RTF 2w/j: 250-280 / 35-90		
	Orientamento della discontinuità	RTF 2e/f: 45-75 / 15-65		RTF 2w/f: 240-270 / 10-75		
		RTF 1a: 315-355 / 50-90		RTF 1b/f: 230-330 / 05-30 (A)		
	Trennflächenabstände	RTF 2e/j: 20-200 cm		RTF 2w/j: 60-200 cm		
	Distanza della discontinuità	RTF 2e/f: 200-600 cm		RTF 2w/f: 200-600 cm		
		RTF 1a: 60-200 cm		RTF 1b/f: 200-600 cm		
	Trennflächenlänge	RTF 2e/j: 60-200 cm		RTF 2w/j: 60-200 cm		
	Lunghezza della discontinuità	RTF 2e/f: >600 cm		RTF 2w/f: >600 cm		
		RTF 1a: 200->600 cm		RTF 1b/f: >600 cm		
	Trennflächenrauigkeit JRC	RTF 2e/j: 3-4		RTF 2w/j: 3-4		
	Scabrezza della discontinuità	RTF 2e/f: -		RTF 2w/f: -		
	JRC	RTF 1a: 2-4		RTF 1b/f: -		
	Trennflächenfüllung	RTF 2e/j: -		RTF 2w/j: -		
	Ripieno della discontinuità	RTF 2e/f: fault gouge		RTF 2w/f: fault gouge		
		RTF 1a: -		RTF 1b/f: fault gouge		
Repräsentative Probe / Campione rappresentativo						
Bohrkern (Teufe)		La-B-05/09 (79-81 m): Gneis und Biotit-Quarzphyllit				
Sondaggio (profondità)						
						
Bohrkern (Teufe)		La-B-03/09 (124-126 m): Quarzitschiefer bis Quarzphyllit				
Sondaggio (profondità)						
						



Gebirgsart

IQP-QS-1a-VR

Tipo di ammasso roccioso

Kennwerte Gestein Labor / Parametri della roccia laboratorio

Gesteinsverhalten: Comportamento roccia:		Schwach anisotrop Poco anisotropo	
γ	[kN/m ³]	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 Schieferung 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)
\ddot{a}_{Qu}	[-]	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 ⁽¹⁾	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 ⁽¹⁾
c	[MPa]	(5,8) (6,0) 8 ⁽¹⁾	

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 Klutkörperversagen) 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	

Gebirgsart

IQP-QS-1a-VR

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:			VRW3
h_u	[m]	385-388	
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	[°]	40	Reibungswinkel Mohr-Coulomb gemäß Hoek & Brown 2002
c	[MPa]	1,4	Kohäsion Mohr-Coulomb gemäß Hoek & Brown 2002
E	[MPa]	9.340	Hoek 2005
		6.320	Hoek 2002
		10.750	Hoek / Diederichs 2006
E	[MPa]	10.000	empfohlen / raccomandato

Quellpotential / Potenziale di swelling

keines / nessuno

Quelldruck	[MPa]	-	
Quelldehnung	[%]	-	



Geomechanik Gebirge – Geomechanica ammasso roccioso

Hinweise:	<p>⁽¹⁾ 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.</p> <p>Gesteinskennwerte basieren auf der Auswertung Laborversuche an Proben der Lithologie 309 und 307, für die Lithologie 312 lagen keine Versuchsergebnisse vor</p>
Annotazioni:	<p>⁽¹⁾ 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.</p>

5.1.5 GA IQP-G-1a-VR

5.1.5 GA IQP-G-1a-VR

Geologie - Geologia

Gebirgsart		IQP-G-1a-VR		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 discontinuità					
Schieferung		Orientierung/ Orientamento:		280 / 25 ±10	
Scistosità		Abstand / Distanza:		20-60cm	
Trennflächenorientierung		RTF 2e/j: 60-80 / 40-60		RTF 2w/j: 250-280 / 35-90	
Orientamento della discontinuità		RTF 2e/f: 45-75 / 15-65		RTF 2w/f: 240-270 / 10-75	
		RTF 1a: 315-355 / 50-90		RTF 1b/f: 230-330 / 05-30 (A)	
Trennflächenabstände		RTF 2e/j: 20-200 cm		RTF 2w/j: 60-200 cm	
Distanza della discontinuità		RTF 2e/f: 200-600 cm		RTF 2w/f: 200-600 cm	
		RTF 1a: 60-200 cm		RTF 1b/f: 200-600 cm	
Trennflächenlänge		RTF 2e/j: 60-200 cm		RTF 2w/j: 60-200 cm	
Lunghezza della discontinuità		RTF 2e/f: >600 cm		RTF 2w/f: >600 cm	
		RTF 1a: 200->600 cm		RTF 1b/f: >600 cm	
Trennflächenrauigkeit JRC		RTF 2e/j: 3-4		RTF 2w/j: 3-4	
Scabrezza della discontinuità		RTF 2e/f: -		RTF 2w/f: -	
JRC		RTF 1a: 2-4		RTF 1b/f: -	
Trennflächenfüllung		RTF 2e/j: -		RTF 2w/j: -	
Ripieno della discontinuità		RTF 2e/f: fault gouge		RTF 2w/f: fault gouge	
		RTF 1a: -		RTF 1b/f: fault gouge	
Repräsentative Probe / Campione rappresentativo					
Bohrkern (Teufe)		La-B-03/09 (197-199 m): Kalk-Chloritphyllit			
Sondaggio (profondità)					
					
Bohrkern (Teufe)		La-B-03/09 (216-218 m) : Quarz-Chloritschiefer			
Sondaggio (profondità)					
					



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

Kennwerte Gestein Labor / Parametri della roccia laboratorio

Gesteinsverhalten: Comportamento roccia:	Schwach anisotrop Poco anisotropo		
γ [kN/m ³]	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 variablen Belastungsrichtungen zur Schieferung (ermittelt als Sekantenmodul zwischen 40-60 % der Bruchspannung) 311: Mittelwert aus 8 einaxialen Druckversuchen mit variablen 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	
\ddot{a}_{Qu} [-]	(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 ⁽¹⁾	(310: Mittelwert aus 2 Versuchen / 311: keine Ergebnisse) Rechenwerte ⁽¹⁾	
c [MPa]	(3) 10 ⁽¹⁾		

Kennwerte sonstige Trennflächen (außer Schieferung)			
φ	[°]	32	<p>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 Klufkörperversagen) mit $c = 0$ anzusetzen. Im hohlraumfernen Bereich kann die Kohäsion auf 0,2 MPa erhöht werden.</p> <p>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.</p>
c	[MPa]	0,2 0	

Geomechanik Gebirge – Geomechanica amasso roccioso

Gebirgsart		IQP-G-1a-VR		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:			VRW2		
h _ü	[m]	384-385			
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:	<p>Für die Ermittlung der Gesteinskennwerte wurden Versuche an den Lithologien 310 und 311 herangezogen. 310 ist dabei dominierend, 311 untergeordnet.</p> <p>⁽¹⁾ 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.</p>		
Annotazioni:	<p>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.</p> <p>⁽¹⁾ 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.</p>		



5.1.6 GA SZ-IQP-ESI-f2088-VRO

5.1.6 GA SZ-IQP-ESI-f2088-VRO

Geologi - Geologia	Gebirgsart Störungszone		SZ-IQP-ESI-f2088-VRO	Tipo di ammasso roccioso Zona di faglia	
	Bezeichnung Denominazione	Wipptal-Störungssystem (AS) Sistema di Faglia Wipptal (AS)			
	Orientierung Orientazione	60° / 55° ± 5 (mittelsteil NE-fallend) (faglia immergente verso NE, media pendenza)			
	Material DZ	Ausgeprägt gestörtes Gebirge mit zahlreichen Zweigstörungen, erhöhter Trennflächendichte und schieferungsparalleler Entfestigung (bei geschieferten Gesteinen) (80%), geschieferter Protokataklasit (10-15%), fault gouge (5-10%), GSI 25-30			
	Materiale DZ	Ammasso roccioso disturbato con numerosi faglie ramificati, fratturazione elevata e parziale detensionamento parallelo alla scistosità (da rocce scistose) (80%), protocataclasite scistosa (10-15%), fault gouge (5-10%), GSI 25-30			
	Material CZ	Geschieferter Protokataklasit, stark entfestigt (85-90%), fault gouge (10-15%)			
	Materiale CZ	Protocataclasite scistosa con fratturazione elevata (85-90%), fault gouge (10-15%)			
	Beschreibung	<p>DAMAGE ZONE:</p> <p>randlich begleiten jeweils ca. 5,5 m mächtige Zonen das Ausgangsgestein mit verstärkter tektonischer Auflockerung, vermehrtem Auftreten von Harnischflächen, cm- bis wenige dm-mächtigen Scherzonen gefüllt mit fault gouge sowie einer deutlich erhöhten Trennflächendichte und schieferungsparalleler Entfestigung</p> <p>CORE ZONE:</p> <p>ca. 3 m stark entfestigter geschieferter Protokataklasit und 4-5 Stück cm- bis dm-mächtige Scherbahnen mit fault gouge</p>			
	Descrizione	<p>DAMAGE ZONE:</p> <p>a margine accompagnano zone con una estensione da ca. 5,5 m la roccia madre con un detensionamento tettonico elevato, presenza più numeroso di facce di pressione, zone di taglio con una estensione da cm a pochi dm ripieni di fault gouge come anche una fratturazione leggermente elevata e detensionamento parallelo alla scistosità</p> <p>CORE ZONE:</p> <p>ca. 3 m protocataclasite scistosa e detensionamento forte e 4-5 vie di taglio con fault gouge e una estensione da cm a dm</p>			
	Mächtigkeit [m] Spessore reale [m]	DZ: 2*5,5 m		CZ: 3 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
	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
	Hinweis	Die Durchlässigkeit nimmt mit zunehmender Überlagerung sukzessive ab, die Grenze bei 300 m ist lediglich ein Richtwert.		
	Annotazioni	La permeabilità diminuisce successivamente con sovrapposizione crescente, il termine a 300 m ´s eolo un valore indicativo.		

Geomech. Geomecc.		DZ	CZ
	GSI [-]	25-30	-
	D [-]	0,5	-
	Kennwerte empfohlen / Parametri raccomandati		
	c [MPa]	0,45	0,15 (h=300m)
	φ [°]	26	25
	E [MPa]	1.000	400 (h=300m)
	Hinweis		
	Annotazioni		

5.1.7 GA SZ-IQP-AS2-VR

5.1.7 GA SZ-IQP-AS2-VR

Geologi - Geologia	Gebirgsart Störungszone		SZ-IQP-AS2-VR	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 scistosità (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	<p>DAMAGE ZONE:</p> <p>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</p> <p>CORE ZONE:</p> <p>0,5-1 m stark entfestigter geschieferter Protokataklasit und 1-3 Stück cm- bis dm-mächtige Scherbahnen mit fault gouge</p>			
	Descrizione	<p>DAMAGE ZONE:</p> <p>a margine accompagnano zone con una estensione da 0-1 m la roccia madre con un detensionamento tettonico elevato, presenza più 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 scistosità</p> <p>CORE ZONE:</p> <p>0,5-1 m protocataclasite scistosa e detensionamento forte e 1-3 vie di taglio con fault gouge e una estensione da cm a dm</p>			
	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 permeabilità diminuisce successivamente con sovrapposizione crescente, il termine a 300 m è solo un valore indicativo.			

Geomech. Geomecc.		DZ	CZ
	GSI [-]	35-40	-
	D [-]	0,5	-
	Kennwerte empfohlen / Parametri raccomandati		
	c [MPa]	0,80	0,1
	φ [°]	26	25
	E [MPa]	2.000	300
	Hinweis		
	Annotazioni		



5.2 GEBIRGSVERHALTENSTYPEN (GVT)

Gebirgsverhaltens- IQP-QP-1a-ZTNHS-GVT3
typen (GVT): IQP-QS-1a-ZTNHS-GVT2
IQP-QP-1a-VRO-GVT2
IQP-QP-1a-VRW-GVT2
IQP-QS-1a-VR-GVT2
IQP-G-1a-VR-GVT2

SZ-IQP-ESI-f2088-VRO-GVT4
SZ-IQP-AS2-VR-GVT3

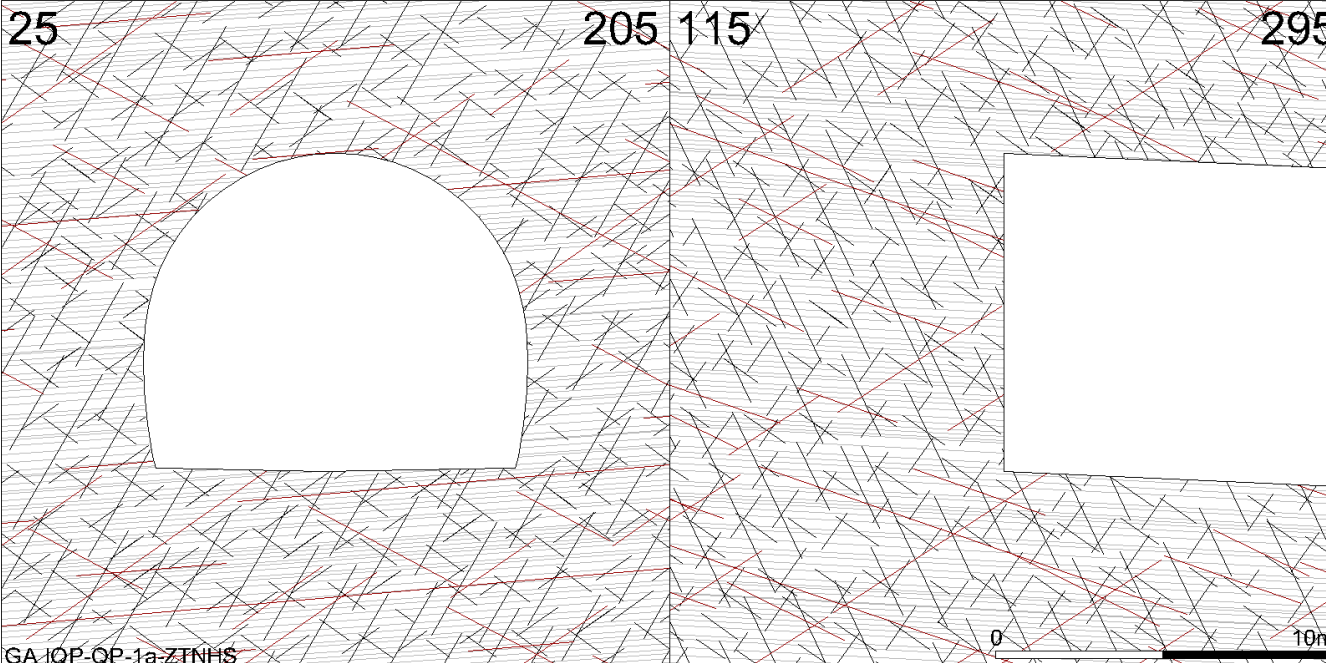
5.2 TIPI DI COMPORTAMENTO DELL'AMMASSO ROCCISO (TCR)

Tipi di comp- IQP-QP-1a-ZTNHS-GVT3
ortamento IQP-QS-1a-ZTNHS-GVT2
dell'ammasso IQP-QP-1a-VRO-GVT2
rocciso (TCR): IQP-QP-1a-VRW-GVT2
IQP-QS-1a-VR-GVT2
IQP-G-1a-VR-GVT2

SZ-IQP-ESI-f2088-VRO-GVT4
SZ-IQP-AS2-VR-GVT3

5.2.1 IQP-QP-1a-ZTNHS-GVT3

5.2.1 IQP-QP-1a-ZTNHS-GVT3

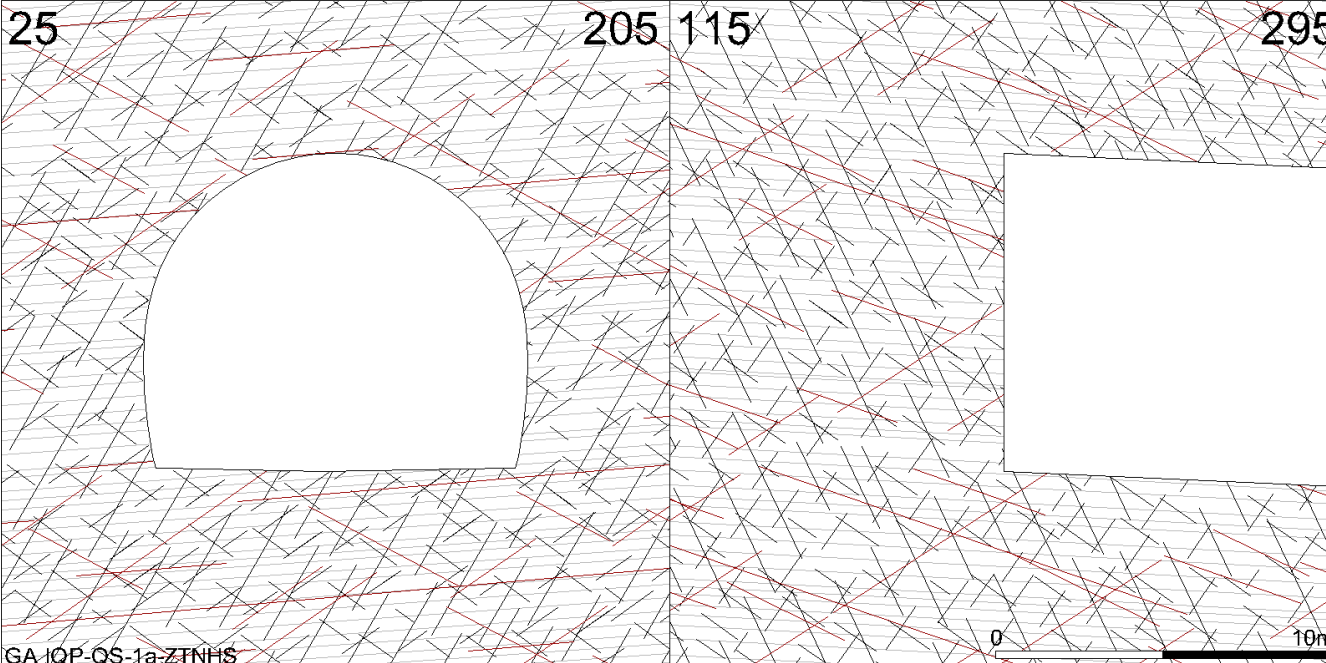
Gebirgsverhaltenstyp		IQP-QP-1a-ZTNHS GVT 3		Tipo di comportamento dell' ammasso roccioso	
		<p>GA IQP-QP-1a-ZTNHS</p> <p>Grau / grigio – Schieferung / scistosità; Schwarz / nero – joints; rot / rosso - faults</p>			
Homogenbereich / Überlagerung		ZTNHS1 (441-535m)		Settore omogeneo / copertura	
Orientierung der Haupttrennflächen		Orientamento delle principali discontinuità			
Die Schieferung fällt sehr flach gegen die Vortriebsrichtung ein. Die sonstigen Trennflächen fallen flach bis steil gegen die Vortriebsrichtung ein bzw. sind steil / senkrecht zur Tunnelachse orientiert.		La scistosità immerge con pendenza molto ridotta contro la direzione di scavo. Le altre discontinuità si immergono con pendenza da ridotta ad elevate contro la direzione di scavo e presentano un orientamento ripido / verticale rispetto all'asse galleria.			
Gebirgsbeanspruchung		Sollecitazione dell' ammasso roccioso			
Nachbrüchig bis leicht druckhaft		Friabile e 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
<p>Das Gebirgsverhalten ist trennflächendominiert. Es wird bestimmt durch das schwerkraftbedingte Herausfallen bzw –gleiten von Kluftkörpern.</p> <p>Die Gebirgsbeanspruchung bedingt hohlraumnahe Überbeanspruchungen verbunden mit hohlraumnaher, spannungsbedingter Entfestigung. Die Scherfestigkeit wird an den Trennflächen überschritten. Die Ausbrüche sind gefügebedingt.</p> <p>Die Verformungen spielen eine untergeordnete Rolle.</p> <p>Aufgrund der flach liegenden Schieferung und der teilweise steil stehenden sonstigen Trennflächen ergeben sich die maßgeblichen Bruchkörper im Firstbereich (Sargdeckelbildung). Die Größe dieser Bruchkörper reicht je nach Verschnitt der Trennflächen von klein- bis mittelgroß.</p> <p>Die Ortsbrust ist stabil. Aufgrund der Trennflächenorientierungen ist lokal mit dem Ausbruch sehr kleinvolumiger Bruchkörper aus der Ortsbrust zu rechnen.</p>	<p>Il comportamento dell'ammasso roccioso viene dominato dalle discontinuità. Viene determinato dal crollo o dallo scivolamento, dovuti alla gravità, di corpi fratturati.</p> <p>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. I distacchi sono dovuti alla struttura.</p> <p>Le deformazioni svolgono un ruolo di minor rilievo.</p> <p>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.</p> <p>Il fronte di scavo è stabile. A causa dell'orientamento delle discontinuità si prevedono dei distacchi locali di corpi di volume molto ridotto dal fronte di scavo.</p>
Tropie / Radialdeformation / bezogene Radialverformung	Tropia / Deformazione radiale / Deformazione radiale relative
Isotrop / Isotropo < 5 cm / < 5 %	

5.2.2 IQP-QS-1a-ZTNHS-GVT2

5.2.2 IQP-QS-1a-ZTNHS-GVT2

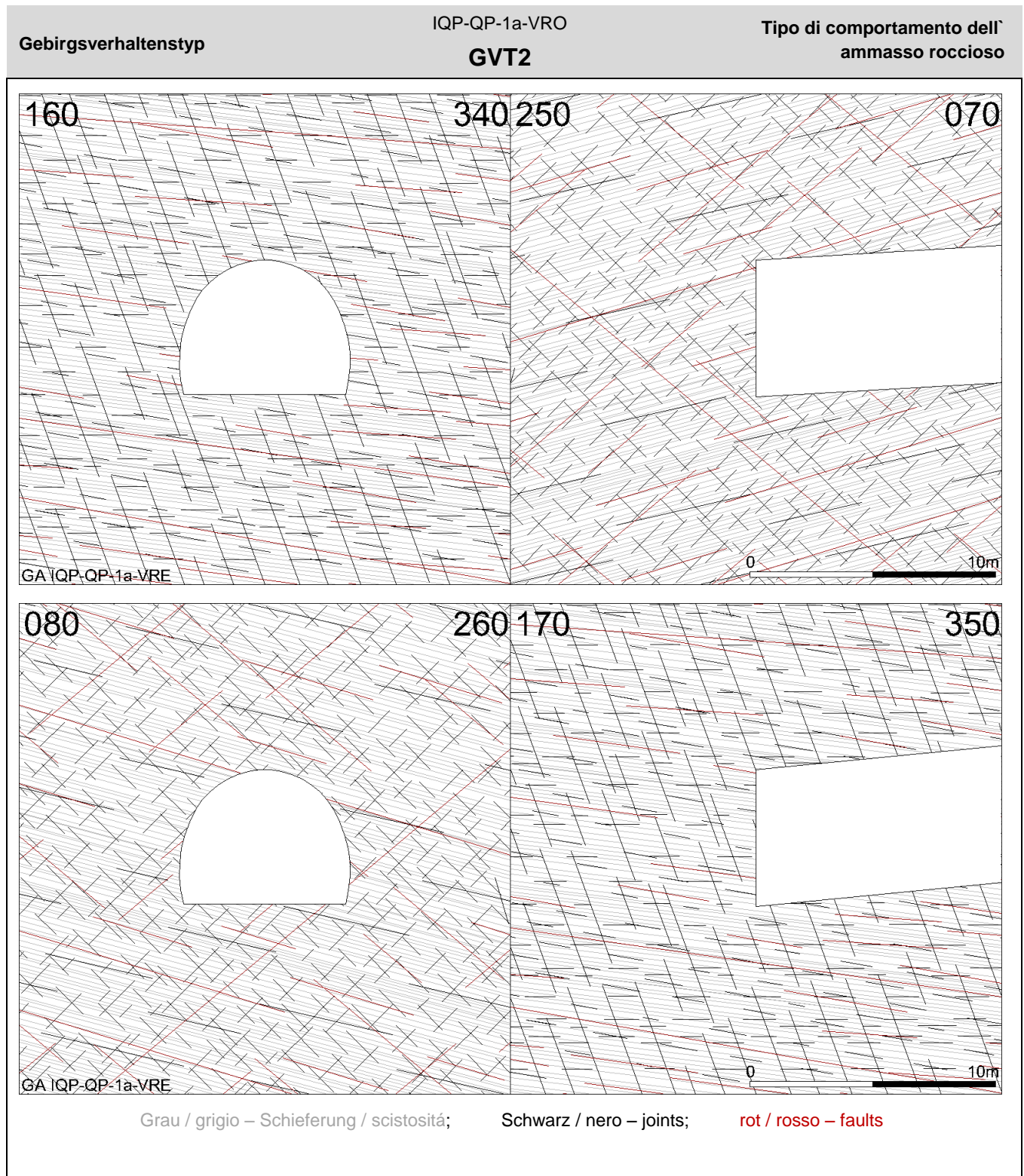
Gebirgsverhaltenstyp		IQP-QS-1a-ZTNHS GVT2		Tipo di comportamento dell' ammasso roccioso	
		<p>GA IQP-QS-1a-ZTNHS</p>		<p>0 10m</p>	
<p>Grau / grigio – Schieferung / scistosità; Schwarz / nero – joints; rot / rosso - faults</p>					
Homogenbereich / Überlagerung		ZTNHS1 (441-535m)		Settore omogeneo / copertura	
Orientierung der Haupttrennflächen		Orientamento delle principali discontinuità			
<p>Die Schieferung fällt sehr flach gegen die Vortriebsrichtung ein. Die sonstigen Trennflächen fallen flach bis steil gegen die Vortriebsrichtung ein bzw. sind steil / senkrecht zur Tunnelachse orientiert.</p>		<p>La scistosità immerge con pendenza molto ridotta contro la direzione di scavo. Le altre discontinuità si immergono con pendenza da ridotta ad elevate contro la direzione di scavo e presentano un orientamento ripido / verticale rispetto all'asse galleria.</p>			
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
<p>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 Bruchkörper reicht je nach Verschnitt der Trennflächen von klein- bis mittelgroß. Die Ortsbrust ist stabil. Aufgrund der Trennflächenorientierungen ist lokal mit dem Ausbruch sehr kleinvolumiger Bruchkörper aus der Ortsbrust zu rechnen.</p>	<p>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.</p>
Tropie / Radialdeformation / bezogene Radialverformung	Tropia / Deformazione radiale / Deformazione radiale relative
Isotrop / Isotropo < 5 cm / < 3 %	

5.2.3 IQP-QP-1a-VRO-GVT2

5.2.3 IQP-QP-1a-VRO-GVT2

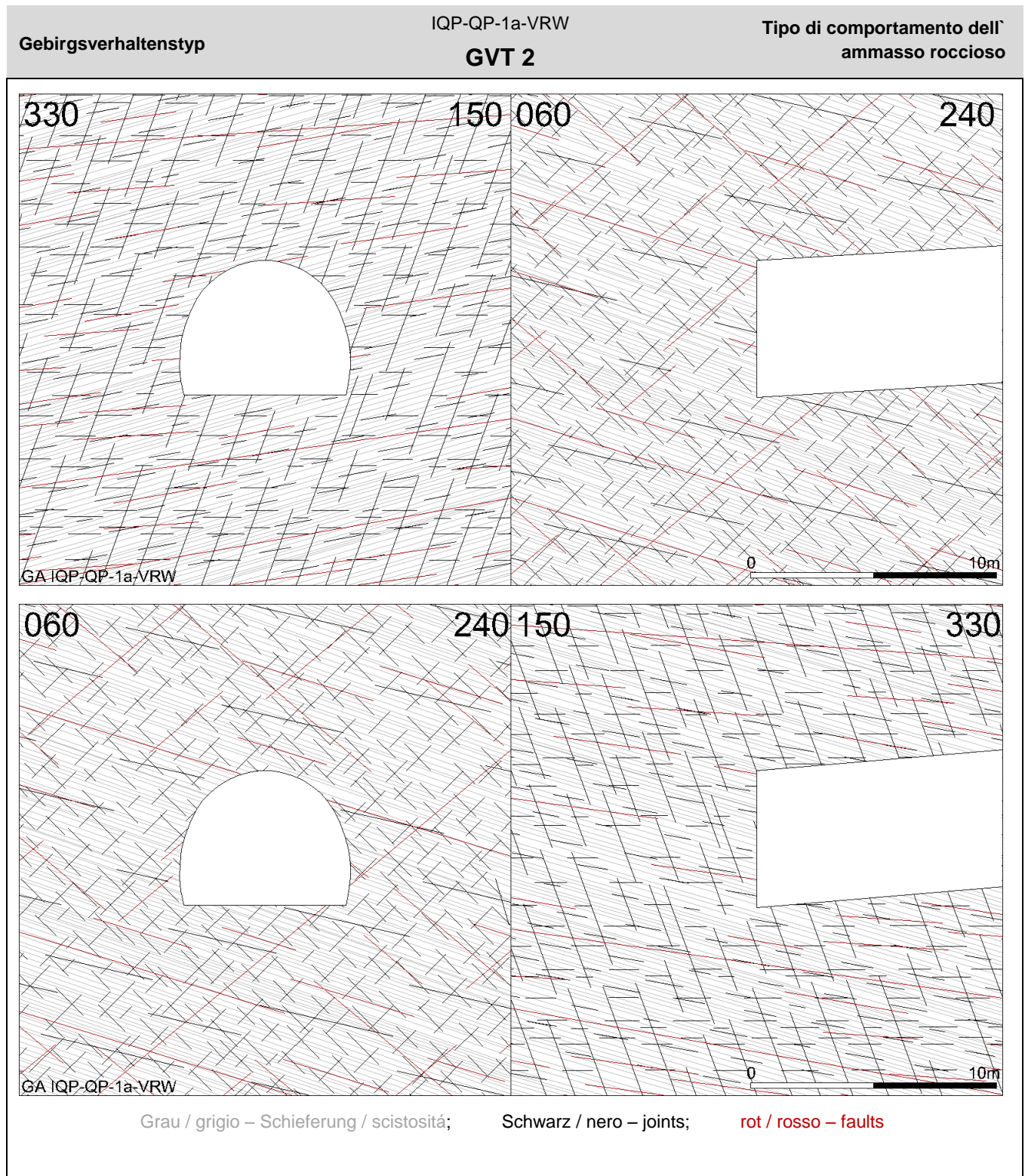




Homogenbereich / Überlagerung		Settore omogeneo / copertura	
VRO1 (267-302m)			
Orientierung der Haupttrennflächen		Orientamento delle principali discontinuità	
Im Bereich der Einbindung in den Verbindungstunnel Ost und den Erkundungsstollen fällt die Schieferung flach in die Vortriebsrichtung ein. Im zentralen Bereich fällt sie flach bis mässig steil gegen die Vortriebsrichtung ein. Die sonstigen Trennflächen fallen flach gegen oder in Vortriebsrichtung ein bzw. sind steil bis senkrecht zur Tunnelachse orientiert.		Nell'area interessata dall'allacciamento alla galleria di interconnessione est e al cunicolo esplorativo la scistosità si immerge con pendenza ridotta nella direzione di scavo. Nella parte centrale la medesima si immerge con pendenza da ridotta a media contro la direzione di scavo. Le altre discontinuità si immergono con pendenza ridotta o contro o nella direzione di scavo e presentano un orientamento da ripido a 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 Bruchkörper reicht je nach Verschnitt der Trennflächen von klein- bis mittelgroß. Die Ortsbrust ist stabil. Aufgrund der Trennflächenorientierungen ist lokal 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 / Isotropo < 1 cm / < 3 %			

5.2.4 IQP-QP-1a-VRW-GVT2

5.2.4 IQP-QP-1a-VRW-GVT2

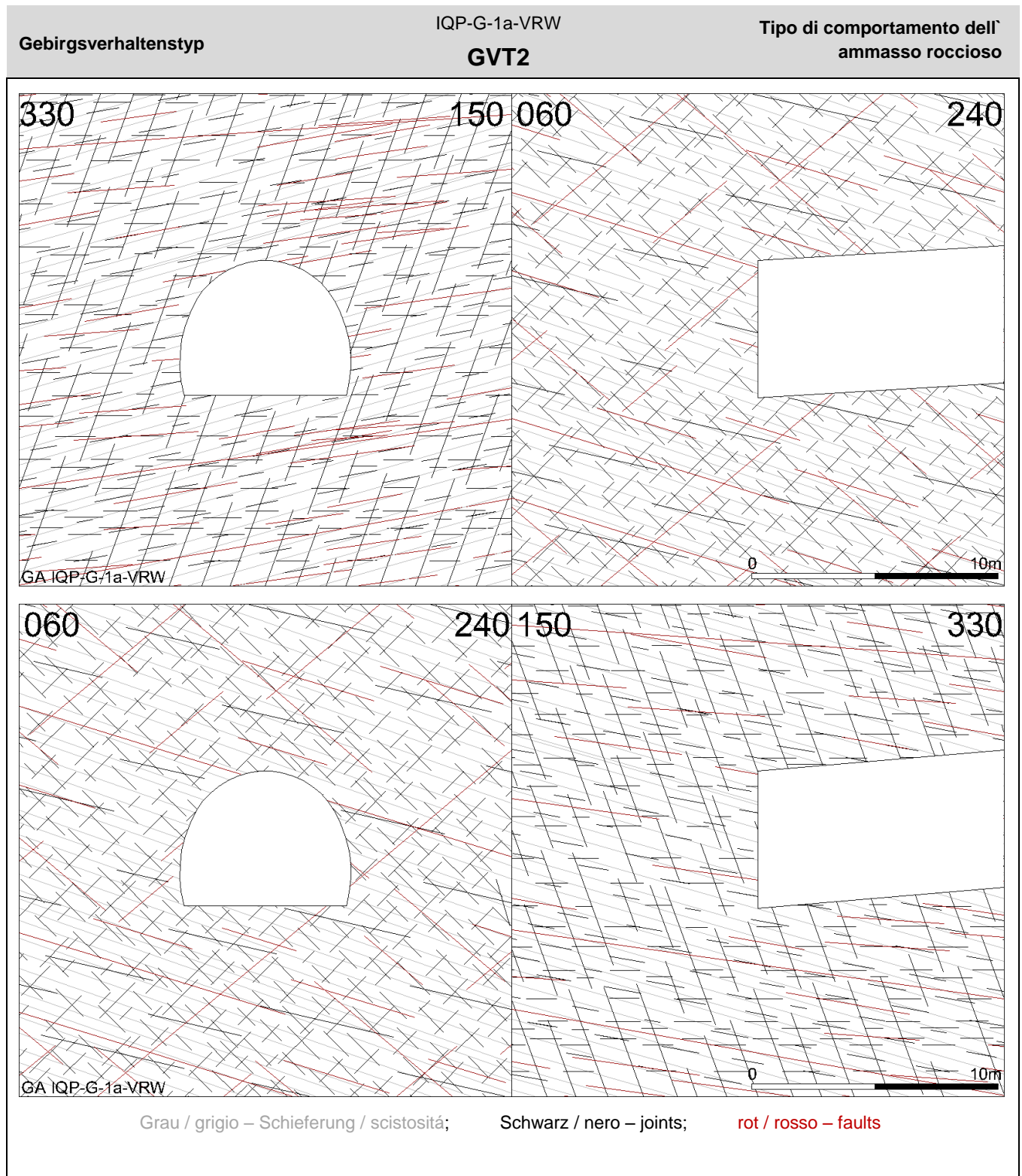




Homogenbereich / Überlagerung		Settore omogeneo / copertura	
VRW1 (361-384m)			
Orientierung der Haupttrennflächen		Orientamento delle principali discontinuità	
Die Schieferung fällt flach bis mässig steil gegen die Vortriebsrichtung ein. Die sonstigen Trennflächen fallen flach gegen oder in Vortriebsrichtung ein bzw. sind steil bis senkrecht zur Tunnelachse orientiert.		La scistosità si immerge con pendenza da ridotta a media contro la direzione di scavo. Le altre discontinuità si immergono con pendenza ridotta o contro o nella direzione di scavo e presentano un orientamento da ripido a 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 Kluffkörpern. 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 Bruchkörper reicht je nach Verschnitt der Trennflächen von klein- bis mittelgroß. Die Ortsbrust ist stabil. Aufgrund der Trennflächenorientierungen ist lokal 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 / Isotropo < 5 cm / < 1 %			

5.2.5 IQP-G-1a-VRW-GVT2

5.2.5 IQP-G-1a-VRW-GVT2

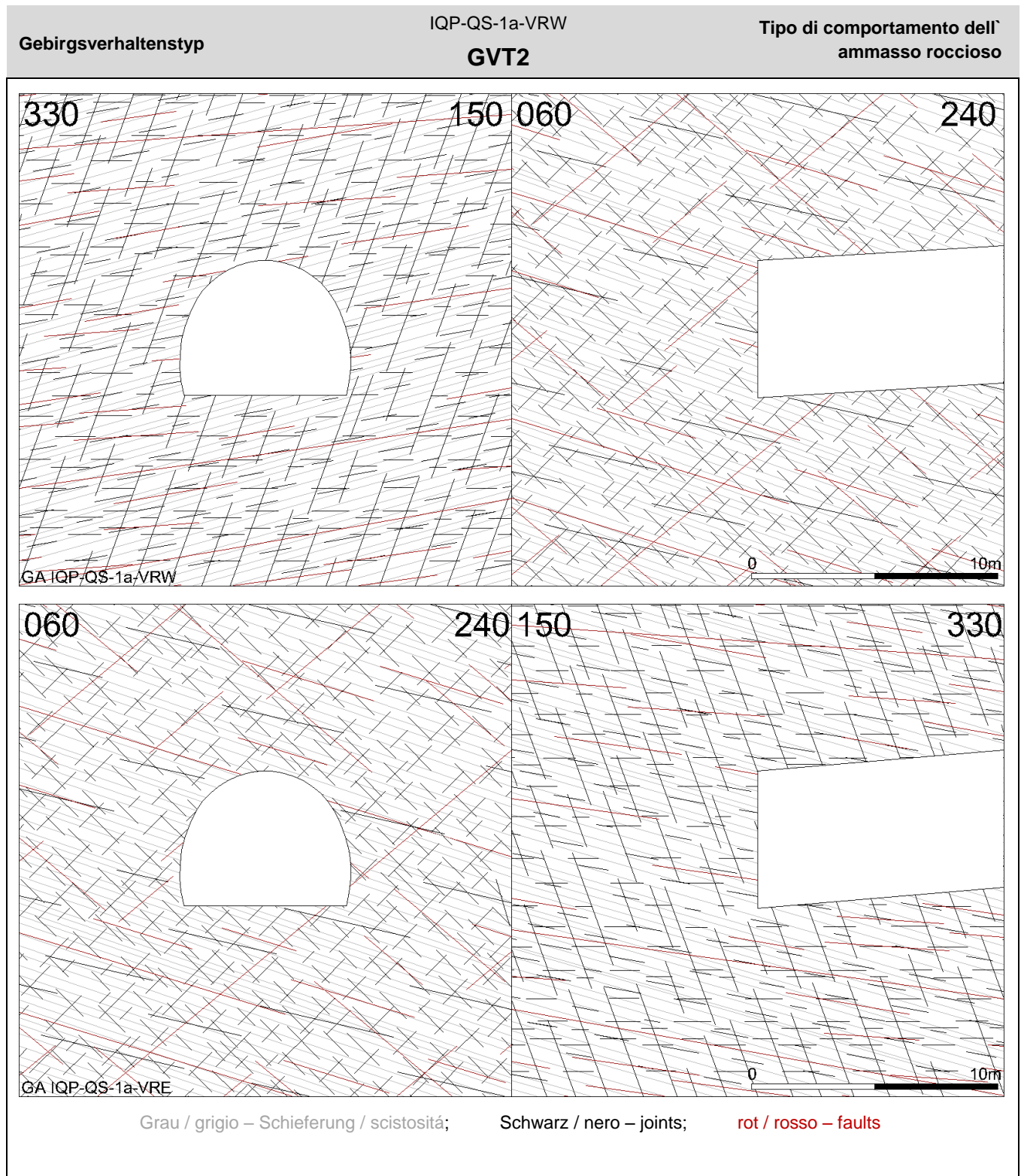




Homogenbereich / Überlagerung		Settore omogeneo / copertura	
VRW2 (385 m)			
Orientierung der Haupttrennflächen		Orientamento delle principali discontinuità	
Die Schieferung fällt flach bis mässig steil gegen die Vortriebsrichtung ein. Die sonstigen Trennflächen fallen flach gegen oder in Vortriebsrichtung ein bzw. sind steil bis senkrecht zur Tunnelachse orientiert.		La scistosità si immerge con pendenza da ridotta a media contro la direzione di scavo. Le altre discontinuità si immergono con pendenza ridotta o contro o nella direzione di scavo e presentano un orientamento da ripido a 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 Kluffkörpern. 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 Bruchkörper reicht je nach Verschnitt der Trennflächen von klein- bis mittelgroß. Die Ortsbrust ist stabil. Aufgrund der Trennflächenorientierungen ist lokal 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 / Isotropo < 1 cm / < 1 %			

5.2.6 IQP-QS-1a-VRW-GVT2

5.2.6 IQP-QS-1a-VRW-GVT2

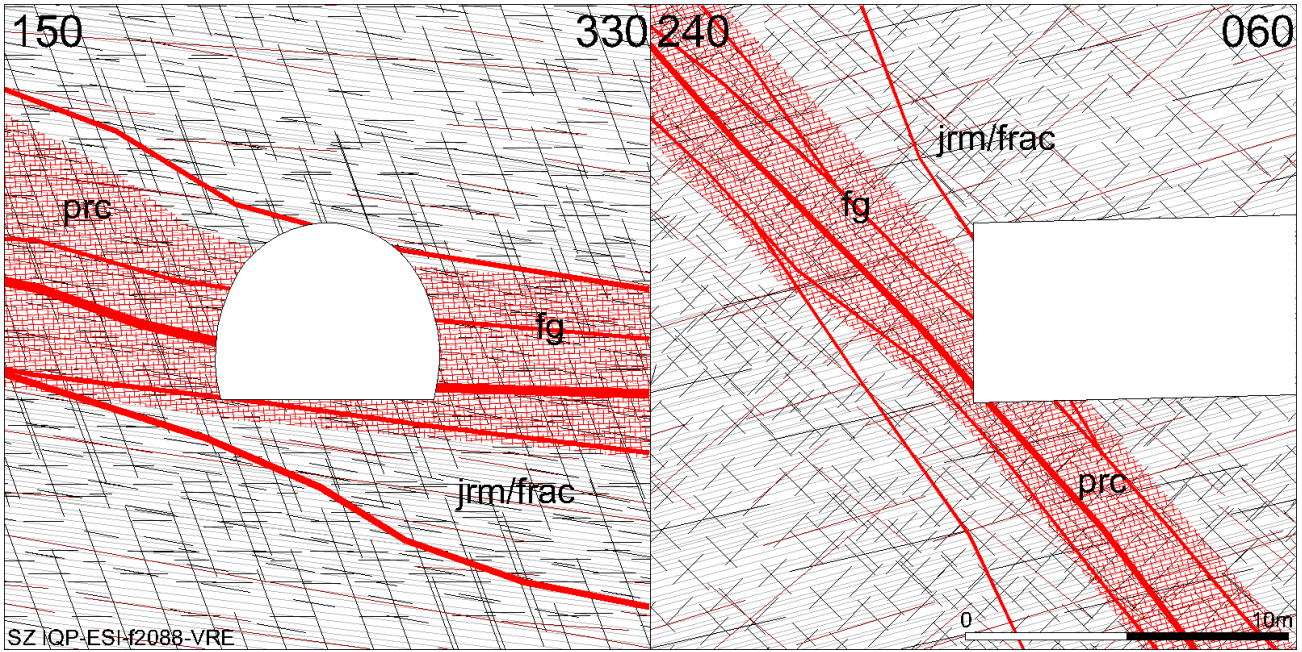




Homogenbereich / Überlagerung		Settore omogeneo / copertura	
VRW3 (385-388m)			
Orientierung der Haupttrennflächen		Orientamento delle principali discontinuità	
Die Schieferung fällt flach bis mässig steil gegen die Vortriebsrichtung ein. Die sonstigen Trennflächen fallen flach gegen oder in Vortriebsrichtung ein bzw. sind steil bis senkrecht zur Tunnelachse orientiert.		La scistosità si immerge con pendenza da ridotta a media contro la direzione di scavo. Le altre discontinuità si immergono con pendenza ridotta o contro o nella direzione di scavo e presentano un orientamento da ripido a 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 Kluffkörpern. 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 Bruchkörper reicht je nach Verschnitt der Trennflächen von klein- bis mittelgroß. Die Ortsbrust ist stabil. Aufgrund der Trennflächenorientierungen ist lokal 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 / Isotropo < 1 cm / < 3 %			

5.2.7 SZ-IQP-ESI-f2088-VRO-GVT4

5.2.7 SZ-IQP-ESI-f2088-VRO-GVT4

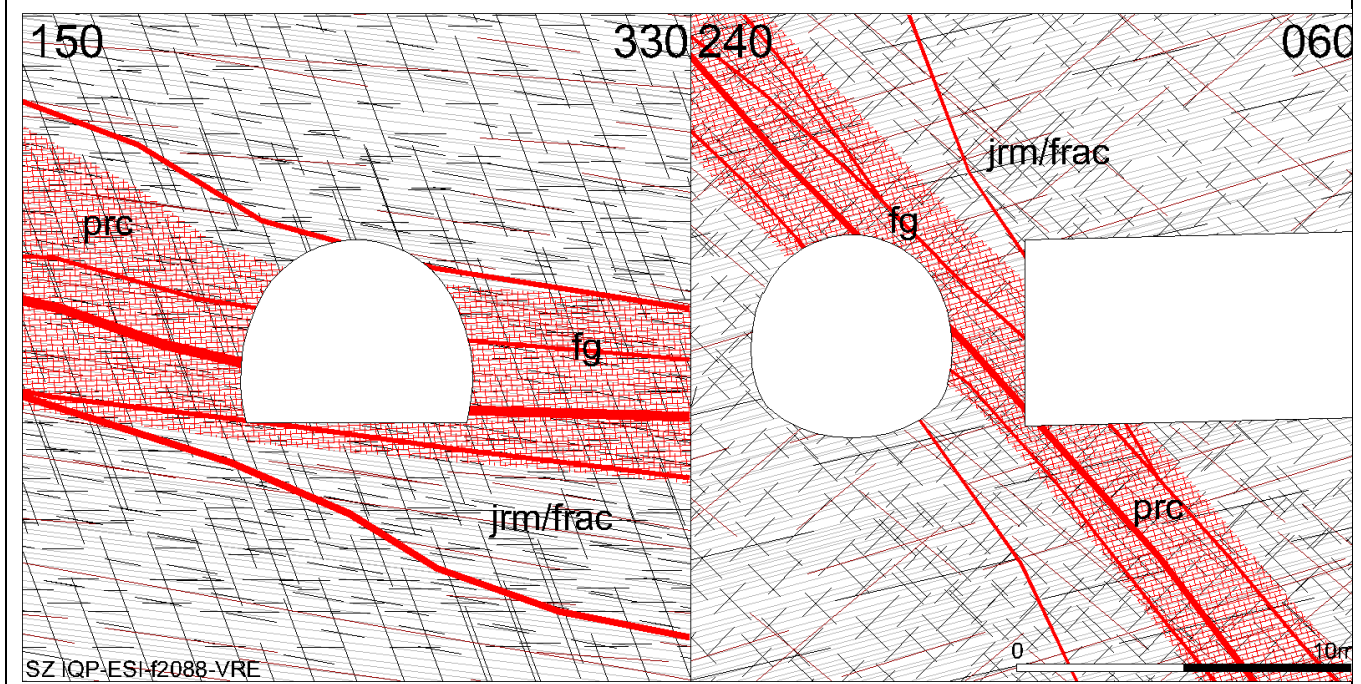
Gebirgsverhaltenstyp	SZ-IQP-ESI-f2088-VRO GVT 4	Tipo di comportamento dell'ammasso roccioso
 <p data-bbox="167 1232 399 1265">SZ IQP-ESI-f2088-VRE</p> <p data-bbox="327 1276 1316 1310"> Grau / grigio – Schieferung / scistosità; Schwarz / nero – joints; rot / rosso - faults </p>		
Homogenbereich / Überlagerung		Settore omogeneo / copertura
VRO1 (300m)		
Orientierung der Störung zum Hohlraum		Orientazione della faglia rispetto alla cavità
querschläggig (80°-90°), mittelsteil einfallend (50°-60°)		trasversale (80°-90°), immergente con pendenza media (50°-60°)
Verschnittlänge der CZ mit Tunnelachse / Hohlraum		Lunghezza d'intersezione CZ - asse di galleria / cavità
5 m / 10 m		5 m / 10 m
prognostizierte Anzahl im Homogenbereich		Numero previsto nel settore omogeneo
1		
Einfluss Bergwasser auf GVT		Influenza acqua di montagna su TCR
<p>Die Störung wurde durch den Erkundungsstollen aufgeföhren. Das Gebirge war trocken bis bergfeucht. Diskrete Wasserzutritte hatten eine geringe initiale Menge und sehr geringe Ergiebigkeiten sowie keinen Einfluss auf das Gebirgsverhalten.</p> <p>Für den Vortrieb der Verbindungsrampe kommt hinzu, dass der Erkundungsstollen im Nahbereich der Verbindungsrampe drainierend wirkt. Für den Vortrieb der Verbindungsrampe wird daher kein Einfluss des</p>		<p>Il cunicolo esplorativo ha attraversato la faglia. L'ammasso roccioso si presentava secco oppure con umidità limitata. Le venute d'acqua discrete avevano una quantità iniziale ridotta e delle portate estremamente ridotte nonché nessun impatto sul comportamento dell'ammasso roccioso.</p> <p>Per lo scavo della rampa di interconnessione si aggiunge il fatto che il cunicolo esplorativo vicino alla rampa di interconnessione ha un effetto drenante. Per lo scavo della rampa di interconnessione si prevede che le acque ipogee</p>

Bergwassers auf das Gebirgsverhalten prognostiziert.	non abbiano alcun impatto sul comportamento dell'ammasso roccioso.
Geomechanisches Modell Deformationsverhalten	Modello geomeccanico e deformativo
<p>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 Gebirge, aber mit verminderter Gebirgsfestigkeit.</p> <p>CZ: geschieferter Protokataklasit. Abbildung über isotrop elastoplastisches Materialverhalten.</p>	<p>DZ: in confronto all'ammasso roccioso circostante detensionamento e formazione di zone di faglie, riduzione elevata della resistenza 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.</p> <p>CZ: protocataclasite scistosa. Illustrazione: comportamento isotropo elastoplastico.</p>
Gebirgsverhalten	Comportamento dell' ammasso roccioso
<p>GVT4: leicht druckhaftes Gebirge</p> <p>Die Störung wird durch die Verbindungsrampe querschlällig aufgeföhren. Aufgrund der Mächtigkeit der Core Zone tritt diese jedoch im Hohlraum über mehrere Abschlöße hinweg auf. Hinzu kommt, dass sich die Core Zone unmittelbar im Kreuzungsbereich der Verbindungsrampe mit dem Erkundungsstollen befindet.</p> <p>Im Bereich der Damage Zone ist durch die verminderte Gebirgsfestigkeit und verstärkte Ausbildung von Scherzonen mit verstärkten gefügebedingten Ausbrüchen aus der Laibung und der Ortsbrust zu rechnen.</p> <p>Im Bereich der Core Zone kommt es zur tiefreichenden Entfestigung und Plastifizierung des Gebirges durch den Ausbruch. Die Scherfestigkeit auf den Trennflächen wird deutlich überschritten. Dies bedingt wiederum deutliche zunehmende Verformungen im Vergleich zum umgebenden Gebirge außerhalb der Störungszone.</p>	<p>Tipo di comportamento dell'ammasso roccioso 4: roccia leggermente spingente</p> <p>La rampa di interconnessione attraversa la faglia in maniera trasversale. A causa dello spessore della core zone, la faglia interessa però la cavità per diverse volate. A ciò si aggiunge la circostanza che la core zone è posizionata direttamente nell'area di incrocio della rampa di interconnessione con il cunicolo esplorativo.</p> <p>Nell'area interessata dalla damage zone, a causa della resistenza ridotta dell'ammasso roccioso e della formazione più frequente di zone di shear, si prevede un aumento dei distacchi dovuti alla struttura che interessano il contorno della cavità e il fronte di scavo.</p> <p>Nell'area interessata dalla core zone si manifestano dei fenomeni di detensionamento profondo e di plastificazione dell'ammasso roccioso dovuti allo scavo. La resistenza al taglio sui piani di taglio viene sensibilmente superata. Ciò comporta a sua volta un aumento sensibile delle deformazioni rispetto all'ammasso roccioso circostante al di fuori della zona di faglia</p>
Tropie / Radialdeformation	Tropia / Deformazione radiale
anisotrop, deutliche Zunahme der Verformungen im Vergleich zum "ungestörten" Gebirge	anisotropo, aumento sensibile delle deformazioni rispetto alla roccia non fratturata.
Geotechnische Relevanz	Rilevanza geotecnica
3 – stark relevant	3 – molto rilevante
Hinweise	Annotazioni
Die Störung ESI-f2088 wurde beim Aufföhren des Erkundungsstollens im Abschnitt zwischen EKS-TM 1835 bis 2175 durchörtet. Die Störung hatte ein annähernd achsparalleles Streichen mit mittelsteilem Einfallen (ca. 55°). Die Störung lag dabei Größtenteil im linken (östlichen) Bereich des Querschnittes. Das Gebirgsverhalten wurde in diesem Bereich als „leicht druckhaftes Gebirge“ beschrieben. Das Verformungsverhalten des Gebirges in diesem Bereich war stark asymmetrisch. Die größten Verformungen wurden im Bereich des linken (östlichen) Ulms gemessen. Die Verformungsbeträge lagen am linken	Nel corso dello scavo del cunicolo esplorativo è stata attraversata la faglia ESI-f2088 nel tratto dalla progressiva 1835 alla 2175 circa del cunicolo esplorativo. La faglia presentava una direzione pressoché parallela all'asse e si immergeva con pendenza media (circa 55°). La faglia interessava maggiormente la parte sinistra (orientale) della sezione trasversale. Per quest'area il comportamento dell'ammasso roccioso è stato descritto come "leggermente spingente". In quest'area il comportamento deformativo dell'ammasso roccioso era fortemente asimmetrico. Le deformazioni maggiori sono state rilevate

Ulm bei maximal 16 cm. Die Verformungsgeschwindigkeit war dabei langsam. Die Verformungen stellten sich über einen Zeitraum von mehreren Monaten ein. Der Ausbau zeigte Überbeanspruchungen in Form von Rissen und Brüchen in der Spitzbetonschale sowie Aufbiegungen der Ankerplatten. Erst nach Einbau eines Sohlgewölbes in diesem konnten die Verformungen zum Abklingen gebracht werden.

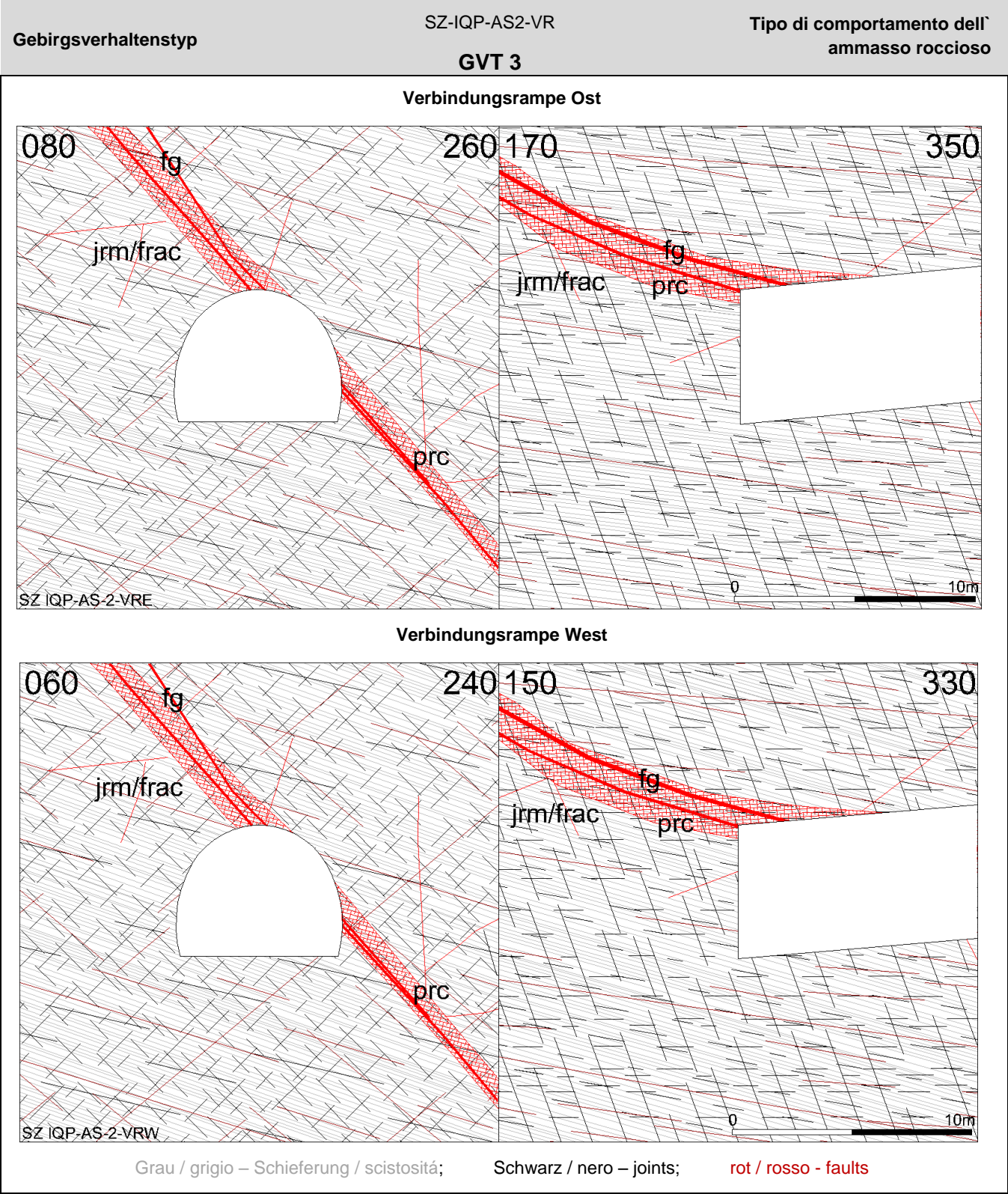
nell'area del piedritto sinistro (orientale). Le deformazioni manifestatesi al piedritto sinistro hanno raggiunto un massimo di 16 cm. La velocità di deformazione era lenta. Le deformazioni si sono manifestate nell'arco di diversi mesi. Le sovrassollecitazioni alle quali era sottoposto il rivestimento si sono presentate sotto forma di fessure e rotture interessanti il rivestimento in cls proiettato nonché di piegamenti delle piastre di ancoraggio. Solo ad avvenuta realizzazione di un arco rovescio le deformazioni si sono azzerate.

Schnitt im Bereich der Einbindung der Verbindungsrampe Ost in den Erkundungsstollen (EKS-km 4+150)/
Sezione area di allacciamento della rampa di interconnessione est al cunicolo esplorativo (km 4+150 del cunicolo esplorativo)
(Überlagerung über Gradiente ca. 300 m)
(copertura sopra l'asse ca. 300 m).



5.2.8 SZ-IQP-AS2-VR-GVT3

5.2.8 SZ-IQP-AS2-VR-GVT3



Homogenbereich / Überlagerung		Settore omogeneo / copertura	
VRO1 (267-302m) / VRW1 (361-384m) / VRW2 (385m) / VRW3 (385-388m)			
Orientierung der Störung zum Hohlraum		Orientazione della faglia rispetto alla cavità	
parallel bis schräg (0°-40°), flach einfallend bis steil einfallend (25°-85°)		da parallelo ad inclinato (0°-40°), immergente con pendenza da ridotta ad elevata (25°-85°)	
Verschnittlänge der CZ mit Tunnelachse / Hohlraum		Lunghezza d'intersezione CZ - asse di galleria / cavità	
2-15 m / 10-100 m		2-15 m / 10-100 m	
prognostizierte Anzahl im Homogenbereich		Numero previsto nel settore omogeneo	
1			
Einfluss Bergwasser auf GVT		Influenza acqua di montagna su TCR	
<p>Die Kombination aus Protokataklasit und fault gouge in der Core Zone ist als dicht zu beurteilen. Wasserwegigkeiten treten aufgrund des höheren Grades der Zerlegung bevorzugt in der Damage Zone auf. Aufgrund der geringen bis sehr geringen prognostizierten Wasserzutritte ist mit keinen wesentlichen Einflüssen des Bergwassers auf das Gebirgsverhalten zu rechnen. Bei lokalen Wasserzutritten kann die Scherfestigkeit auf den Trennflächen lokal reduziert werden. Das globale Gebirgsverhalten wird dadurch jedoch nicht maßgeblich beeinflusst.</p>		<p>La combinazione di protocataclasiti e fault gouge nella core zone può essere classificata come impermeabile. A causa del grado più elevato di fratturazione, le circolazioni idriche sono presenti preferibilmente nella damage zone. Per il fatto che vengono pronosticate delle venute d'acqua molto ridotte non si assume che ci sia un impatto fondamentale delle acque ipogee sul comportamento dell'ammasso roccioso. In caso di venute d'acqua locali è possibile che la resistenza al taglio sulle discontinuità si riduce localmente. Ciò non ha però un impatto decisivo sul comportamento dell'ammasso roccioso complessivo.</p>	
Geomechanisches Modell Deformationsverhalten		Modello geomeccanico e deformativo	
<p>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.</p> <p>CZ: geschieferter Protokataklasit. Abbildung über isotrop elastoplastisches Materialverhalten.</p>		<p>DZ: in confronto all'ammasso roccioso circostante detensionamento e formazione di zone di faglie, riduzione elevata della resistenza 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.</p> <p>CZ: protocataclasite scistosa. Illustrazione: comportamento isotropo elastoplastico.</p>	
Gebirgsverhalten		Comportamento dell' ammasso roccioso	
<p>Bei GVT2 des umgebenden Gebirges GVT3, bei GVT3 des umgebenden Gebirges GVT3.</p> <p>Trotz der geringen Mächtigkeit der Störungszone ergibt sich durch die parallele bis schleifende Orientierung zum Hohlraum eine große Verschnittlänge der Core Zone mit dem Hohlraum (über einem Tunneldurchmesser). Auch im ungünstigsten Verschnitt berührt die Kernzone jedoch nur einen Teil der Ausbruchfläche.</p> <p>Die Störung hat daher bei paralleler bis schleifender Orientierung merklichen, aber nicht maßgeblichen Einfluss auf das Gebirgsverhalten des umgebenden Gebirges.</p> <p>Im Bereich der Störzone ist mit verstärkten gefügebedingten Ausbrüchen aus der Laibung und der Ortsbrust zu rechnen. Es kommt zur hohlraumnahen Entfestigung und Plastifizierung des Gebirges durch den Ausbruch im Bereich der Störungszone und insbesondere</p>		<p>In caso di tipo di comportamento 2 della roccia circostante tipo di comportamento 3, in caso di tipo di comportamento 3 della roccia circostante tipo di comportamento 3.</p> <p>Nonostante lo spessore ridotto della zona di faglia risulta, a causa del suo orientamento da parallelo a subparallelo rispetto alla cavità, una lunghezza elevata di intersezione della core zone con la cavità (superiore a un diametro galleria). Anche nel caso di intersezione più sfavorevole, la zona centrale tocca però solo una parte della sezione di scavo.</p> <p>Con un orientamento da parallelo a subparallelo, la faglia ha un impatto marcato, ma non determinante sul comportamento dell'ammasso roccioso circostante.</p> <p>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 manifestano</p>	



im Bereich der Core Zone.	dei fenomeni di detensionamento vicino alla cavità e di plastificazione dell'ammasso roccioso dovuti allo scavo nell'area interessata dalla zona di faglia, in particolare dalla core zone.
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 / unità	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	4,8	2,3
	äQu	-	48	72	- / (22)
	m_i	-	10	15	10
	ϕ	°	46	46	47
	c	MPa	7,5	8	10
	ϕ Trennflächen / discontinuità	°	32	32	32
	c Trennflächen / discontinuità	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		Gebirge (gestört) Damage Zone und Core Zone - SZ-IQP-ESI-f2088			
	Parameter / parametri	Dimension / unità	IQP-QP-1a	IQP-QS-1a	IQP-G-1a	DZ	CZ	DZ	CZ		
Gebirge / amasso roccioso	GSI	-	45	50	55	35-40		25-30			
	D	-	0	0	0	0,5		0,5			
	σ _c	MPa	1,61	2,41	4,02	1,02		0,43-0,62			
	σ _{cm}	MPa	5,62	8,47	9,74	3,29		2,15-2,58			
	h _ü	m	ZTNHS1 (h _ü = 441-535 m) / VRO1 (h _ü = 267-302 m) / VRW1 (h _ü = 361-384 m) / VRW2 (h _ü = 384-385 m) / VRW3 (h _ü = 385-388 m)						VRO1 (h _ü = 267-302 m)		
	Homogenbereich / settore omogeneo		ZTNHS1 VRO1 VRW1	ZTNHS1 VRW3	VRW2	VRO1 VRW1 / VRW2 / VRW3		VRO1			
	φ	ZTNHS1 VRO1 VRW1 VRW2 VRW3	°	33 37 36	38	40	- 26	- 25	- 26 - - -	- 25 - - -	
	c	ZTNHS1 VRO1 VRW1 VRW2 VRW3	MPa	1,1 0,9 1,0	1,6	1,5	- 0,80	- 0,1	- 0,45 - - -	- 0,15 - - -	
	E (Hoek 2005 / 2002 / 2006)	MPa	6.140 / 4.500 / 6.710			9.340 / 6.320 / 10.750			13.970 / 9.430 / 16.330		
	E empfohlen / raccomandato	Mpa	6.000			10.000			15.000		
						630-2.530		-			
						2.000		300			
								1.000			
								400			
Gebirgsverhalten / comportamento dell' ammasso roccioso	Verformung deformatione (aus Kennlinie ohne Ausbau)	cm	< 5	< 5	< 5						
	Gebirgs-beanspruchung / sollecitazione dell' ammasso roccioso	-	nachbrüchig – leicht druckhaft / friabile – poco springente	nachbrüchig / friabile	nachbrüchig / friabile						
	Gebirgsverhalten / comportamento dell' ammasso roccioso	-	trennflächen-dominiert / dominato di discontinuità	trennflächen-dominiert / dominato di discontinuità	trennflächen-dominiert / dominato di discontinuità						
	GVT / TCR	-	2 / 3	2	2						



5.3.2 Störungszonen

5.3.2 Zone di faglie

Bezeichnung	Abmessungen				Material						Tropie	Orientierung	Verschnittlänge		GVT
	DZ	CZ	DZ	gesamt	CZ Hauptanteil	CZ Nebenanteil	CZ Parameter	DZ Hauptanteil	DZ Nebenanteil	DZ Parameter			CZ mit TA	CZ mit Hohlraum	
IQP-AS2	1	1	1	3	Geschieferter Protokataklasit, stark entfestigt (50-70%)	Fault gouge (30-50%)	$\varphi = 25^\circ$ $c = 0,1 \text{ MPa}$ $E = 300 \text{ MPa}$	Gebirge mit erhöhter Trennflächendichte und teilweise schieferungsparalleler Entfestigung (50-70%)	Geschieferter Protokataklasit (10-30%) Fault gouge (0-20%)	$\varphi = 26^\circ$ $c = 0,80 \text{ MPa}$ $E = 2.000 \text{ MPa}$	Anisotrop	parallel bis schräg (0° - 40°), flach einfallend bis steil einfallend (25° - 85°)	2-15 m	10-100 m	3
IQP-ESI-f2088	5,5	3	5,5	14	Geschieferter Protokataklasit, stark entfestigt (85-90%)	Fault gouge (10-15%)	$\varphi = 25^\circ$ $c = 0,15 \text{ MPa}$ $E = 400 \text{ MPa}$	Ausgeprägt gestörtes Gebirge mit zahlreichen Zweigstörungen, erhöhter Trennflächendichte und schieferungsparalleler Entfestigung (80%)	Geschieferter Protokataklasit (10-15%) Fault gouge (5-10%)	$\varphi = 26^\circ$ $c = 0,45 \text{ MPa}$ $E = 1.000 \text{ MPa}$	Anisotrop	querschlägig (80° - 90°), mittelsteil einfallend (50° - 60°)	5 m	10 m	4

