



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
Ausführungsplanung


Potenziamento asse ferroviario Monaco-Verona
GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO
Progettazione esecutiva

D0700: Baulos Mauls 2-3	D0700: Lotto Mules 2-3
Projekteinheit Gesamtbauwerke Teil 3	WBS Opere generali Parte 3
Dokumentenart Technischer Bericht	Tipo Documento Relazione tecnica
Titel Statische Berechnung - Anschlüsse	Titolo Relazione di calcolo – Innesti

 Raggruppamento Temporaneo di Imprese 4P <small>cto Pro Iter S.r.l., Via G.B. Sommarini 5, 20125 Milano, Tel.: +39 026781911, Fax: +39 0287152612</small>	Generalplaner / Responsabile integrazioni prestazioni specialistiche Ing. Enrico Maria Pizzarotti Ord. Ingg. Milano N° A 29470
---	--

Mandataria  Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	Mandante 	Mandante 	Mandante  ENGINEERING s.r.l./G.m.b.H.
Fachplaner / il progettista specialista	Fachplaner / il progettista specialista Ing. Rodrigo Correa	Fachplaner / il progettista specialista	Fachplaner / il progettista specialista

	Datum / Data	Name / Nome	Gesellschaft / Società
Bearbeitet / Elaborato	30.01.2015	Nater	Pöyry
Geprüft / Verificato	30.01.2015	Correa	Pöyry

 Galleria di Base del Brennero Brenner Basistunnel BBT SE	Name / Nome R. Zurlo	Name / Nome K. Bergmeister
--	--------------------------------	--------------------------------------

Projekt-kilometer / Chilometro progetto	von / da 32.0+88 bis / a 54.0+15 bei / al	Bau-kilometer / Chilometro opera	von / da 32.0+88 bis / a 44.1+92 bei / al	Status Dokument / Stato documento		Massstab / Scala	-
--	---	---	---	--	--	-------------------------	---

Staat Stato	Los Lotto	Einheit Unità	Nummer Numero	Dokumentenart Tipo Documento	Vertrag Contratto	Nummer Codice	Revision Revisione
02	H61	OP	035	KTB	D0700	23064	21

Bearbeitungsstand Stato di elaborazione

Revision Revisione	Änderungen / Cambiamenti	Verantwortlicher Änderung Responsabile modifica	Datum Data
21	Abgabe für Ausschreibung / Emissione per Appalto	Nater / Correa	30.01.2015
20	Überarbeitung infolge Dienstanweisung Nr. 1 vom 17.10.2014 / Revisione a seguito ODS n°1 del 17.10.14	Donato / Nater	04.12.2014
11	Revision Definitive Version / Revisione Consegna definitiva	Donato / Nater	09.10.2014
10	Definitive Version / Consegna Definitiva	Donato / Nater	31.07.2014
00	Erstversion / Consegna preliminare	Donato / Nater	24.03.2014

1	EINFÜHRUNG	
1	INTRODUZIONE	4
2	MATERIALKENNWERTE	
2	MATERIALI	6
2.1	SPRITZBETON	
2.1	BETONCINO PROIETTATO.....	6
2.2	ANKER	
2.2	ANCORAGGI.....	6
2.3	BETON	
2.3	CALCESTRUZZO.....	6
2.4	BEWEHRUNGSSTAHL	
2.4	ACCIAIO DA ARMATURA.....	7
3	GEOTECHNISCHES MODELL	
3	MODELLO GEOTECNICO	8
3.1	GEOLOGIE UND GEOMECHANIK	
3.1	GEOLOGIA E GEOMECCANICA.....	8
3.2	VORWORT	
3.2	PREMESSA.....	8
3.2.1	Geomechanische Parameter	
3.2.1	Parametri geomeccanici.....	11
3.3	TRENNFLÄCHENORIENTIERUNG	
3.3	ORIENTAMENTO DELLE DISCONTINUITÀ.....	13
3.4	TRENNFLÄCHENPARAMETER	
3.4	PARAMETRI DELLE DISCONTINUITÀ.....	14
4	BEMESSUNG DER AUSKLEIDUNGEN	
4	DIMENSIONAMENTO DEI RIVESTIMENTI	15
5	AUSBRUCHSICHERUNG	
5	RIVESTIMENTI DI PRIMA FASE	16
5.1	HAUPTRÖHRE GL-IN-CT	
5.1	GALLERIE DI LINEA GL-IN-CT.....	16
5.2	QUERVERBINDUNGEN CT-IN-GL	
5.2	CUNICOLI TRASVERSALI CT-IN-GL.....	18
6	INNENSCHALE	
6	RIVESTIMENTI DEFINITIVI	22
6.1	BEMESSUNG DER ZULAGEBEWEHRUNG	
6.1	DIMENSIONAMENTO DELL'ARCHITRAVE.....	22
6.2	NACHWEISE DER INNENSCHALE IM HAUPTROHR	
6.2	VERIFICA DEI RIVESTIMENTI DELLA GALLERIA.....	24
6.3	NACHWEIS DER INNENSCHALE IN DER QUERVERBINDUNG	
6.3	VERIFICA DEI RIVESTIMENTI DEL CUNICOLO TRASVERSALE.....	25
6.3.1	Ergebnisse	
6.3.1	Risultati.....	26
7	VERZEICHNISSE	
7	ELENCHI	27
7.1	TABELLENVERZEICHNIS	
7.1	ELENCO DELLE TABELLE.....	27
7.2	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	
7.2	ELENCO DELLE ILLUSTRAZIONI.....	27

7.3	ANLAGENVERZEICHNIS	
7.3	ELENCO APPENDICI.....	28
7.4	BIBLIOGRAFIE UND QUELLEN	
7.4	BIBLIOGRAFIA E FONTI.....	28
7.4.1	Dokumente der Ausschreibungsplanung	
7.4.1	Documenti in ingresso.....	28
7.4.2	Normen und Richtlinien	
7.4.2	Normativa.....	29
7.4.3	Literatur	
7.4.3	Letteratura.....	30
ANHANG 1 – TABELLEN DER GEBIRGSARTEN		
APPENDICE 1 – SCHEDE GEOMECCANICHE.....		32
ANHANG 2 – FEM-ANALYSE DER INNENSCHALE		
APPENDICE 2 - ANALISI FEM DEL RIVESTIMENTO DEFINITIVO		43
ANHANG 3 - BLOCKANALYSE		
APPENDICE 3 - ANALISI DEI BLOCCHI.....		50
ANHANG 4 – BRANDBEMESSUNG		
APPENDICE 4 - ANALISI AL FUOCO		

1 EINFÜHRUNG

Der folgende technische Bericht umfasst die Bemessung der Ausbruchsicherung und der Innenschale der Anschlüsse zwischen Hauptrohr und Querverbindung. Diese werden entlang der Strecke von km 32+090 bis km 44+192 (bez. Ostrohr) mit konventionellem Vortrieb realisiert [1]

Gemäss folgender Tabelle gibt es 37 Querverbindungen entlang dieser Strecke. 28 davon wurden mit konstanter Ausbruchsfläche 25.88 m² realisiert (Typ 1), und 7 zeigen eine Ausweitung des Profils bis auf 44.65 m² (Typ 2). Auf km 39+333 findet man die einzige Querverbindung Typ 3, mit einem wie Typ 2 ähnlichen Querschnitt, und auf km 32+090 findet man die einzige Querverbindung Typ 4, mit einem konstant aufgeweiteten Profil.

1 INTRODUZIONE

La seguente relazione riporta il dimensionamento dei rivestimenti, di prima fase e definitivi, degli innesti tra le Gallerie di Linea ed i cunicoli trasversali, scavati in tradizionale tra le progr. km 32+090 e 44+192 (Canna Est) [1].

Come si evince dalla seguente tabella, i cunicoli trasversali realizzati all'interno di questa tratta sono 37. Di questi 28 sono scavati con una sezione costante di area 25.88 m² (tipo a) e 7 presentano un'allargamento della sezione di scavo sino a 44.65 m² (tipo b). Al km. 39+333 si trova l'unico cunicolo trasversale di tipo 3, il quale presenta una sezione simile a quella di tipo 2, ed infine al km. 32+090 si trova l'unico cunicolo trasversale di tipo 4, il quale comporta una sezione allargata costante di 44.65 m².

Querverbindung / Cunicolo trasversale	Riferimento Canna Est [km]	L [m]	Tipologia di cunicolo	Sezione galleria di linea
32/2	32+090.0	70	4	GL-MS con concio di base
32/3	32+333.0	70	2	GL-MS con concio di base
32/4	32+667.0	70	1	GL-MS con concio di base
33/1	33+000.0	70	1	GL-MS con concio di base
33/2	33+333.0	70	1	GL-MS con concio di base
33/3	33+667.0	70	1	GL-MS con concio di base
34/1	34+000.0	70	1	GL-MS con concio di base
34/2	34+333.0	70	2	GL-MS con concio di base
34/3	34+667.0	70	1	GL-MS con concio di base
35/1	35+000.0	70	1	GL-MS con concio di base
35/2	35+333.0	70	1	GL-MS con concio di base
35/3	35+667.0	70	1	GL-MS con concio di base
36/1	36+000.0	70	1	GL-MS con arco rovescio
36/2	36+333.0	70	2	GL-MS con arco rovescio
36/3	36+667.0	70	1	GL-MS con arco rovescio
37/1	37+000.0	70	1	GL-MS con arco rovescio
37/2	37+333.0	70	1	GL-MS con arco rovescio
37/3	37+667.0	70	2	GL-MS con concio di base
38/1	38+000.0	70	1	GL-MS con concio di base
38/2	38+333.0	70	1	GL-MS con concio di base
38/3	38+667.0	70	1	GL-MS con concio di base
39/1	39+000.0	70	1	GL-MS con concio di base
39/2	39+333.0	70	3	GL-MS con concio di base
39/3	39+667.0	70	2	GL-MS con concio di base
40/1	40+000.0	70	1	GL-MS con concio di base
40/2	40+333.0	70	1	GL-MS con concio di base
40/3	40+667.0	70	1	GL-MS con arco rovescio
41/1	41+000.0	70	1	GL-MS con arco rovescio
41/2	41+333.0	70	2	GL-MS con arco rovescio
41/3	41+667.0	70	1	GL-MS con arco rovescio
42/1	42+000.0	70	1	GL-MS con arco rovescio
42/2	43+333.0	70	1	GL-MS con arco rovescio
42/3	42+667.0	70	1	GL-MS con arco rovescio
43/1	43+000.0	70	1	GL-MS con arco rovescio
43/2	43+333.0	70	2	GL-MS con arco rovescio
43/3	43+667.0	70	1	GL-MS con concio di base
44/1	44+000.0	70	1	GL-MS con concio di base

Tabelle 1: Liste der Querverbindungen entlang der Strecke

Tabella 1: Lista dei cunicoli trasversali lungo la tratta

Daraus schliesst man drei Anschlussstypen zwischen Hauptrohr und Querverbindung:

- CTa-(T1-T2-T3)-IN-GL-MS
- CTa-(T4-T5)-IN-GL-MS
- CTb-(T1-T2-T3)-IN-GL-MS [5].

Die Querschnitte der Haupröhre bei den Anschlüssen, mit 3 Abschlagslängen davor und danach (3 Abschlagslängen sind 4.5 m lang), wurden wie folgt ausgeführt: Zuerst wird jeder Tübbing mit 3 x 4.5 m langen SuperSwellex Pm24 Ankern gesichert. Die Tübbinge werden dann lokal zur Verbindung mit der Querverbindung ausgebrochen. Schliesslich wird der gesamte Bereich mit 10 cm faserverstärkten Spritzbeton überdeckt.

Für die Querverbindungen wird der Ausbruch wie gewöhnlich weiter geführt, unter Anwendung der diesbezüglich definierten Sicherungsklassen [13].

Die Innenschale besteht aus Stahlbeton C30/37, das Gewölbe ist 40 cm stark und die Sohle ist 50 bis 150 cm stark – alle Werte haben netto Toleranzen.

Im vorliegenden Dokument ist die Bemessung der Ausbruchsicherung und der Innenschale von den drei Anschlussstypen zwischen Hauptrohr und Querverbindung dargestellt.

Ne si deducono quindi tre tipi di innesto tra Gallerie di Linea e Cunicolo Trasversali:

- CTa-(T1-T2-T3)-IN-GL-MS
- CTa-(T4-T5)-IN-GL-MS
- CTb-(T1-T2-T3)-IN-GL-MS [5].

Le sezioni della galleria corrente, in corrispondenza degli innesti e per una lunghezza di 4.5m (3 sfondi) prima e dopo i cunicoli trasversali, vengono rinforzate con i seguenti interventi: ciascun concio viene fissato con tre chiodi SuperSwellex Pm24, aventi lunghezza 4.5 m. I conci vengono poi demoliti nella zona corrispondente all'apertura del cunicolo, ed il tutto viene ricoperto da uno strato di 10 cm di betoncino fibrorinforzato.

Per i Cunicoli Trasversali lo scavo prosegue poi adottando le classi di sicurezza definite nella Relazione di Calcolo rispettiva [13].

Il rivestimento definitivo è costituito da calcestruzzo C30/37 con da 40 cm in corrispondenza della calotta e da 50 fino a 150 cm in platea. Tali spessori sono da intendersi come al netto delle tolleranze di costruzione e di tracciamento.

Oggetto della presente relazione è il dimensionamento dei tre diversi tipi di innesto tra le Gallerie di Linea ed i Cunicoli Trasversali sopraelencati.

2 MATERIALKENNWERTE

2.1 SPRITZBETON

Für die Bemessung der Außenschale ist in der Regel ein Spritzbeton der Festigkeitsklasse C30/37 mit folgenden Eigenschaften zu berücksichtigen:

$$E_{cm} = 32000 \text{ MPa}$$

$$f_{ck} = 30.71 \text{ MPa}$$

Wobei:

- E_{cm} = Mittelwert Elastizitätsmodul
- f_{ck} = charakteristische Druckfestigkeit des Spritzbetons nach 28 Tagen.

2 MATERIALI

2.1 BETONCINO PROIETTATO

Per il dimensionamento del rivestimento di prima fase in betoncino proiettato si considera un calcestruzzo classe di resistenza C30/37 con le seguenti caratteristiche:

Dove:

- E_{cm} è il valore medio del modulo elastico secante
- f_{ck} è la resistenza caratteristica a compressione del betoncino proiettato a 28 giorni.

2.2 ANKER

Es ist die Verwendung von Ankern des Typs Superswellex Pm16 vorgesehen, mit folgenden Eigenschaften:

$$E_s = 210000 \text{ MPa}$$

$$N_y = 200 \text{ kN (Pm24)}$$

Wobei:

- E_s = elastisches Modul
- N_y = Streckgrenze.

2.2 ANCORAGGI

Si prevede l'utilizzo di ancoraggi tipo Superswellex Pm24 aventi le seguenti caratteristiche:

Dove:

- E_s è il modulo elastico
- N_y e il carico di snervamento.

2.3 BETON

Für die Bemessung der Innenschale ist in der Regel ein Beton der Festigkeitsklasse C30/37 mit folgenden Eigenschaften zu berücksichtigen:

$$E_{cm} = 32000 \text{ MPa}$$

$$f_{ck} = 30.71 \text{ MPa}$$

Wobei:

- E_{cm} = Mittelwert Elastizitätsmodul
- f_{ck} = charakteristische Druckfestigkeit des Betons nach 28 Tagen.

2.3 CALCESTRUZZO

Per il dimensionamento del rivestimento definitivo si considera un calcestruzzo con classe di resistenza C30/37 con le seguenti caratteristiche:

Dove:

- E_{cm} è il valore medio del modulo elastico
- f_{ck} è la resistenza a compressione caratteristica del calcestruzzo dopo 28 giorni.

2.4 BEWEHRUNGSSTAHL

Für die Bemessung der Außenschale ist Stahl des Typs B450C heranzuziehen:

2.4 ACCIAIO DA ARMATURA

Per il dimensionamento dell'anello si utilizza l'acciaio tipo B450C:

$$E_s = 210000 \text{ MPa}$$

$$f_{yk} = 450 \text{ MN/m}^2$$

Wobei:

- E_s = elastisches Modul
- f_{yk} = charakteristischer Wert der Streckgrenze des Betonstahls.

Dove:

- E_s è il modulo elastico
- f_{yk} è la tensione caratteristica di snervamento acciaio per cemento armato.

3 GEOTECHNISCHES MODELL

3.1 GEOLOGIE UND GEOMECHANIK

Die mit geschlossener Schild-TBM realisierte Hauptröhre zieht sich zwischen km 32+090 und km 44+192 durch verschiedene geologische und geomechanische Verhältnisse ab, die in den folgenden Dokumenten beschrieben sind:

- Voraussicht Geomechanische- und Projektierungsprofile [3]
- Geomechanischer Bericht – Allgemein [1]

Entlang der Strecke befinden sich unterschiedliche geomechanische Grundeinheiten, die „Gebirgsarten“ genannt sind, und aufgrund von derer die Definition von den Homogenbereichen basiert[2].

3.2 VORWORT

Die geomechanische Einheit dieses Projekts ist durch die „Gebirgsart“ festgelegt, die aus einer oder mehreren Lithologien zusammengestellt ist.

Anhand der Anwesenheit und der geomechanischen Analogien der Gebirgsarten werden Homogenbereiche definiert, wie in [2] dargestellt.

Kilometrierung, Überdeckungen und lithologische Zusammensetzungen der Homogenbereiche sind in der folgenden Tabelle gezeigt.

3 MODELLO GEOTECNICO

3.1 GEOLOGIA E GEOMECCANICA

Le Gallerie di Linea, scavate interamente in TBM scudata, si sviluppano tra il km 32+090 ed il km 44+192 (rif. Cana Est) attraverso differenti caratteristiche geologiche e geomeccaniche, descritte nei seguenti documenti:

- Profili geomeccanici di Progetto Esecutivo [3].
- Relazione geomeccanica generale [1].

Lungo la tratta si riscontrano varie unità geomeccaniche omogenee di base chiamate “tipo di ammasso roccioso”, sulle quali è basata la definizione dei domini geomeccanici omogenei [2].

3.2 PREMESSA

Il “tipo di ammasso roccioso”, che è formato da una o più litologie, costituisce l’unità geomeccanica di base.

In funzione della presenza dei tipi di ammasso roccioso e della loro analogia geomeccanica si identificano delle zone omogenee, chiamate “domini geomeccanici omogenei”, come introdotto in [2].

Il chilometraggio e le coperture relativi ai domini geomeccanici omogenei, così come la loro composizione litologica sono riportati nella seguente tabella.

Domini omogenei	Tipo di ammasso roccioso	Zone initial pk (approx.)	Zone final pk (approx.)	Zone length	Zone max overburden	Zone min overburden	Composizione litologica
		[km]	[km]	[m]	[m]	[m]	[%]
1	GA-ZG-G-1z	32	34.9	2845	1715	1384	95
	GA-ZG-S-1z						5
2	GA-ZG-G-1b	34.9	36	1089	1502	941	85
	GA-ZG-G-1z						10
	GA-ZG-A-1b						5
3	GA-UST-PH-2b	36	36.3	295	1015	937	45
	GA-UST-H-2b						30
	GA-UST-Q-2b						0-5
	GA-UST-R-2b						0-5
4	GA-T-H-2b	36.3	37.3	1035	1006.5	753	40
	GA-T-PH-2b						25
	GA-T-M-2b						20
	GA-T-A-2b						5-10
	GA-T-R-2b						5-10
5	GA-BS-KS-4b	37.3	38.3	925	886	611.5	55
	GA-BS-GM-4b						20
	GA-BS-KPH-4b						15
	GA-BS-PR-4b						10
6	GA-BS-KS-4c	38.3	39.1	880	864	619.5	50
	GA-BS-GM-4c						25
	GA-BS-KPH-4c						15
	GA-BS-PR-4c						10
7	GA-BS-GM-5c	39.1	41	1845	1251	864	35
	GA-BS-KS-5c						35
	GA-BS-KPH-5c						20
	GA-BS-PR-5c						8
	GA-BS-KQ-5c						2
8	GA-T-PH-6	41	42	990	1512	1187	38
	GA-US-PH-6						35
	GA-US-Q-6						25
	GA-T-A-6						1-2
	GA-T-R-6						0-1
9	GA-T-PH-6a	42	42.9	860	1605.5	1506.5	35
	GA-US-Q-6a						30
	GA-US-GM-6a						25
	GA-T-PH-6a						8
	GA-T-A-6a						0-2
	GA-T-R-6a						0-2
10	GA-BST-KS-8e	42.9	43.8	940	1579	1016	50
	GA-BST-KPH-8e						20
	GA-BST-M-8e						3
	GA-T-A-8e						0-2
	GA-T-R-8e						0-2
	GA-BS-GM-8e						25
11	GA-BST-KS-8f	43.8	44.7	921	1069	905	100
12	GA-BST-KPH-8f	44.7	44.8	75	1078	1060	87
	GA-T-R-8f						0-13
	GA-T-A-8f						0-13
13	GA-BST-KS-8f	44.8	45.1	346	1111.5	1023	100
14	GA-BCA-A-10g	45.1	45.5	390	1199.5	1092	85
	GA-BCA-GS-10g						15
15	GA-BCA-GS-10g	45.5	47	1540	1134	590.5	90
	GA-BCA-A-10g						10

Tabelle 2: Kilometrierung, Überdeckung und lithologische Zusammensetzungen der Homogenbereichen

Tabella 2: Chilometraggio, copertura e composizione litologica dei domini geomeccanici omogenei

Im detaillierten geomechanischen Bericht [2] sind die Parameter der Gebirgstypen auf der Basis der vorhandenen Parameter, die im generellen geomechanischen Bericht [1] dargestellt sind, weiter verarbeitet worden.

Dabei wird eine statistische Verteilung von den Ausgangswerten RMR und GSI erlaubt, um mehrere geomechanische Klassen zu simulieren. Die Werte von γ_k , $\sigma_{c,k}$, $E_{i,k}$ und $m_{i,k}$ sind also konservativer angesetzt, im Vergleich mit den gemittelten geomechanischen Basisparametern.

Von diesen Resultaten hängt die Zuteilung der geomechanischen Klassen innerhalb der verschiedenen Gebirgstypen ab.

Der intensive Rückzug der tektonischen Einheiten und der Lithologien verursacht die Wiederholung einiger Gebirgsarten, welche sehr ähnliche Charakteristika zeigen.

Folglich werden die Homogenbereiche aus Projektierungszwecken in Bemessungsschnitte weiter eingeteilt.

Nella relazione geomeccanica di dettaglio [2] vengono rielaborati i parametri dei tipi di ammasso roccioso partendo dai parametri geomeccanici di base riportati nella Relazione geomeccanica generale [1].

In questa sede i valori di RMR e GSI di base vengono ridistribuiti in modo statistico al fine di simulare più classi geomeccaniche, e fornendo per γ_k , $\sigma_{c,k}$, $E_{i,k}$ ed $m_{i,k}$ dei valori più conservativi rispetto al valor medio dei parametri geomeccanici di base.

Da questi risultati dipende l'assegnazione delle classi geomeccaniche all'interno dei diversi ammassi.

Il ripetersi delle unità tettoniche e delle litologie correlate lungo il tracciato fa sì che alcuni domini omogenei presentino caratteristiche molto simili.

Di conseguenza, ai fini della progettazione, i domini geomeccanici omogenei vengono ulteriormente raggruppati in sei settori di calcolo.

Bemessungsschnitte / Settori di calcolo	Kilometrierung Oströhre von (km) / Progressiva Galleria principale canna est - (km)	Bis (km) /a (km)	Schnittlänge (km) / Lunghezza tratta (km)	Tektonische Einheiten / Unità tettoniche
OB-6-ZG	32+000	35+990	3+990	Subpennisches Basament (Zentralgneis und altes Dach). / Basamento Subpennidico
OB-5-UST	35+990	37+320	1+330	Untere Schieferhülle / Schieferhülle inf.
OB-4-BS	37+320	40+970	3+650	Obere Schieferhülle (Pfitscherdecke) / Schieferhülle sup. (Falda di Vizzate)
OB-3-US	40+970	43+200	2+230	Untere Schieferhülle - Obere Schieferhülle (Pfitscherdecke und basis Glocknerdecke) / Schieferhülle inf.- Schieferhülle sup. (Falda di Vizzate e base falda del Glockner)
OB-2-BST	43+200	45+105	1+905	Obere Schieferhülle (Glocknerdecke) / Schieferhülle superiore (Falda del Glockner)
OB-1-BCA	45+105	47+025	1+920	Ostalpin / Austroalpino

Tabelle 3: Charakterisierung der Bemessungsschnitten [2]

Tabella 3: Caratterizzazione dei settori di calcolo [2]

Für jeden Bemessungsschnitt werden die massgebenden Parameter anhand des Gebirgstyps mit den ungünstigsten Verhältnissen und der maximalen Überdeckung definiert. Von dieser Definition sind Rauhwacken, Kreide und Störungszonen ausgeschlossen.

Per ogni settore di calcolo vengono stabiliti i parametri rappresentativi prendendo come riferimento il tipo di ammasso con caratteristiche geomeccaniche meno favorevoli, escludendo carniolate, gessi e faglie, ed in base alle coperture ivi presenti.

Die Anwendung der Lithologien mit Rauhwacken, Kreide und Störungszonen für die Definition der massgebenden Parameter wäre im Ansatz viel zu konservativ und nicht repräsentativ für den ganzen Bemessungsabschnitt. Die Durchquerungen sind separat im Bericht für Störzonenbewältigung beschrieben.

Auf der Basis dieser Wahl werden die charakteristischen Widerstands- und Verformungsparameter der Gebirgstypen für die entsprechenden Bemessungsschnitte bestimmt. Diese Parameter werden in der Folge für die Gebirgsanalyse (Kapitel 4), für die Analyse der Ausbruchsicherung (Kapitel 5) und für die Analyse der Innenschale (Kapitel 6) angewendet.

L'attraversamento delle litologie con carniole, gessi e le zone di faglia, che imporrebbero l'uso di parametri non rappresentativi e troppo conservativi lungo le tratte, viene descritto separatamente nella relazione interventi speciali.

In base a questa scelta verranno quindi adottati i valori caratteristici dei parametri di resistenza e deformabilità dei corrispettivi tipi di ammasso roccioso per le analisi dell'ammasso roccioso (capitolo 4), del rivestimento di prima fase (capitolo 5) e del rivestimento definitivo (capitolo 6).

settori di calcolo	chilometraggio	peculiarità
OB6	34.3	granito, copertura massima, tratta omogenea
OB5	36	scisti di anidrite, pressione di rigonfiamento
OB4	40.2	complesso dei calcescisti, convergenze elevate
OB3	42	scisti di anidrite, pressione di rigonfiamento
OB2	44	complesso dei calcescisti, tratta omogenea

Tabelle 4: Massgebende Kilometrierung und Besonderheiten der Bemessungsschnitte

Tabella 4: Chilometraggi rappresentativi dei settori di calcolo e loro peculiarità

Die Gebirgsanalysen bei den massgebenden Kilometrierungen sind entscheidend für die Definition der Regelprofile und der Sondermassnahmen entlang der Projektierungsstrecke.

Die Wichtigkeit der Charakterisierung der Bemessungsschnitte liegt in der Lokalisierung der kritischen Zonen, bei welchen Sondermassnahmen angewendet werden müssen.

3.2.1 Geomechanische Parameter

Geologische Werte und Klasseneinteilung der Gebirgstypen entsprechend der massgebenden Kilometrierung, sind in der folgenden Tabelle gezeigt [2].

Diese Werte werden für die Analyse des Gebirgsverhaltens (Kapitel 4), der Ausbruchsicherung (Kapitel 5) und der Innenschale (Kapitel 6) angewendet.

Le analisi eseguite ai chilometri rappresentativi dei settori di calcolo si rivelano decisive per la determinazione delle sezioni tipo applicate e delle misure di consolidamento da usare lungo le tratte d'interesse.

L'importanza della caratterizzazione dei settori di calcolo si rivela anche nella localizzazione delle zone critiche.

3.2.1 Parametri geomeccanici

I valori geologici e la suddivisione in classi dei tipi di ammasso roccioso corrispondenti ai chilometraggi rappresentativi dei settori di calcolo sono riportati nella seguente tabella [2].

Questi valori verranno applicati per le analisi del comportamento dell'ammasso roccioso (capitolo 4), del rivestimento di prima fase (capitolo 5) e del rivestimento definitivo (capitolo 6).

Settori di calcolo	Zone Number	Rock mass name	Class [-]	GSI	σ_{ci} [MPa]	m_i	E_i [GPa]	γ [kN/m ³]
6	1	GA-ZG-G-1z	II	70	218	30	50	25.3
	2	GA-ZG-G-1b	III	70	115	23	46	26.3
5	3	GA-UST-PH-2b	IV	35	71	8	43.4	27
	4	GA-T-M-2b	III	55	60	14	40	27
4	5	GA-BS-KS-4b	III	50	98	13	40.5	26.9
	6	GA-BS-KS-4c	III	50	98	13	40.5	26.9
	7	GA-BS-GM-5c	III	-	-	-	-	-
3	8	GA-T-PH-6	III	40	90	11	39.2	27.4
	9	GA-T-PH-6a	IV	35	71	8	43.4	27
2	10	GA-BST-KS-8e	III	50	41	12	43	26.6
	11	GA-BST-KS-8f	III	50	41	12	43	26.6
	12	-	-	-	-	-	-	-
	13	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 5: Charakterisierung der Gesteinsarten für jeden Homogenbereich und deren prozentuelle Verteilung [1] **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**

Tabella 5: Caratterizzazione degli ammassi di ciascuna zona omogenea e distribuzione probabilistica delle diverse classi[1]

Settori di calcolo	Zone Number	Rock mass name	Class [-]	Zone max overburden [m]	γ [kN/m ³]	Φ_{picco} [°]	Φ_{res} [°]	c_{picco} [MPa]	c_{res} [MPa]	E_m [GPa]	ψ [°]
6	1	GA-ZG-G-1z	II	1715	25.3	48.96	40.15	8.22	5.03	20.3	7.96
	2	GA-ZG-G-1b	III	1502	26.3	21.77	16.93	2.2	1.46	3.93	2.72
5	3	GA-UST-PH-2b	IV	1015	27	11.98	10.73	0.6	0.49	0.21	0
	4	GA-T-M-2b	III	1006.5	27	29.55	25.11	2.2	1.6	4.41	3.69
4	5	GA-BS-KS-4b	III	886	26.9	33.6	28.98	2.28	1.67	4.4	4.2
	6	GA-BS-KS-4c	III	864	26.9	38.07	30.38	16.54	1.79	11.1	4.76
	7	GA-BS-GM-5c	III	1251	-	-	-	-	-	-	-
3	8	GA-T-PH-6	III	1512	27.4	27.73	22.83	3.04	2.13	5.8	3.47
	9	GA-T-PH-6a	IV	1605.5	27	10.15	9.12	0.78	0.64	0.2	0
2	10	GA-BST-KS-8e	III	1579	26.6	25.14	19.04	2.71	1.72	11.4	3.14
	11	GA-BST-KS-8f	III	1069	26.6	28.07	21.47	2.13	1.35	11.1	3.51
	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 6: Charakteristische Gebirgsparameter für die verschiedenen Zonen und Klassen [2].

Tabella 6: Parametri caratteristici dell'ammasso nelle diverse zone e classi [2].

Wobei:

- Φ_{picco} ist der vornehmliche Reibungswinkel
- Φ_{res} ist der restliche Reibungswinkel
- c_{picco} ist die vornehmliche Kohäsion
- c_{res} ist die restliche Kohäsion
- E_{m} ist das Elastizitätsmodul des Gebirges
- ψ ist die Dilatanz.

Dove:

- Φ_{picco} è la resistenza al taglio di picco
- Φ_{res} è la resistenza al taglio residua
- c_{picco} è la coesione di picco
- c_{res} è la coesione residua
- E_{m} è il modulo d'ammasso
- ψ è la dilatanza.

3.3 TRENNFLÄCHENORIENTIERUNG

Auf der Basis der in der Regelplanung verfügbaren Daten wurden die folgenden Trennflächen berücksichtigt [2].

3.3 ORIENTAMENTO DELLE DISCONTINUITÀ

Sulla base dei dati disponibili dalla progettazione di sistema [2] sono state considerate le discontinuità riportate di seguito.

Famiglie di discontinuità	Immersione [°]	Inclinazione [°]	Persistenza max. [m]
GA-BST-KS-8e, GA-BST-KPH-8e			
S	350	70	3-10
J1	180	70	<1
J2	85	80	1-3
J3	320	80	1-3
J4	220	80	1-3
GA-BST-KS-8f			
S	355	60	3-10
J1	285	85	<1
J2	110	75	1<
J3	50	65	3-10

Tabelle 7: Trennflächenorientierung im Bemessungsschnitt OB2

Tabella 7: Giacitura delle discontinuità nel settore OB2

Famiglie di discontinuità	Immersione [°]	Inclinazione [°]	Persistenza max. [m]
GA-T-PH-6, GA-US-PH-6			
S	310	25	3-10
J1	180	85	1-3
J2	80	85	<1
J3	265	70	<1
J4	50	80	1-3
GA-T-PH-6a, GA-US-O-6a			
S	350	80	3-10
J1	180	85	1-3
J2	80	85	<1
J3	235	70	<1
J4	50	80	1-3

Tabelle 8: Trennflächenorientierung im Bemessungsschnitt OB3

Tabella 8: Giacitura delle discontinuità nel settore OB3

Famiglie di discontinuità	Immersione [°]	Inclinazione [°]	Persistenza max. [m]
GA-BS-KS-4b, GA-BS-GM-4b			
S	170	85	1-3
J1	185	60	1-3
J2	80	85	1-3
J3	100	40	1-3
J4	50	75	1-3
J5	265	20	3-10
GA-BS-KS-4c, GA-BS-GM-4c			
S	345	60	3-10
J1	350	80	1-3
J2	85	80	1-3
J3	250	75	1-3
J4	345	5	<1
GA-BS-GM-5c, GA-BS-KS-5c			
S	350	40	1-3
J1	10	80	1-3
J2	260	70	1-3
J3	90	70	1-3
J4	230	80	3-10
J5	30	0	<1

Tabelle 9: Trennflächenorientierung im Bemessungsschnitt OB4

Tabella 9: Giacitura delle discontinuità nel settore OB4

Famiglie di discontinuità	Immersione [°]	Inclinazione [°]	Persistenza max. [m]
GA-UST-PH-2b, GA-T-PH-2b			
S	175	80	1-3
J1	360	80	1-3
J2	90	85	3-10
J3	325	70	<1
J4	215	85	<1
GA-UST-H-2b, GA-T-H-2b			
nessun dato/keine Angaben			

Tabelle 10: Trennflächenorientierung im Bemessungsschnitt OB5

Tabella 10: Giacitura delle discontinuità nel settore OB5

Famiglie di discontinuità	Immersione [°]	Inclinazione [°]	Persistenza max. [m]
GA-ZG-G-1z			
S	160	80	1-3
J1	85	85	1-3
J2	325	70	1-3
J3	50	80	1-3
GA-ZG-G-1b			
S	180	80	1-3
J1	160	80	1-3
J2	85	85	1-3
J3	325	70	1-3
J4	50	80	1-3

Tabelle 11: Trennflächenorientierung im Bemessungsschnitt OB6

Tabella 11: Giacitura delle discontinuità nel settore OB6

3.4 TRENFLÄCHENPARAMETER

Analog zum Bericht [2] werden auf der sicheren Seite die folgenden Scherparameter auf Trennflächen berücksichtigt, die auch die ungünstigsten Trennflächenbedingungen in Betrachtung nehmen (ebenen glatten Harnischflächen, Chloritisierung, tonige Füllungen mit Wasseranwesenheit, usw.):

- $\Phi = 20^\circ$
- $c = 0 \text{ MPa}$

3.4 PARAMETRI DELLE DISCONTINUITÀ

Analogamente al Rapporto [2], si adottano parametri conservativi per tenere in considerazione eventuali condizioni sfavorevoli delle discontinuità (superfici planari e lisce, riempimenti argillosi e presenza d'acqua, ecc.):

- $\Phi_k = 20^\circ$
- $c_k = 0 \text{ MPa}$

4 BEMESSUNG DER AUSKLEIDUNGEN

Die Bemessung der Hauptröhre beim Anschluss mit der Querverbindung stützt sich auf die Einwirkungen, die für die Bemessung des Regelprofils in den bezüglichen Berichten erklärt sind und auf die geomechanischen Eigenschaften aus dem vorherigen Kapitel.

Hierzu sind zwei Momente zu berücksichtigen:

- 1) In der ersten Phase, die dem Ausbruch der Querverbindung entspricht, muss die Standfestigkeit des Tunnels kurzfristig gewährleistet werden, unter der Mitwirkung der Aussenschale der intakten Abschnitte des Hauprohrs;
- 2) In der zweiten Phase, die dem Aufbau der Innenschale in der Anschlusszone und in der Querverbindung entspricht, müssen die Einwirkungen wieder in langfristiger Hinsicht homogen verteilt werden.

4 DIMENSIONAMENTO DEI RIVESTIMENTI

Il dimensionamento del rivestimento della galleria all'innesto con i cunicoli trasversali si basa sulle considerazioni dei carichi utilizzati per il dimensionamento della galleria corrente, nel breve e nel lungo termine, secondo quanto riportato nelle relazioni di calcolo specifiche e sulla base della caratterizzazione geomeccanica richiamata al capitolo precedente.

Con riferimento a tali carichi, il dimensionamento dei rivestimenti presenta due momenti di verifica:

- 1) in prima fase, corrispondente allo scavo del cunicolo trasversale, è necessario garantire la stabilità della galleria nel breve termine, anche in collaborazione con il rivestimento di prima fase dei tratti di galleria a sezione integra;
- 2) in seconda fase, corrispondente al completamento della struttura in c.a. nella zona di innesto e del cunicolo trasversale, si deve equilibrare la totalità dei carichi di lungo termine.

5 AUSBRUCHSICHERUNG

Für die Bemessung der Zusatzmassnahmen der Aussenschale muss die Grenzspannung 'P_{Rd}' der Auskleidungen grösser als die Auswirkungen 'P_{Ed}' des statischen Systems sein.

$$P_{Rd} > P_{Ed}$$

Die Einwirkungen auf das Bauwerk resultieren aus den Einwirkungen des intakten Regelprofils 'P_{rif}', welche mit einem geometrieabhängigen Koeffizient R multipliziert werden.

$$P_{Ed} = P_{rif} \cdot R \cdot \gamma_G$$
$$R = 1 + \frac{b/2}{L_{zona-rinf}}$$

Unter Berücksichtigung der Querverbindungsbreite 'b' ≈ 5.5 m und der Länge der verstärkten Zone des Hauptrohrs 'L_{zona-rinf}' = 4.5m resultiert der Koeffizient:

$$R = 1.6$$

5.1 HAUPTRÖHRE GL-IN-CT

Es wird realistischerweise angenommen, dass die Querverbindung in einem Abstand von der Ausbruchfront ausgeführt wird, bei welcher der Gebirgsdruck schon abgebaut ist. Dementsprechend wird die Einwirkung 'P_{rif}' durch das Eigengewicht des Tubbingelement plus dem Gewicht der dort massgebenden Ablösung (Bruchkörper) bestimmt.

$$P_{rif} = P_{concio} + P_{blocco}$$

Das Gewicht der grössten Auflösung wird mit UNWEDGE 3.0 berechnet.

5 RIVESTIMENTI DI PRIMA FASE

Il dimensionamento degli interventi integrativi di prima fase è condotto verificando che la pressione di confinamento 'P_{Rd}' fornita dai rivestimenti sia maggiore del carico che insiste sul rivestimento 'P_{Ed}'.

$$P_{Rd} > P_{Ed}$$

Il carico che insiste sul rivestimento è uguale al carico di riferimento della sezione corrente 'P_{rif}' amplificato per un coefficiente R funzione della geometria delle canna interessate e per il coefficiente sulle azioni $\gamma_G=1.3$.

$$P_{Ed} = P_{rif} \cdot R \cdot \gamma_G$$
$$R = 1 + \frac{b/2}{L_{zona-rinf}}$$

Considerando la larghezza 'b' dei cunicoli trasversali, pari a circa 5.5m, e la lunghezza della zona rinforzata lungo le gallerie correnti 'L_{zona-rinf}'=4.5m, il coefficiente di amplificazione dei carichi risulta uguale a:

$$R = 1.6$$

5.1 GALLERIE DI LINEA GL-IN-CT

Ammettendo realisticamente la realizzazione del cunicolo ad una distanza dal fronte tale da ottenere delle pressioni d'ammasso nulle, la pressione di riferimento della sezione corrente 'P_{rif}' è definita dal peso proprio del concio sommata al più grande blocco gravitativo ivi possibile.

$$P_{rif} = P_{concio} + P_{blocco}$$

Il peso del più grande blocco deriva dall'analisi con UNWEDGE 3.0.

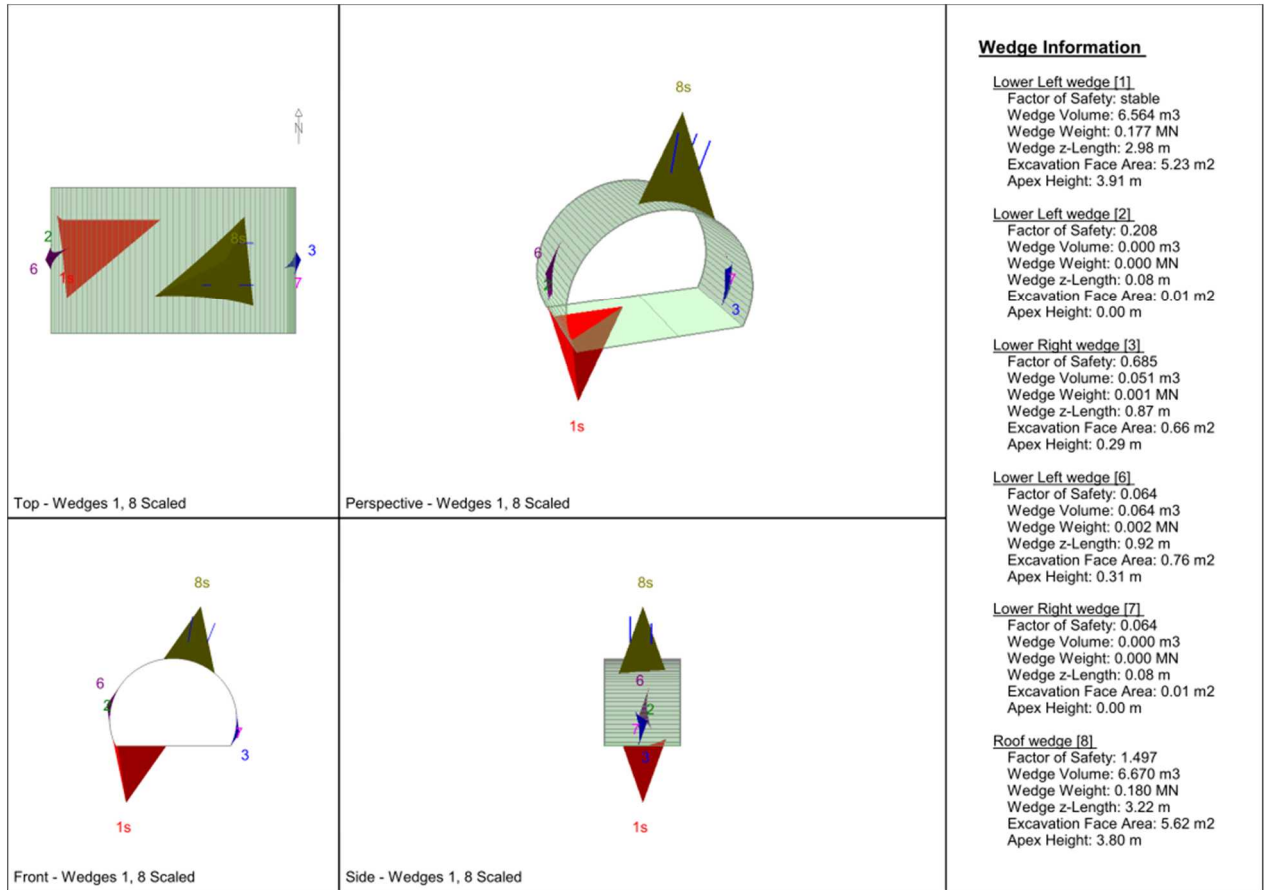


Abbildung 1: Resultate für den Gebirgstyp GA-BST-KS-8e

Figura 1: Risultati per il tipo d'ammasso GA-BST-KS-8e

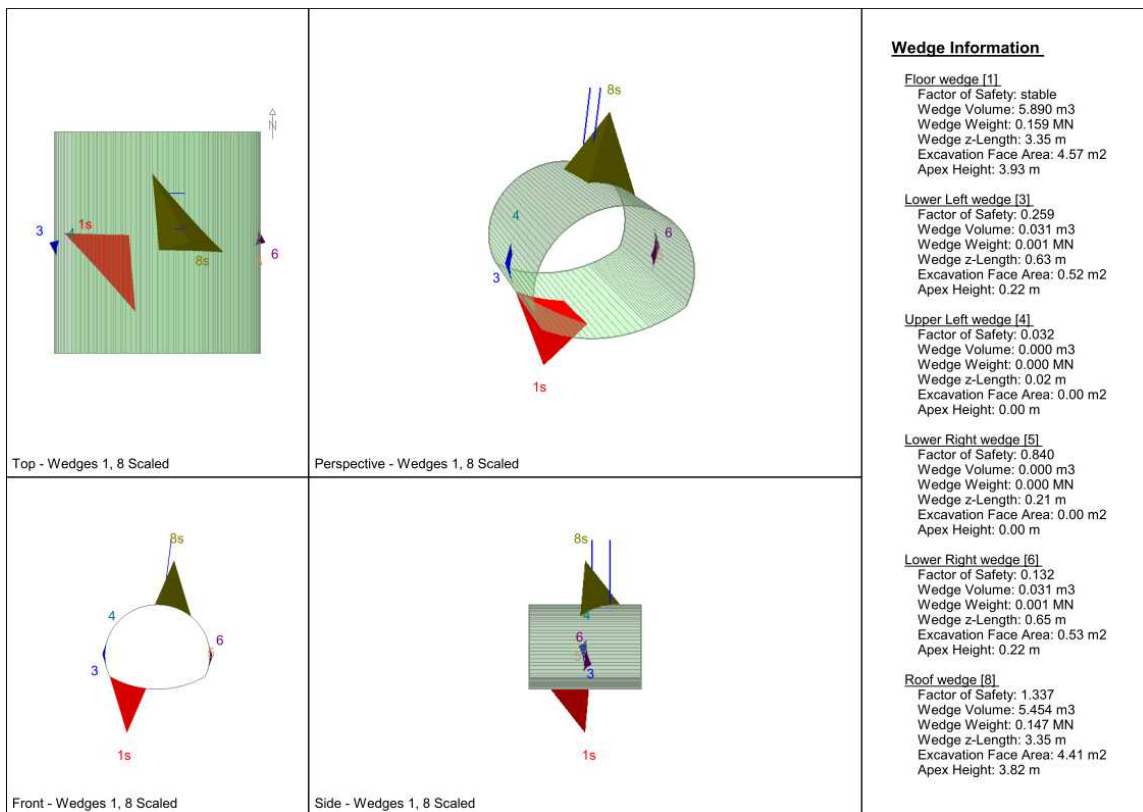


Abbildung 2: Resultate für den Gebirgstyp GA-T-PH-6

Figura 2: Risultati per il tipo d'ammasso GA-T-PH-6

GL-IN-CTa	Peso blocco	Peso concio	R	γ_G	P_Ed
	[kN]	[kN]	[-]	[-]	[kN]
GA-BST-KS-8e flache Sohle	180	75	1.6	1.3	530
GA-T-PH-6 arco rovescio	147	85	1.6	1.3	483

Tabelle 12: Resultat der auf die Aussenschale ausgeübten Einwirkungen

Tabella 12: Risultato dei carichi che insistono sul rivestimento

Die Grenzspannung 'P_{Rd}' der Aussenschale besteht aus dem Widerstand der Anker 'P_{Rd,chiodi}' und wird wie folgt berechnet:

La pressione di confinamento fornita dal rivestimento di prima fase 'P_{Rd}' è uguale quella fornita dai chiodi 'P_{Rd,chiodi}', valutata mediante la seguente relazione:

$$P_{Rd,chiodi} = \frac{N_{yk}}{A_{inf} \cdot \gamma_s}$$

$$P_{Rd,chiodi} = \frac{N_{yk}}{A_{inf} \cdot \gamma_s}$$

Wobei:

- N_{yk} = Streckgrenze
- A_{inf} = Einflussfläche jedes Ankers
- Y_s = Teilsicherheitsbeiwert des Stahls (1.15).

Dove:

- N_{yk} = Resistenza caratteristica a snervamento dei chiodi
- A_{inf} = Area di influenza di ciascun chiodo
- Y_s = Coefficiente parziale di sicurezza sull'acciaio (1.15).

Die Verstärkungsmassnahmen werden 4.5 m vor und nach dem Querverbindungsaustrich angewendet.

Il rinforzo degli interventi di prima fase viene applicato nei due tratti di circa 4.5m a cavallo dell'interferenza con il cunicolo trasversale.

	N _{yk}	#	A _{inf}	γ _s	P _{Rd}
	[kN]	[-]	[m ²]	[-]	[kN]
Dywidag SNØ28	413	2	0.25	1.15	718

Tabelle 13: Resultat der Anker

Tabella 13: Risultato degli ancoraggi

Gemäss vorheriger Tabelle sind die Verstärkungsmassnahmen für das Hauptrohr im Anschlussbereich in der Lage, eine Grenzspannung von P_{Rd} > 700 kN (zwei Dywidag SNØ28, N_{yk} = 413kN) pro Tübbingelement aufzunehmen. Dabei berücksichtigt man konservativerweise den Beitrag des Spritzbetons nicht. Die Grenzspannung ist immer kleiner als die Einwirkungen auf die Aussenschale. Die Analysen sind im Anhang 4 zu verfolgen.

Come si evince dalla tabella i provvedimenti costruttivi previsti lungo la galleria di linea in corrispondenza degli innesti sono in grado di fornire una pressione di confinamento pari a P_{Rd} > 700 kN (due Dywidag SNØ28 da N_{yk} = 413kN) per concio trascurando conservativamente il contributo del betoncino proiettato. Essa è sempre superiore ai carichi che insistono sul rivestimento.

5.2 QUERVERBINDUNGEN CT-IN-GL

Für die ersten 3 Abschlagslängen der Querverbindungen (entspricht einer Länge von 4.5 m) gelten für die Dimensionierung der Ausbruchsicherung die gleichen

5.2 CUNICOLI TRASVERSALI CT-IN-GL

Per i primi tre sfondi dei cunicoli trasversali valgono le stesse considerazioni delle gallerie di linea.

Überlegungen wie bei den Hauptröhren.

Es wird realistischere angenommen, dass die Ausführung der Ausbruchsicherung in einem Abstand von der Ausbruchfront ausgeführt wird, bei welcher der Gebirgsdruck schon abgebaut ist. Dementsprechend ist die Einwirkung 'P_{rif}' durch das Gewicht der dort massgebenden Ablösung (Bruchkörper) bestimmt.

$$P_{rif} = P_{blocco}$$

Ammettendo realisticamente la realizzazione del rivestimento ad una distanza dal fronte tale da ottenere delle pressioni d'ammasso nulle, la pressione di riferimento della sezione corrente 'P_{rif}' è definita dal peso del più grande blocco gravitativo ivi possibile.

$$P_{rif} = P_{blocco}$$

Das Gewicht der grössten Auflösung wird mit UNWEDGE 3.0 berechnet.

Il peso del più grande blocco deriva dall'analisi con UNWEDGE 3.0.

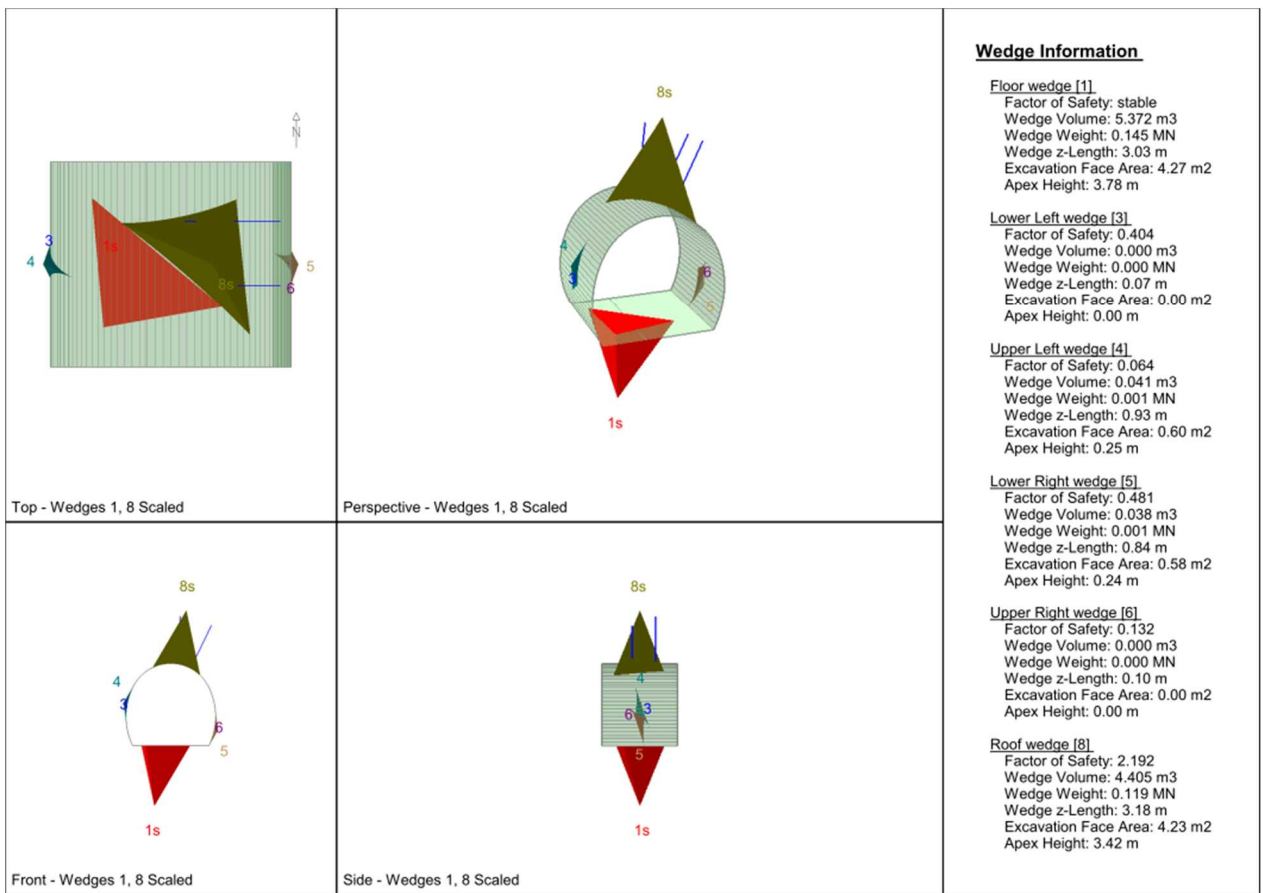


Abbildung 3: Resultate für den Gebirgstyp GA-BST-KS-8e

Figura 3: Risultati per il tipo d'ammasso GA-BST-KS-8e

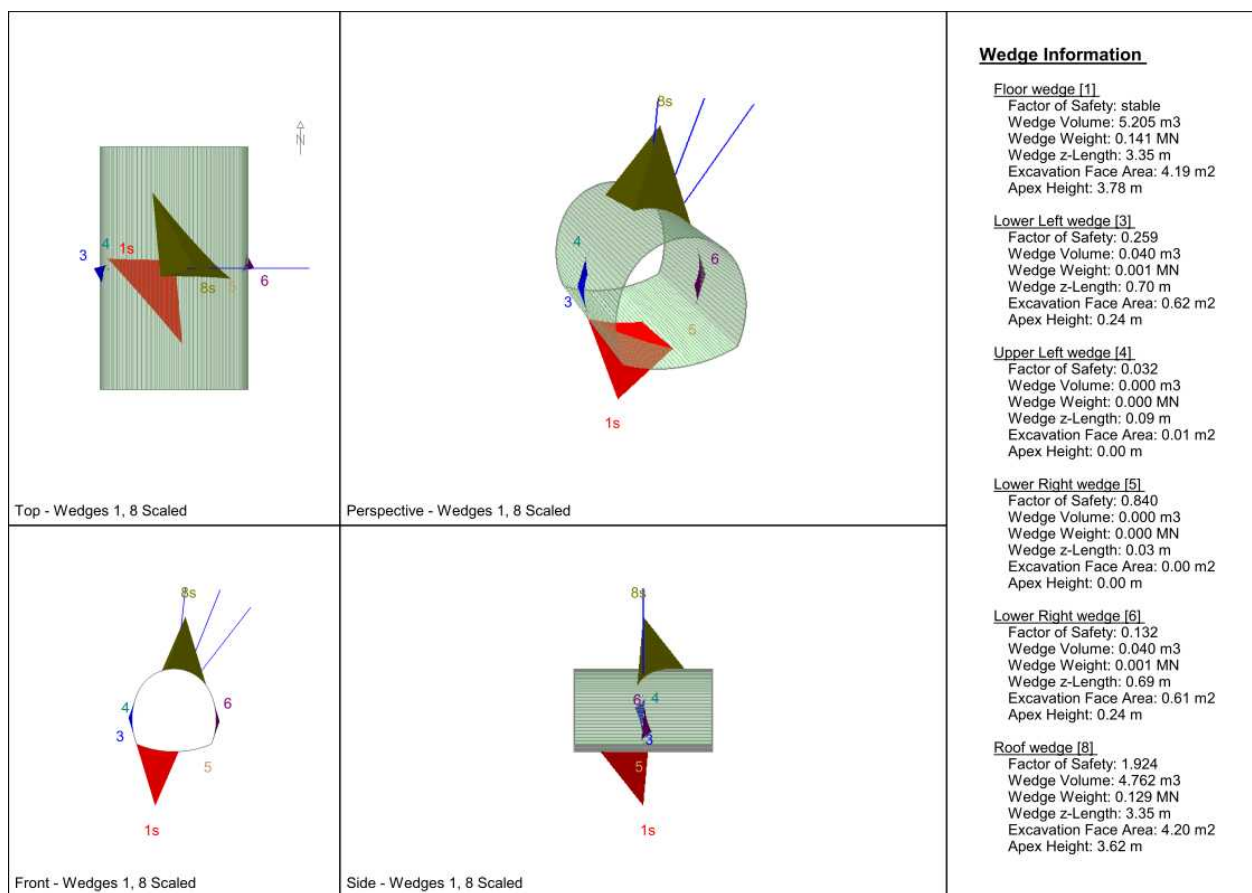


Abbildung 4: Resultate für den Gebirgstyp GA-T-PH-6

Figura 4: Risultati per il tipo d'ammasso GA-T-PH-6

CTa-IN-GL	Peso blocco	R	γ_G	P_Ed
	[kN]	[-]	[-]	[kN]
GA-BST-KS-8e	119	1.6	1.3	248
GA-T-PH-6	129	1.6	1.3	268

Tabelle 14: Resultat der auf die Aussenschale ausgeübten Einwirkungen

Tabella 14: Risultato dei carichi che insistono sul rivestimento

Die Grenzspannung 'P_{Rd}' der Aussenschale besteht aus dem Widerstand der Anker 'P_{Rd,Chiodi}' und wird wie folgt berechnet:

La pressione di confinamento fornita dal rivestimento di prima fase 'P_{Rd}' è uguale quella fornita dai chiodi 'P_{Rd,Chiodi}', valutata mediante la seguente relazione:

$$P_{Rd,Chiodi} = \frac{N_{yk}}{A_{inf} \cdot \gamma_s}$$

$$P_{Rd,Chiodi} = \frac{N_{yk}}{A_{inf} \cdot \gamma_s}$$

Wobei:

- N_{yk} = Streckgrenze
- A_{inf} = Einflussfläche jedes Ankers
- Y_s = Teilsicherheitsbeiwert des Stahls (1.15).

Dove:

- N_{yk} = Resistenza caratteristica a snervamento dei chiodi
- A_{inf} = Area di influenza di ciascun chiodo
- Y_s = Coefficiente parziale di sicurezza sull'acciaio (1.15).

Der Beitrag des Spritzbetons wird konservativ vernachlässigt.

Il contributo del betoncino proiettato viene conservativamente trascurato.

Die Verstärkungsmassnahmen werden bei den ersten 4.5 m der Querverbindung angewendet.

Il rinforzo degli interventi di prima fase viene applicato nel tratto iniziale di circa 4.5m del cunicolo trasversale.

		N _{yk}	#	A _{inf}	γ _s	P _{Rd}
		[kN]	[-]	[m ²]	[-]	[kN]
Cta-T2	Pm16	140	3	0.28	1.15	365
Cta-T3	Pm16	140	5	8.33	1.15	609
Cta-T3bis	Pm16	140	5	8.33	1.15	609
Cta-T4	Pm24	200	9	8.33	1.15	1565
Cta-T5	Pm19	200	9	8.33	1.15	1565

Tabelle 15: Resultate für die Verankerung

Tabella 15: Risultati degli ancoraggi

Die Resultate bestätigen, dass die Sicherheitsklassen für die Regelquerschnitte der Querverbindungen sich auch für die Anschlüsse eignen.

Esse confermano che la classe di sicurezza scelta per la sezione corrente garantisce stabilità anche nelle zone d'innesto.

6 INNENSCHALE

In der zweiten Phase muss die Kraftableitung der Einwirkungen auf die Innenschale zwischen Haupttröhre und Querverbindung gewährleistet werden. Das angenommene System für die Haupttröhren bedingt einen verstärkten, eingespannten Träger in Übereinstimmung mit dem Ausbruchprofil der Querverbindung.

Der Träger wird von den intakten Teilen der Hauptrohrhülle abgestützt. Aus diesem Modell resultiert eine Biegebeanspruchung auf den Träger, die durch die einwirkende Normalkraft aus der Innenschale des intakten Hauptrohrquerschnitts kommt. Die Bemessung der Innenschale besteht aus drei Schritten:

- 1) Bemessung des verstärkten Trägers / Zulagebewehrung
- 2) Nachweis der Innenschale für die Haupttröhre im Anschlussbereich
- 3) Nachweis der Innenschale für die Querverbindung

6.1 BEMESSUNG DER ZULAGEBEWEHRUNG

Nachfolgend ist das Modell des verstärkten Trägers dargestellt.

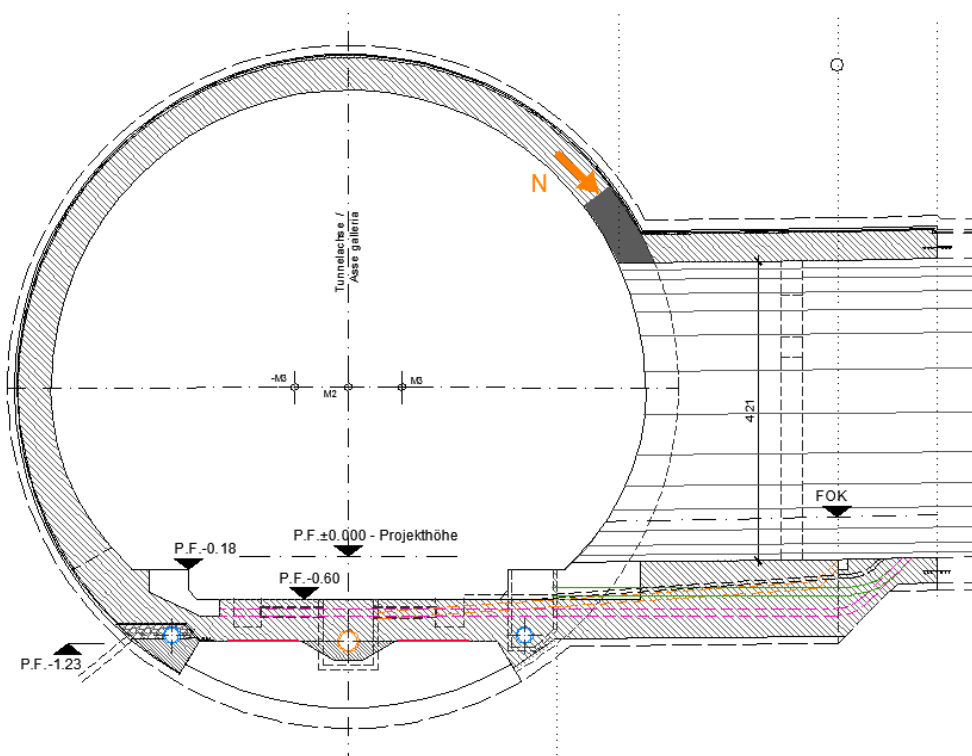


Abbildung 5: Modell des verstärkten Trägers

6 RIVESTIMENTI DEFINITIVI

In seconda fase la totalità del carico viene trasferito al rivestimento della galleria completo del getto del rivestimento del cunicolo trasversale. La schematizzazione utilizzata per le gallerie di linea prevede un'architrave incastrata alle estremità, in corrispondenza della sezione di galleria principale tagliata dal cunicolo trasversale, e sostenuta dai due ritti, posti lateralmente al cunicolo trasversale e costituiti dalle parti di galleria principale integra.

Tale modello comporta uno stato di sollecitazione flessionale nell'architrave, conseguente al carico costituito dal valore dell'azione normale presente nel rivestimento definitivo integro della galleria principale, in corrispondenza della posizione dell'architrave.

Il dimensionamento dei rivestimenti definitivi si compone di tre fasi:

- 1) Dimensionamento dell'architrave
- 2) Verifica dei rivestimenti della galleria a sezione integra adiacente al cunicolo trasversale
- 3) Verifica dei rivestimenti del cunicolo trasversale.

6.1 DIMENSIONAMENTO DELL'ARCHITRAVE

Di seguito è riportato il modello dell'architrave.

Figura 5: Modello dell'architrave

Es werden folgende Zustände geprüft:

- 1) Bemessung der Zugkraft und Bewehrungszulagen
- 2) Kontrolle Druckkraft auf anschliessende Nebenröhre
- 3) Kontrolle konzentrierte Krafteinleitung im Sohlbereich

Die Nachweise stützen sich auf die Normalkrafteinwirkung am intakten Querschnitt, welche in die Komponenten der Hauptrichtungen zerlegt werden

Vengono verificati:

- 1) Dimensionamento della tensione e delle armature aggiuntive per la trave
- 2) Controllo della pressione sul cunicolo adiacente
- 3) Controllo del flusso di forze nella zona di platea.

Le verifiche fanno riferimento alle azioni normali della sezione intatta delle gallerie di linea. Questa azione viene scomposta nelle direzioni principali del tunnel.

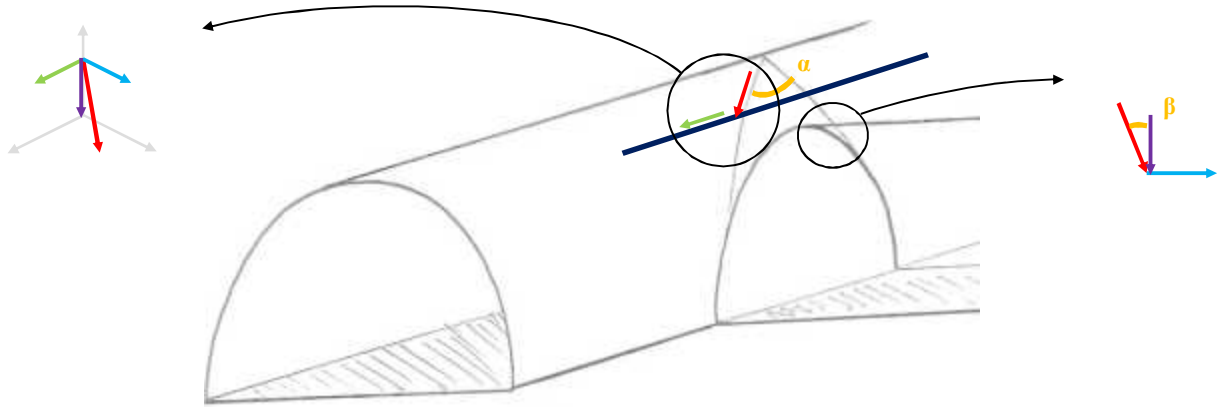


Abbildung 6: Schema der Einwirkungen auf den Träger

Figura 6: Schema delle azioni sull'architrave

Die Normalkraft aus der Innenschale der Hauptröhre fließt um die Öffnung (Winkel α) herum. Die rote Einwirkung entspricht der umfließenden Normalkraft, welche sich je nach Position um den Winkel β neigt und somit ihre Größe verändert. Die einwirkende Normalkraft am homogenen Querschnitt ohne Öffnung ist N_d .

Die grüne Komponente in Längsrichtung der Hauptröhre ist die Zugkraft, welche für die Dimensionierung der Zulagebewehrung massgebend ist. Es wird der Winkel β auf Höhe der Zulagebewehrung berücksichtigt. Die blaue Komponente ist für die Kontrolle der Druckspannungen auf die Querverbindung massgebend. Die maximale Druckkraft resultiert aus dem Schnitt im First der anschliessenden Querverbindung.

Die violette Komponente dient zur Kontrolle der Krafteinleitung im Sohlbereich

L'azione normale della sezione integra della galleria di linea fluisce intorno all'apertura α . La freccia rossa rappresenta il flusso dell'azione normale intorno all'angolo α , la quale dipende dalla posizione lungo il contorno (angolo β). L'azione normale della sezione integra viene rappresentata come N_d .

La componente verde in direzione del tunnel rappresenta la forza rispetto alla quale viene dimensionata l'armatura addizionale dell'architrave rispetto alla sezione integra. Viene considerato l'angolo β all'altezza dell'inserimento del rinforzo per l'architrave.

La componente azzurra viene considerata per il controllo della pressione sul cunicolo adiacente. La pressione massima risulta al contatto con l'altezza massima del cavo del cunicolo trasversale.

La componente viola viene considerata per il controllo del flusso delle forze, e risulta decisiva in zona della platea.

N_d	3700 kN/m
Z_d	1385 kN/m
D_d	1850 kN/m
L_d	$3700 \text{ kN} * 3.5 \text{ m} = 12'000 \text{ kN/m}$

Tabelle 16: Einwirkungen auf den Träger

Tabella 16: Azioni sull'architrave

- 1) Die Auswirkungen bei den Auflagern und in Feldmitte ergeben sich zu:

$$\begin{cases} M_{inc} = \frac{N \cdot L^2}{12} \\ V_{inc} = \frac{N \cdot L}{2} \end{cases} \quad \begin{cases} M_{mezz} = \frac{N \cdot L^2}{24} \\ V_{mezz} = 0 \end{cases}$$

Daraus ergibt sich für die Zulagebewehrung 2 Lagen von 4φ26.

- 2) Die Kontrolle der Druckkraft auf anschliessende das Nebenröhre ist für den Betonquerschnitt 35 cm x 1 m erfüllt.
- 3) Die Kontrolle der Kräfteinleitung im Sohlbereich auf 1 m Breite ist erfüllt.

- 1) Le sollecitazioni all'incastro e in mezzera risultano pari a:

Dalle sollecitazioni sopracitate, le verifiche dell'architrave per sono soddisfatte per un rinforzo di armature rispetto alla sezione integra pari a 2 strati di 4φ26 in zona dell'architrave.:

- 2) Il controllo della pressione sul cunicolo adiacente è soddisfatto per la sezione di calcestruzzo 35 cm x 1 m.
- 3) Il controllo del flusso delle forze in zona di platea è soddisfatto per per una profondità di 1 m..

6.2 NACHWEISE DER INNENSCHALE IM HAUPTROHR

Die lateralen Abstützungen sind von einer M-N Einwirkung beansprucht, die aus dem darauf gestellten Träger zusammen mit der Einwirkung aus dem normalen Regelquerschnitt zusammengesetzt ist.

Für die M-N Einwirkungen der lateralen Abstützungen weden die gewöhnlichen Einwirkungen mit dem folgenden Koeffizien multipliziert:

$$R = 1 + \frac{b/2}{L_{zona-r\ inf}}$$

Unter Berücksichtigung der Querverbindungsbreite 'b' ≈ 5.5 m und der Länge der verstärkten Zone des Hauptrohrs 'L_{zona-rinf}' = 4.5 m resultiert der Koeffizient:

$$R = 1.6$$

Im Anhang 2 sind die Nachweise der Innenschale der Hauptrohren im Anschlussbereich gezeigt, die mit dem FEM-Programm Statik-6 berechnet worden sind.

Die Basis dieser Berechnungen sind die Resultate des intakten GL Querschnitt, gemäss technischem Bericht

6.2 VERIFICA DEI RIVESTIMENTI DELLA GALLERIA

I ritti laterali sono sollecitati da uno stato di pressoflessione, dovuto alla reazione normale d'appoggio dell'architrave oltre allo stato di sforzo (N,M) presente nel rivestimento integro.

In particolare, le azioni nei ritti laterali sono calcolate amplificando quelle presenti nella sezione corrente per il coefficiente:

$$R = 1 + \frac{b/2}{L_{zona-r\ inf}}$$

Considerando la larghezza di scavo 'b' dei cunicoli trasversali, pari a circa 5.5m, e la lunghezza della zona rinforzata lungo le gallerie correnti 'L_{zona-rinf}'=4.5m, il coefficiente di amplificazione dei carichi sui ritti risulta uguale a:

$$R = 1.6$$

In Appendice 2 sono riportate le verifiche dei rivestimenti definitivi delle gallerie di linea in corrispondenza degli innesti, eseguite tramite il programma basato sul Metodo agli Elementi Finiti Statik-6.

La base di questi calcoli fa riferimento alle azioni ricavate in

23055. Jene Einwirkungen werden mit dem Koeffizient R multipliziert. Anhand der Ergebnisse werden die Anschlussquerschnitte armiert.

Die Verstärkungsmassnahmen werden 4.5 m vor und nach dem Querverbindungsausbruch angewendet.

sezione intatta, come ripercorribile nella rispettiva relazione di calcolo, le quali vengono moltiplicate per il fattore di amplificazione. In base ai risultanti sforzi vengono armate le sezioni di innesto.

Il rinforzo degli interventi di prima fase viene applicato nei due tratti di circa 4.5m a cavallo dell'interferenza con il cunicolo trasversale.

GL-MS con concio di base - Anschluss				
	Calcestruzzo C30/37	Arm.rad	Arm.long	Arm.taglio
Calotta	40 cm	2φ14/150	2φ12/300	-
Piedritti	50 cm	2φ14/150	2φ12/300	-
Platea	50 cm	2φ16/150	2φ12/300	-

GL-MS con arco rovescio - Anschluss				
	Calcestruzzo	Arm.rad	Arm.long	Arm.taglio
Calotta	40 cm	2φ20/150	2φ14/300	-
Piedritti	50 cm	2φ20/150	2φ14/300	-
	rinforzo 2. strato	φ20/150	-	-
Platea	160 cm	2φ20/150	2φ14/300	-
	rinforzo 2. strato	φ26/150	-	-

Abbildung 7: Resultate für GL-IN-CT

Figura 7: Risultati GL-IN-CT

6.3 NACHWEIS DER INNENSCHALE IN DER QUERVERBINDUNG

Die Innenschale der Querverbindungen ist von den Einwirkungen des Hauptrohres beansprucht. Diese sind aus den Einwirkungen des Trägers und den aufgeschlagenen Einwirkungen der Innenschale zusammengesetzt.

$$R = 1 + \frac{b/2}{L_{\text{zona-r inf}}}$$

Unter Berücksichtigung der Querverbindungsbreite 'b' ≈ 5.5 m und der Länge der verstärkten Zone des Hauptrohres 'L_{zona-rinf}' = 4.5 m resultiert der Koeffizient:

$$R = 1.6$$

Im Anhang 2 sind die Nachweise der Innenschale der Querverbindungen im Anschlussbereich gezeigt, die mit dem FEM-Programm Statik-6 berechnet worden sind.

Die Basis dieser Berechnungen sind die Resultate des

6.3 VERIFICA DEI RIVESTIMENTI DEL CUNICOLO TRASVERSALE

I rivestimenti definitivi dei cunicoli trasversali sono sollecitati dalle azioni derivanti dalle gallerie di linea. Esse sono composte dall'azione dell'architrave e dalle azioni incrementate del rivestimento definitivo.

$$R = 1 + \frac{b/2}{L_{\text{zona-r inf}}}$$

Considerando la larghezza di scavo 'b' dei cunicoli trasversali, pari a circa 5.5m, e la lunghezza della zona rinforzata lungo le gallerie correnti 'L_{zona-rinf}'=4.5m, il coefficiente di amplificazione dei carichi sui ritti risulta uguale a:

$$R = 1.6$$

In Appendice 2 sono riportate le verifiche dei rivestimenti definitivi dei cunicoli trasversali in corrispondenza degli innesti, eseguite tramite il programma basato sul Metodo agli Elementi Finiti Statik-6.

La base di questi calcoli fa riferimento alle azioni ricavate

intakten Querschnitt der Querverbindungen, gemäss technischem Bericht 23056. Jene Einwirkungen werden mit dem Koeffizient R multipliziert. Anhand der Ergebnisse werden die Anschlussquerschnitte armiert.

Die Verstärkungsmassnahmen werden im ersten Querverbindungsabschnitt angewendet, ca. 4.5 m.

6.3.1 Ergebnisse

Die folgende Tabelle fasst die Resultate der Mindestabmessungen und der Bewehrungen im Anschlussbereich zusammen:

in sezione intatta, come ripercorribile nella rispettiva relazione di calcolo 23056, le quali vengono moltiplicate per il fattore di amplificazione. In base ai risultanti sforzi vengono armate le sezioni di innesto.

Il rinforzo degli interventi di prima fase viene applicato nel primo tratto di cunicolo di circa 4.5m.

6.3.1 Risultati

La seguente tabella riporta un riassunto degli spessori minimi e delle armature considerate nelle verifiche delle gallerie di linea in prossimità degli innesti:

GL-MS con concio di base - Anschluss				
	Calcestruzzo C30/37	Arm.rad	Arm.long	Arm.taglio
Calotta	40 cm	2 ϕ 14/150	2 ϕ 12/300	-
Piedritti	50 cm	2 ϕ 14/150	2 ϕ 12/300	-
Platea	50 cm	2 ϕ 16/150	2 ϕ 12/300	-

GL-MS con arco rovescio - Anschluss				
	Calcestruzzo	Arm.rad	Arm.long	Arm.taglio
Calotta	40 cm	2 ϕ 20/150	2 ϕ 14/300	-
Piedritti	50 cm	2 ϕ 20/150	2 ϕ 14/300	-
	rinforzo 2. strato	ϕ 20/150	-	-
Platea	160 cm	2 ϕ 20/150	2 ϕ 14/300	-
	rinforzo 2. strato	ϕ 26/150	-	-

CT-a-T1-t2-t3				
	Calcestruzzo C30/37	Arm.rad	Arm.long	Arm.taglio
Calotta	35 cm	2 ϕ 16/150	2 ϕ 12/300	2 ϕ 12/150
	rinforzo	ϕ 16/300		
Piedritti	35 cm	2 ϕ 16/150	2 ϕ 12/300	-
Platea	35 cm	2 ϕ 14/150	2 ϕ 12/300	-

CT-a-T4-T5				
	Calcestruzzo C30/37	Arm.rad	Arm.long	Arm.taglio
Calotta	35 cm	2 ϕ 16/150	2 ϕ 12/300	2 ϕ 12/150
	rinforzo	ϕ 16/300		
Piedritti	100 cm	2 ϕ 16/150	2 ϕ 12/300	-
Platea	120 cm	2 ϕ 20/150	2 ϕ 14/300	-

CT-b-T4-T5				
	Calcestruzzo C30/37	Arm.rad	Arm.long	Arm.taglio
Calotta	35 cm	2 ϕ 18/150	2 ϕ 12/300	2 ϕ 16/300
	rinforzo	ϕ 18/300		
Piedritti	35 cm	2 ϕ 18/150	2 ϕ 12/300	-
Platea	35 cm	2 ϕ 12/150	2 ϕ 12/300	-

Tabelle 17: Abmessungen und Bewehrungen der Querschnitte im Anschlussbereich

Tabella 17: Spessori e armature delle sezioni correnti in prossimità degli innesti

7 VERZEICHNISSE

7.1 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Liste der Querverbindungen entlang der Strecke 4	
Tabelle 2: Kilometrierung, Überdeckung und lithologische Zusammensetzungen der Homogenbereichen.....	9
Tabelle 3: Charakterisierung der Bemessungsschnitten [2]10	
Tabelle 4: Massgebende Kilometrierung und Besonderheiten der Bemessungsschnitte.....	11
Tabelle 5: Charakterisierung der Gesteinsarten für jeden Homogenbereich und deren prozentuelle Verteilung [1]Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.	12
Tabelle 6: Charakteristische Gebirgsparameter für die verschiedenen Zonen und Klassen [2].....	12
Tabelle 7: Trennflächenorientierung im Bemessungsschnitt OB2	13
Tabelle 8: Trennflächenorientierung im Bemessungsschnitt OB3	13
Tabelle 9: Trennflächenorientierung im Bemessungsschnitt OB4	14
Tabelle 10: Trennflächenorientierung im Bemessungsschnitt OB5	14
Tabelle 11: Trennflächenorientierung im Bemessungsschnitt OB6	14
Tabelle 12: Resultat der auf die Aussenschale ausgeübten Einwirkungen	18
Tabelle 13: Resultat der Anker.....	18
Tabelle 14: Resultat der auf die Aussenschale ausgeübten Einwirkungen	20
Tabelle 15: Resultate für die Verankerung.....	21
Tabelle 16: Einwirkungen auf den Träger.....	23
Tabelle 17: Abmessungen und Bewehrungen der Querschnitte im Anschlussbereich.....	26

7.2 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Resultate für den Gebirgstyp GA-BST-KS-8e17	
Abbildung 2: Resultate für den Gebirgstyp GA-T-PH-6.....	17
Abbildung 3: Resultate für den Gebirgstyp GA-BST-KS-8e19	
Abbildung 4: Resultate für den Gebirgstyp GA-T-PH-6.....	20
Abbildung 5: Modell des verstärkten Trägers	22

7 ELENCHI

7.1 ELENCO DELLE TABELLE

Tabella 1: Lista dei cunicoli trasversali lungo la tratta	4
Tabella 2: Chilometraggio, copertura e composizione litologica dei domini geomeccanici omogenei.....	9
Tabella 3: Caratterizzazione dei settori di calcolo [2].....	10
Tabella 4: Chilometraggi rappresentativi dei settori di calcolo e loro peculiarità	11
Tabella 5: Caratterizzazione degli ammassi di ciascuna zona omogenea e distribuzione probabilistica delle diverse classi[1]	12
Tabella 6: Parametri caratteristici dell'ammasso nelle diverse zone e classi [2].	12
Tabella 7: Giacitura delle discontinuità nel settore OB2....	13
Tabella 8: Giacitura delle discontinuità nel settore OB3....	13
Tabella 9: Giacitura delle discontinuità nel settore OB4....	14
Tabella 10: Giacitura delle discontinuità nel settore OB5..	14
Tabella 11: Giacitura delle discontinuità nel settore OB6..	14
Tabella 12: Risultato dei carichi che insistono sul rivestimento	18
Tabella 13: Risultato degli ancoraggi.....	18
Tabella 14: Risultato dei carichi che insistono sul rivestimento	20
Tabella 15: Risultati degli ancoraggi	21
Tabella 16: Azioni sull'architrave	23
Tabella 17: Spessori e armature delle sezioni correnti in prossimità degli innesti.....	26

7.2 ELENCO DELLE ILLUSTRAZIONI

Figura 1: Risultati per il tipo d'ammasso GA-BST-KS-8e ..	17
Figura 2: Risultati per il tipo d'ammasso GA-T-PH-6.....	17
Figura 3: Risultati per il tipo d'ammasso GA-BST-KS-8e ..	19
Figura 4: Risultati per il tipo d'ammasso GA-T-PH-6.....	20
Figura 5: Modello dell'architrave.....	22

Abbildung 6: Schema der Einwirkungen auf den Träger... 23
 Abbildung 7: Resultate für GL-IN-CT 25

Figura 6: Schema delle azioni sull'architrave 23
 Figura 7: Risultati GL-IN-CT 25

7.3 ANLAGENVERZEICHNIS

- ANHANG 1 – TABELLEN DER GEBIRGSARTEN
- ANHANG 2 – FEM-ANALYSE DER INNENSCHALE
- ANHANG 3 – BLOCKANALYSE
- ANHANG 4 – BRANDBEMESSUNG

7.3 ELENCO APPENDICI

- APPENDICE 1 - SCHEDE GEOMECCANICHE
- APPENDICE 2 – VERIFICHE STATICHE DEL RIVESTIMENTO DEFINITIVO
- APPENDICE 3 – ANALISI DEI BLOCCHI
- APPENDICE 4 – ANALISI AL FUOCO

7.4 BIBLIOGRAFIE UND QUELLEN

7.4.1 Dokumente der Ausschreibungsplanung

- [1] 02_H61_GD_992_GTB_D0700_13018 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Gesamtbauwerke – Technischer Bericht – Geomechanischer Bericht, Allgemein
- [2] 02_H61_GD_025_GTB_D0700_23001 bis Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Gesamtbauwerke – Technischer Bericht – Geomechanischer Bericht, Detail
- [3] 02_H61_GD_025_GLS_D0700_23002 bis 23008 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Gesamtbauwerke – Längenschnitt – Voraussicht Geomechanisches- und Projektierungsprofile
- [4] 02_H61_EG_991_KLP_D0700_12050 bis 12056 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Gesamtbauwerke – Lageplan – Lageplan der Bauwerke
- [5] 02_H61_TM_030_KRQ_D0700_23350 bis 23354 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Haupttunnel – Regelquerschnitt – Ausbruchsquerschnitte
- [6] 02_H61_TY_030_KRP_D0700_23320 bis 23327 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Haupttunnel – Regelprofil – Regelprofile
- [7] 02_H61_GD_025_KTB_D0700_23053 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Gesamtbauwerke Teil 3 – Technischer Bericht – Leitfaden für die Wahl des Ausbruchsquerschnitte
- [8] 02_H61_OP_025_KTB_D0700_23054 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos

7.4 BIBLIOGRAFIA E FONTI

7.4.1 Documenti in ingresso

- [1] 02_H61_GD_992_GTB_D0700_13018 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali – Relazione tecnica – Relazione geomeccanica generale
- [2] 02_H61_GD_025_GTB_D0700_23001 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali – Relazione tecnica – Relazione geomeccanica di dettaglio
- [3] 02_H61_GD_025_GLS_D0700_23002 fino a 23008 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali – Profilo longitudinale – Profili geomeccanici e progettuali di previsione
- [4] 02_H61_EG_991_KLP_D0700_12050 fino a 12056 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali – Planimetria delle opere – Planimetrie (foglio 15/25 fino a foglio 21/25)
- [5] 02_H61_TM_030_KRQ_D0700_23350 fino a 23354 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 – Gallerie principali – Sezione tipo – Sezioni di scavo
- [6] 02_H61_TY_030_KRP_D0700_23320 fino a 23327 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 – Gallerie principali – Sezione tipo – Sezioni tipo applicate
- [7] 02_H61_GD_025_KTB_D0700_23053 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 – Progettazione delle opere – Relazione tecnica – Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo
- [8] 02_H61_OP_025_KTB_D0700_23054 - Galleria di

Mauls 2-3 – Gesamtbauwerke Teil 3 – Technischer Bericht – Materialienbericht

- [9] 00_Ü01_GD_001_D0616_III_08_TB_3601_25 - Brenner Basistunnel - Regelplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Grundlagen für die Planung – Bemessung und konstruktive Durchbildung der Bauwerke – Technischer Bericht – Leitfaden für die Modellierung und Festlegung der Berechnungsgrundsätze
- [10] 00_Ü01_GD_001_D0616_III_08_TB_3602_25 - Brenner Basistunnel - Regelplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Grundlagen für die Planung – Bemessung und konstruktive Durchbildung der Bauwerke – Technischer Bericht – Bemessungskonzept Spritzbetonaussenschale
- [11] 00_Ü01_GD_001_D0616_III_08_TB_3603_25 - Brenner Basistunnel - Regelplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Grundlagen für die Planung – Bemessung und konstruktive Durchbildung der Bauwerke – Technischer Bericht – Bemessungskonzept Innenschale
- [12] 00_Ü01_GD_001_D0616_III_08_TB_3604_25 - Brenner Basistunnel - Regelplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Grundlagen für die Planung – Bemessung und konstruktive Durchbildung der Bauwerke – Technischer Bericht – Bemessungskonzept Tübbingring
- [13] 02_H61_OP_035_KTB_D0700_23056 Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Gesamtwerke Teil 3 – Technischer Bericht– Technischer Bericht Querverbindungen
- [14] 00_Ü01_GD_001_D0616_III_01_TB_3002_25 – Brenner Basistunnel – Regelplanung – Grundlagen für die Planung – Technische Merkmale und Spezifikationen – Technischer Bericht – Bautoleranzen, Technische Vertragsbestimmungen
- [15] 02_H61_OP_035_KTB_D0700_23055 Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Gesamtwerke Teil 3 – Technischer Bericht– Technischer Bericht Hauptröhre

Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 – Opere generali parte 3 – Relazione tecnica – Relazione sui materiali

- [9] 00_Ü01_GD_001_D0616_III_08_TB_3601_25 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione di sistema – Dati di base per la progettazione – Dimensionamento e configurazione strutturale delle opere – Relazione tecnica – Linee guida per la modellazione e la definizione dei principi di calcolo
- [10] 00_Ü01_GD_001_D0616_III_08_TB_3602_25 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione di sistema – Dati di base per la progettazione – Dimensionamento e configurazione strutturale delle opere – Relazione tecnica – Standard per il dimensionamento – Rivestimento esterno in spritzbeton (calcestruzzo proiettato)
- [11] 00_Ü01_GD_001_D0616_III_08_TB_3603_25 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione di sistema – Dati di base per la progettazione – Dimensionamento e configurazione strutturale delle opere – Relazione tecnica – Standard per il dimensionamento strutturale dei rivestimenti definitivi
- [12] 00_Ü01_GD_001_D0616_III_08_TB_3604_25 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione di sistema – Dati di base per la progettazione – Dimensionamento e configurazione strutturale delle opere – Relazione tecnica – Standard per il dimensionamento strutturale dell'anello in conci
- [13] 02_H61_OP_035_KTB_D0700_23056 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva – D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali Parte 3 – Calcolo statico – Relazione di calcolo – Cunicoli Trasversali
- [14] 00_Ü01_GD_001_D0616_III_01_TB_3002_25 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione di sistema – Dati di base per la progettazione – Specifiche e requisiti tecnici – Relazione tecnica – Tolleranze costruttive – Condizioni contrattuali tecniche
- 02_H61_OP_035_KTB_D0700_23055 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva – D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali Parte 3 – Calcolo statico – Relazione di calcolo – Gallerie di Linea

7.4.2 Normen und Richtlinien

- [15] Technische Konstruktionsnormen 2008 – NTC 2008;

7.4.2 Normativa

- [15] Norme Tecniche delle Costruzioni 2008 – NTC 2008;

- [16] Leitfaden N.617, Vorgehensweise für technische Konstruktionsnormen, Ausgabe Januar 2008
- [17] DM 28/10/2005 Sicherheit für Bahntunnel
- [18] UNI EN1990:2006 - Eurocodice 0 – Grundlage für Konstruktion und Dokumentation zur nationalen Umsetzung ;
- [19] UNI EN 1991-1; Eurocode 1 – Actions on structures – 2010/2011
- [20] UNI EN 1992:2005 - Eurocodice 2 – Planung von Stahlbetonbauwerken und Dokumente zur nationalen Umsetzung;
- [21] UNI EN 1997:2005 - Eurocodice 7 – Geotechnik und Dokumente zur nationalen Umsetzung
- [22] UNI EN 1992-1-2:2005
- [23] UNI 11076: 2003
- [24] D.M. 16.02.2007

- [16] Circolare n.617, Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 14 gennaio 2008
- [17] DM 28/10/2005 , Sicurezza nelle gallerie ferroviarie.
- [18] UNI EN1990:2006 - Eurocodice 0 – Basi per la progettazione strutturale e documento di applicazione nazionale3
- [19] UNI EN 1991-1; Eurocode 1 – Actions on structures – 2010/2011
- [20] UNI EN 1992:2005 - Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture in calcestruzzo e documento di applicazione nazionale
- [21] UNI EN 1997:2005 - Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica e documento di applicazione nazionale
- [22] UNI EN 1992-1-2:2005 "Progettazione delle strutture in calcestruzzo Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio"
- [23] UNI 11076 del 1 luglio 2003, "Modalità di prova per la valutazione del comportamento di protettivi applicati a soffitti di opere sotterranee, in condizioni di incendi".
- [24] D.M. 16.02.2007 "Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione"

7.4.3 Literatur

- [25] Ribacchi R., Riccioni R. – Stato di sforzo e di deformazione intorno ad una galleria circolare. Gallerie e grandi opere sotterranee, 1977.
- [26] Nguyen-Minh D., Guo C. – Recent progress in convergence confinement method”, Eurock '96, pagg. 855-860.
- [27] Gamble J.C. – Durability-plasticity classification of shales. Ph. D. Thesis, University of Illinois, 1971.
- [28] Sakurai – Lessons Learned from Field Measurements in Tunneling. Tunneling and Underground Space Technology, 1997.
- [29] HOEK E., CARRANZA TORRES C., CORKUM B. – Hoek-Brown failure criterion. 2002
- [30] UNWEDGE-rocsience, Underground Wedge Stability Analysis Manual
- [31] Wang, J., 1993 - Seismic Design of Tunnels - A Simple State-of-the-Art Design
- [32] Hashash, Y., et al., 2001, - Seismic design and analysis of underground structures, Tunnelling and

7.4.3 Letteratura

- [25] Ribacchi R., Riccioni R. – Stato di sforzo e di deformazione intorno ad una galleria circolare. Gallerie e grandi opere sotterranee, 1977.
- [26] Nguyen-Minh D., Guo C. – Recent progress in convergence confinement method”, Eurock '96, pagg. 855-860.
- [27] Gamble J.C. – Durability-plasticity classification of shales. Ph. D. Thesis, University of Illinois, 1971.
- [28] Sakurai – Lessons Learned from Field Measurements in Tunneling. Tunneling and Underground Space Technology, 1997.
- [29] HOEK E., CARRANZA TORRES C., CORKUM B. – Hoek-Brown failure criterion. 2002
- [30] UNWEDGE-rocsience, Underground Wedge Stability Analysis Manual
- [31] Wang, J., 1993 - Seismic Design of Tunnels - A Simple State-of-the-Art Design
- [32] Hashash, Y., et al., 2001, - Seismic design and analysis of underground structures, Tunnelling and

underground space technology 16, (247-293)

- [33] Pöttler, R. Die unbewehrte Innenschale im Felstunnelbau - Standsicherheit und Verformung im Reißbereich, Beton und Stahlbetonbau Heft 6, 1993
- [34] Pöttler, R. Standsicherheitsnachweis unbewehrter Innenschalen, Bautechnik 67, 1990
- [35] Rocscience Phase2 online manual (Swellex / Split Sets Section - indicazioni Atlas Copco 2006)
- [36] Cai M., Kaiser P.K., Tasaka Y., Minami M. - Determination of residual strength parameters of jointed rock masses using the GSI system. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences 44 pag. 247-256, 2007
- [37] MIDAS GTS Manual

underground space technology 16, (247-293)

- [33] Pöttler, R. Die unbewehrte Innenschale im Felstunnelbau - Standsicherheit und Verformung im Reißbereich, Beton und Stahlbetonbau Heft 6, 1993
- [34] Pöttler, R. Standsicherheitsnachweis unbewehrter Innenschalen, Bautechnik 67, 1990
- [35] Rocscience Phase2 online manual (Swellex / Split Sets Section - indicazioni Atlas Copco 2006)
- [36] Cai M., Kaiser P.K., Tasaka Y., Minami M. - Determination of residual strength parameters of jointed rock masses using the GSI system. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences 44 pag. 247-256, 2007
- [37] MIDAS GTS Manual

ANHANG 1 – TABELLEN DER GEBIRGSARTEN APPENDICE 1 – SCHEDE GEOMECCANICHE

Di seguito sono riportate le schede geomeccaniche per gli ammassi rocciosi secondo la Relazione [15].

Geotechnische Kennwerte	Gebirgsart GA-BST-KS-8f		
Parametri geotecnici	Tipo di ammasso roccioso GA-BST-KS-8f		
Lithologie	Bündnerschieferkomplex: Dünnschichtige Wechselfolge von Glimmermarmor, Kalzitquarzit und Phyllit (531)		
Litologia	Complesso dei calcescisti: alternanze poco spessi di calcescisti, quarziti calcitici e filladi (531)		
Gesteinskennwerte / Mineralogie (Labor)	Mittelwert (M)	Standardabweichung (s)	Versuchszahl (n)
Parametri della roccia / Mineralogia (Laboratorio)	Valore medio (M)	Deviazione standard (s)	Numero di prove (n)
γ [MN/m ³]	0,02656	$\pm 0,00036$	63
σ_c [MPa] med (F sf)	41	± 18	3
σ_c [MPa] min (F 45° sf)	24	± 9	12
m_i [-] (Hoek&Brown) aus Triax.-Druckversuch / da prova triassiale	12	± 2	4
E [MPa] aus Einax.-Druckversuch / da prova uniaxiale	43000	± 11100	15
ν [-] aus Einax.-Druckversuch / da prova uniaxiale	0,21	$\pm 0,05$	8
CAI [-]	2,7	$\pm 0,4$	8
äquiv. Qz-Gehalt / Contenuto equ.di Qz [%]	42	± 9	8
Quellpotential / Potenziale di swelling	keines / assente		
Trennflächeneigenschaften (Kartierung / Bohrungen)	Statistische Auswertung der Orientierungen und Eigenschaften der Trennflächen		
Proprietà delle discontinuità (Rilevamento / Sondaggi)	Elaborazione statistica delle giaciture e delle proprietà delle discontinuità		
Schieferung: Orientierung / Abstand	S: 355/60		
Scistosità: Giacitura / Spaziatura			
Trennflächenorientierung [°] (Vertrauenskegel)	RTF2w: 285/85	RTF6: 050/65	
Giacitura delle discontinuità (Cono di confidenza)	RTF5: 110/75		
Trennflächenabstände [mm]	RTF2w: 200-600	RTF6: 200-600	
Spaziatura delle discontinuità	RTF5: 200-600	S: 60-200	
Trennflächendurchgängigkeit [m]	RTF2w: <1	RTF6: 3-10	
Persistenz der Discontinuität	RTF5: <1	S: 3-10	
Trennflächenöffnung [mm]	RTF2w: 0	RTF6: 0	
Apertura della discontinuità	RTF5: 0	S: 0	
Trennflächenrauigkeit JRCo [-]	RTF2w: 4-8	RTF6: 10-12	
Rugosità delle discontinuità	RTF5: 4-8	S: 4-8	
Trennflächenverwitterung (EN ISO 14689-1)			
Alterazione delle discontinuità			
Trennflächenfüllung (Typ u. %-Anteil)			
Riempimento delle discontinuità (tipo e %)			
Trennflächenkennwerte (Labor)	Bandbreite		Versuchszahl (n)
Parametri delle discontinuità (Laboratorio)	Range		Numero di prove (n)
$\Phi_{peak/res}$ [°] (unverwitt. TF / Disc. inalterate)	44,0-46,3 / 19,4-35,8		3 / 2
$C_{peak/res}$ [MPa] (unverwitt. TF / Disc. inalterate)	1,7-4,1 / 0,27-0,47		3 / 2
Gebirgskennwerte in-Situ	Bandbreite		Versuchszahl (n)
Parametri dell'ammasso roccioso in situ	Range		Numero di prove (n)
E [MPa] (BLA / Prova dilatometrica): Last/carico 87,8-10,6 MPa	32500-63600		2
Gebirgskennwerte	Statistik der Indexwerte u. berechnete Festigkeits- und Verformungsparameter		
Parametri dell'ammasso roccioso	Statistica dei parametri indice e parametri di resistenza e deformabilità calcolati		
Indexwerte (Kartierung / Bohrungen)	Mittelwert (M)	Standardabweichung (s)	Versuchszahl (n)
Parametri indice (Rilevamento / Sondaggi)	Valori medio (M)	Deviazione standard (s)	Numero di prove (n)
RQD [%] (ISRM)	85	\pm	
RMR [-] (Bieniawski, 1999)	60	\pm	
GSI [-] (Hoek)	50	-	-
Festigkeits- u. Verformungskennwerte (berechnet)	Kombination 1: M	Kombination 2: M - s	Kombination 3: M + s
Parametri di resistenza e deformabilità (calcolati)	Combinazione 1: M	Combinazione 2: M - s	Combinazione 3: M + s
σ_c [MPa] (Hoek&Brown)	1,5	0,9	2,0
σ_{cm} [MPa] (Hoek&Brown)	4,6	2,8	6,3
c [MPa] (Mohr-Coulomb): $H_{min}=910m / H_{max}=1110m$	1,8 / 2,0	1,5 / 1,7	2,0 / 2,3
ϕ [°] (Mohr-Coulomb): $H_{min}=910m / H_{max}=1110m$	28 / 26	24 / 23	30 / 29
E [MPa] (Boyd/Serafim 1983 / Hoek 2002 / Hoek&Diederichs 2006)	- / (4900) / 13200	- / (3900) / 9800	- / 5700 / 16600
Charakteristische Werte / Valori caratteristici	Inputparameter / Valori di input		
γ_k (Gebirge / ammasso) [kN/m ³]	27,0	GSI [-] - Hoek&Brown	50
$\sigma_{ci,k}$ (Gestein / roccia) [MPa]	33*	RMR [-] - Bienawski	60
$\sigma_{cm,k}$ (Gebirge / ammasso roccioso) [MPa]	6,3	$\sigma_v(\gamma \cdot H_{min/max})$ [MPa]	24,6 / 30,0
c_k (Gebirge / ammasso roccioso) [MPa] - $H_{min/max}$	2,0 / 2,3	k_0 [-]	0,8-1,0
ϕ_k (Gebirge / ammasso roccioso) [°] - $H_{min/max}$	30 / 28		
E_k (Gebirge / ammasso roccioso) [MPa]	5500		
Bemerkungen	*Wert: M+s (F 45° sf)		
Note	*Valore: M+s (F 45° sf)		

GA-BST-KS-8f: Gebirgsverhaltenstyp GVT 3

GA-BST-KS-8f: Comportamento dell'ammasso roccioso TCR 3

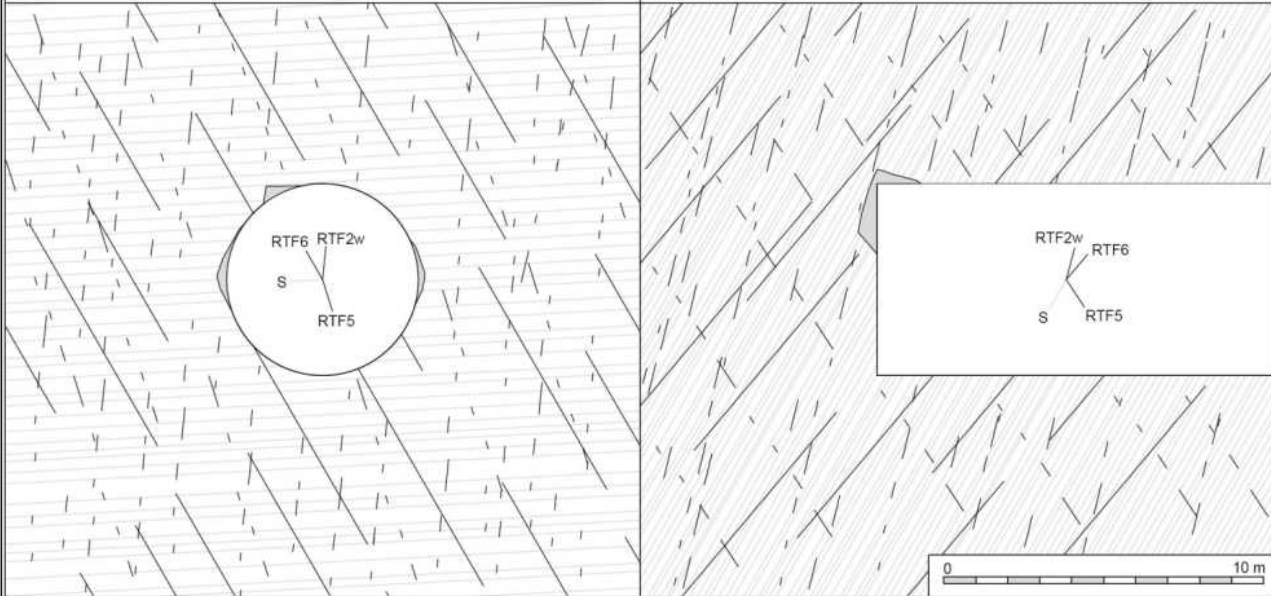
Gebirgsart : GA-BST-KS-8f

SW 263°

NE 83°

NW 353°

SE 173°



Gebirgsarten	GA-BST-KS-8f: Dünnschichtige Wechselfolge von Glimmermarmor, Kalzitquarzit und Phyll
Tipo di ammasso roccioso	GA-BST-KS-8f: Alternanze poco spessi di calcescisti, quarziti calcitici e filladi (531)
Orientierung der Haupttrennflächen	Steil einfallende, schleifend bzw. quer zur Tunnelachse verlaufende Trennflächen; Schieferung: mittelsteil einfallend, senkrecht zur Tunnelachse
Direzione delle discontinuità principali	Discontinuità ad alta inclinazione con direzione subparallela, trasversale e perpendicolare all'AT; Scistosità ad inclinazione media con direzione perpendicolare all'AT
Druckhaftigkeit $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max}$ (Hoek 2000)	$\geq 0,21$: mittel druckhaft
Rapporto di sollecitazione $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max}$	$\geq 0,21$: mediamente spingente
Einfluss des Bergwassers	gering
Influenza della falda	bassa
Quelldruck	keiner
Pressione di rigonfimento	assente
Gebirgsverhalten	GVT 3: Spannungsbedingte Entfestigung in Hohlräumnähe durch Abscheren über Trennflächen Ortsbrust: lokale Ausbrüche
Comportamento dell'ammasso roccioso	TCR 3: Allentamenti in corrisp. della cavità attraverso rottura a taglio lungo discontinuità dovuto all'alto stato tensionale Fronte di scavo: locali distacchi di blocchi
Radialdeformation	< 15 cm (Kennlinienverfahren)
Deformazione radiale	< 15 cm (Metodo delle curve caratteristiche)
Bemerkungen	Überlagerung: 910 - 1110 m
Note	Coperatura: 910 - 1110 m

Geotechnische Kennwerte	Gebirgsart GA-US-PH-6a		
Parametri geotecnici	Tipo di ammasso roccioso GA-US-PH-6a		
Lithologie	Kaserer-FM: Phyllit bis Glimmerschiefer, Quarzphyllit, untergeordnet Schwarzphyllit (611, 623)		
Litologia	FM di Kaserer: da fillade a micascisto, fillade quarzifera, subordinato fillade nera (611, 623)		
Gesteinskennwerte / Mineralogie (Labor)	Mittelwert (M)	Standardabweichung (s)	Versuchszahl (n)
Parametri della roccia / Mineralogia (Laboratorio)	Valore medio (M)	Deviazione standard (s)	Numero di prove (n)
γ [MN/m ³]	0,02704	$\pm 0,00055$	23
σ_{ci} [MPa] max (F \perp sf)	71	± 15	18
σ_{ci} [MPa] min (F 45° sf) aus PLT / da prova PLT	43	± 9	10
m_i [-] (Hoek&Brown) aus Triax.-Druckversuch / da prova triassiale	8	± 2	9
E [MPa] aus Einax.-Druckversuch / da prova uniassiale	43400	± 8100	15
ν [-] aus Einax.-Druckversuch / da prova uniassiale	0,22	$\pm 0,04$	9
CAI [-]	3,0	$\pm 0,3$	8
äquiv. Qz-Gehalt / Contenuto equ.di Qz [%]	69	± 2	3
Quellpotential / Potenziale di swelling	keines / assente		
Trennflächeneigenschaften (Kartierung / Bohrungen)	Statistische Auswertung der Orientierungen und Eigenschaften der Trennflächen		
Proprietà delle discontinuità (Rilevamento / Sondaggi)	Elaborazione statistica delle giaciture e delle proprietà delle discontinuità		
Schieferung: Orientierung / Abstand	S: 350/80		
Scistosità: Giacitura / Spaziatura			
Trennflächenorientierung [°] (Vertrauenskegel)	RTF1: 180/70	RTF3: 235/70	
Giacitura delle discontinuità (Cono di confidenza)	RTF2e: 080/85	RTF6: 050/80	
Trennflächenabstände [mm]	RTF1: 200-600	RTF3: 20-60	S: 20-60
Spaziatura delle discontinuità	RTF2e: 60-200	RTF6: 200-600	
Trennflächendurchgängigkeit [m]	RTF1: 1-3	RTF3: <1	S: 3-10
Persistenz der discontinuità	RTF2e: <1	RTF6: 1-3	
Trennflächenöffnung [mm]	RTF1: 0	RTF3: 0	S: 0
Apertura della discontinuità	RTF2e: 0	RTF6: 0	
Trennflächenrauigkeit JRC ₀ [-]	RTF1: 4-8	RTF3: 4-8	S: 4-8
Rugosità delle discontinuità	RTF2e: 4-8	RTF6: 8-10	
Trennflächenverwitterung (EN ISO 14689-1)			
Aterazione delle discontinuità			
Trennflächenfüllung (Typ u. %-Anteil)			
Riempimento delle discontinuità (tipo e %)			
Trennflächenkennwerte (Labor)	Bandbreite		Versuchszahl (n)
Parametri delle discontinuità (Laboratorio)	Range		Numero di prove (n)
$\Phi_{peak/res}$ [°] (unverw.itt. TF / Disc. inalterate)			
$C_{peak/res}$ [MPa] (unverw.itt. TF / Disc. inalterate)			
Gebirgskennwerte in-Situ	Bandbreite		Versuchszahl (n)
Parametri dell'ammasso roccioso in situ	Range		Numero di prove (n)
E [MPa] (BLA / Prova dilatometrica): Last/carico 8,7-9,5 MPa	40000-45300		2
Gebirgskennwerte	Statistik der Indexwerte u. berechnete Festigkeits- und Verformungsparameter		
Parametri dell'ammasso roccioso	Statistica dei parametri indice e parametri di resistenza e deformabilità calcolati		
Indexwerte (Kartierung / Bohrungen)	Mittelwert (M)	Standardabweichung (s)	Versuchszahl (n)
Parametri indice (Rilevamento / Sondaggi)	Valori medio (M)	Deviazione standard (s)	Numero di prove (n)
RQD [%] (ISRM)	70	\pm	
RMR [-] (Bieniawski, 1999)	45	\pm	
GSI [-] (Hoek)	35	± 5	
Festigkeits- u. Verformungskennwerte (berechnet)	Kombination 1: M	Kombination 2: M - s	Kombination 3: M + s
Parametri di resistenza e deformabilità (calcolati)	Combinazione 1: M	Combinazione 2: M - s	Combinazione 3: M + s
σ_c [MPa] (Hoek&Brown)	1,7	1,0	3,2
σ_{cm} [MPa] (Hoek&Brown)	7,9	5,5	12,0
c [MPa] (Mohr-Coulomb): $H_{min}=1510m / H_{max}=1610m$	3,3 / 3,4	2,8 / 2,9	3,9 / 4,0
φ [°] (Mohr-Coulomb): $H_{min}=1510m / H_{max}=1610m$	31 / 30	27 / 27	33 / 33
E [MPa] (Boyd/Serafim 1983 / Hoek 2002 / Hoek&Diederichs 2006)	7500 / (3600) / 4900	7500 / (2400 / 2900)	7500 / 5200 / 8200
Charakteristische Werte / Valori caratteristici	Inputparameter / Valori di input		
γ_k (Gebirge / ammasso) [kN/m ³]	27,0	GSI [-] - Hoek&Brown	40
$\sigma_{ci,k}$ / (σ_{ci} max / min) (Gestein / roccia) [MPa]	55* / (71 / 43)	RMR [-] - Bieniawski	45
$\sigma_{cm,k}$ (Gebirge / ammasso roccioso) [MPa]	7,5	σ_v ($\gamma \cdot H_{max}$) [MPa]	43,5
c_k (Gebirge / ammasso roccioso) [MPa]	2,5	ko [-]	0,7-0,9
φ_k (Gebirge / ammasso roccioso) [°]	24		
E_k (Gebirge / ammasso roccioso) [MPa]	6000		
Bemerkungen	* Der Wert für die maßgebende Belastungsrichtung (F \parallel sf) wurde auch von PLT-Tests abgeleitet; Laborergebnisse der Lithologien 611 und 623		
Note	* Il valore per la direzione di carico determinante (F \parallel sf) è stato dedotto anche da prove PLT; Risultati delle prove di laboratorio delle litologie 611 e 623		

GA-US-PH-6a: Gebirgsverhaltenstyp GVT 4-1

GA-US-PH-6a: Comportamento dell'ammasso roccioso TCR 4-1

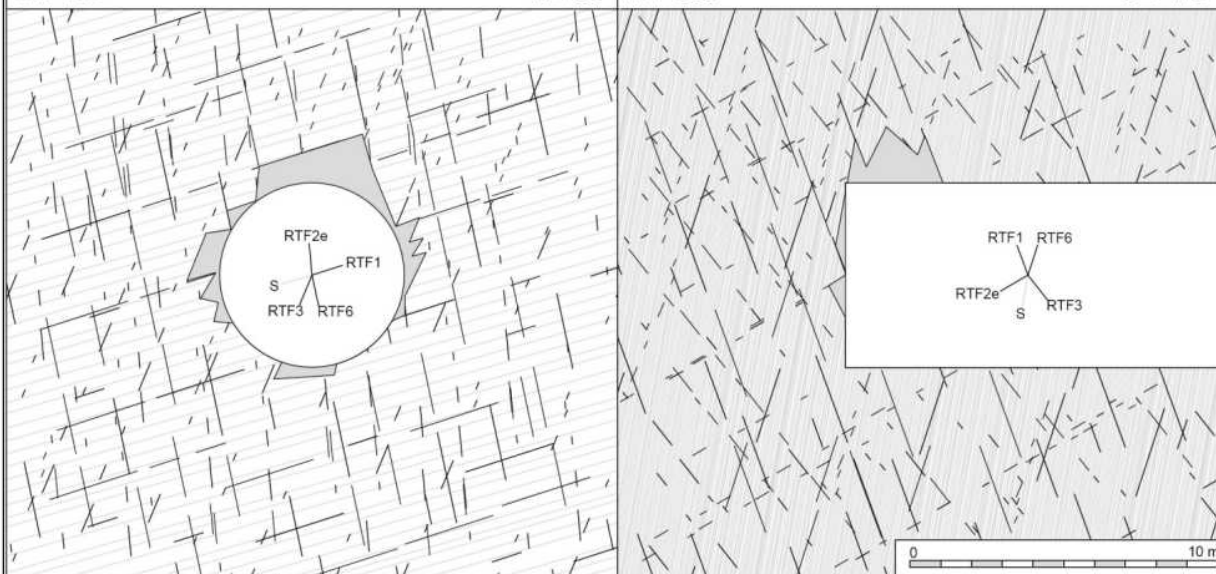
Gebirgsart : GA-US-PH-6a

SW 263°

NE 83°

NW 353°

SE 173°



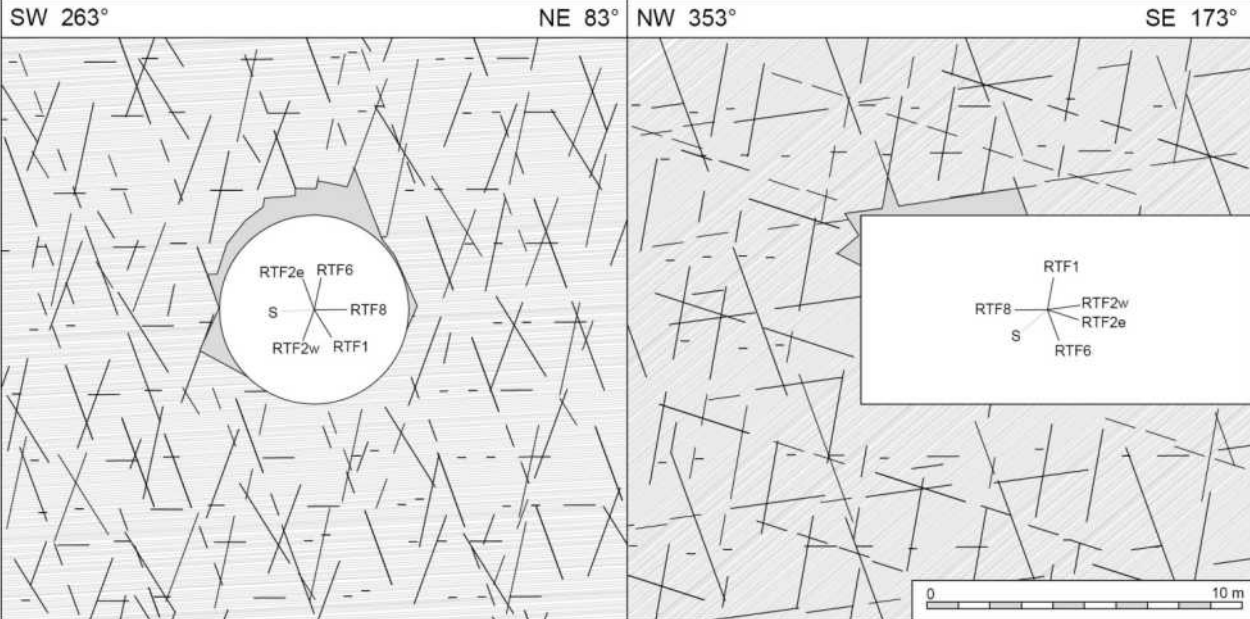
Gebirgsarten	GA-US-PH-6a: Phyllit bis Glimmerschiefer, Quarzphyllit, untergeordnet Schwarzphyllit (611
Tipo di ammasso roccioso	GA-US-PH-6a: Da fillade a micascisto, fillade quarzifera, subordinato fillade nera (611, 623
Orientierung der Haupttrennflächen	Steil einfallende, schleiend, quer bzw. senkrecht zur Tunnelachse verlaufende Trennflächen Schieferung: steil einfallend, senkrecht zur Tunnelachse
Direzione delle discontinuità principali	Discontinuità ad alta inclinazione con direzione subparallela, trasversale e perpendicolare all'AT; Scistosità ad alta inclinazione con direzione perpendicolare all'AT
Druckhaftigkeit $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max}$ (Hoek 2000)	$\geq 0,17$: stark druckhaft
Rapporto di sollecitazione $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max}$	$\geq 0,17$: fortemente spingente
Einfluss des Bergwassers	gering
Influenza della falda	bassa
Quelldruck	keiner
Pressione di rigonfiamento	assente
Gebirgsverhalten	GVT 4-1: Tiefreichende Entfestigung oder Plastifizierung des Gebirges Ortsbrust instabil
Comportamento dell'ammasso roccioso	GVT 4-1: Allentamento o plasticizzazione profonda dell'ammasso roccioso Fronte di scavo instabile
Radialdeformation	< 30 cm (Kennlinienverfahren)
Deformazione radiale	< 30 cm (Metodo delle curve caratteristiche)
Bemerkungen	Überlagerung: 1510 - 1610 m
Note	Coperatura: 1510 - 1610 m

Geotechnische Kennwerte	Gebirgsart GA-BS-KPH-5c		
Parametri geotecnici	Tipo di ammasso roccioso GA-BS-KPH-5c		
Lithologie	Bündnerschieferkomplex: Kalkphyllit, Kalkglimmerschiefer, Phyllit (533)		
Litologia	Complesso dei calcescisti: filladi e scisti carbonatiche, filladi (533)		
Gesteinskennwerte / Mineralogie (Labor)	Mittelwert (M)	Standardabweichung (s)	Versuchszahl (n)
Parametri della roccia / Mineralogia (Laboratorio)	Valore medio (M)	Deviazione standard (s)	Numero di prove (n)
γ [MN/m ³]	0,0274	$\pm 0,00004$	15
σ_{ci} [MPa] max (F _⊥ sf)	54	± 13	5
σ_{ci} [MPa] min (F 45° sf)			
m _i [-] (Hoek&Brown) aus Triax.-Druckversuch / da prova triassiale	8	± 1	4
E [MPa] aus Einax.-Druckversuch / da prova uniassiale (F 45° sf)	39400	± 5500	4
ν [-] aus Einax.-Druckversuch / da prova uniassiale	0,25	$\pm 0,03$	4
CAI [-]	2,5	$\pm 0,3$	2
äquiv. Qz-Gehalt / Contenuto equ.di Qz [%]	51	± 4	2
Quellpotential / Potenziale di swelling	keines / assente		
Trennflächeneigenschaften (Kartierung / Bohrungen)	Statistische Auswertung der Orientierungen und Eigenschaften der Trennflächen		
Proprietà delle discontinuità (Rilevamento / Sondaggi)	Elaborazione statistica delle giaciture e delle proprietà delle discontinuità		
Schieferung: Orientierung / Abstand	S2: 350/40		
Scistosità: Giacitura / Spaziatura			
Trennflächenorientierung [°] (Vertrauenskegel)	RTF1: 010/80	RTF2e: 090/70	RTF8: 030/00
Giacitura delle discontinuità (Cono di confidenza)	RTF2w: 260/70	RTF6: 230/80	
Trennflächenabstände [mm]	RTF1: 200-600	RTF2e: 200-600	RTF8: 200-600
Spaziatura delle discontinuità	RTF2w: 200-600	RTF6: 200-600	S2: 20-60
Trennflächendurchgängigkeit [m]	RTF1: 1-3	RTF2e: 1-3	RTF8: <1
Persistenz der discontinuität	RTF2w: 1-3	RTF6: 3-10	S2: 1-3
Trennflächenöffnung [mm]	RTF1: 0	RTF2e: 0	RTF8: 0
Apertura della discontinuität	RTF2w: 0	RTF6: 0	S2: 0
Trennflächenrauigkeit JRC ₀ [-]	RTF1: 10-12	RTF2e: 4-8	RTF8: 8-10
Rugosità delle discontinuität	RTF2w: 4-8	RTF6: 10-12	S2: 4-8
Trennflächenverwitterung (EN ISO 14689-1)			
Alterazione delle discontinuität			
Trennflächenfüllung (Typ u. %-Anteil)			
Riempimento delle discontinuität (tipo e %)			
Trennflächenkennwerte (Labor)	Bandbreite		Versuchszahl (n)
Parametri delle discontinuität (Laboratorio)	Range		Numero di prove (n)
Φ_{res} [°] (unverwitt. TF / Disc. inalterate)	23,2-26,6		2
c_{res} [MPa] (unverwitt. TF / Disc. inalterate)	0,01-0,13		2
Gebirgskennwerte in-Situ	Bandbreite		Versuchszahl (n)
Parametri dell'ammasso roccioso in situ	Range		Numero di prove (n)
E [MPa] (BLA / Prova dilatometrica)			
Gebirgskennwerte	Statistik der Indexwerte u. berechnete Festigkeits- und Verformungsparameter		
Parametri dell'ammasso roccioso	Statistica dei parametri indice e parametri di resistenza e deformabilità calcolati		
Indexwerte (Kartierung / Bohrungen)	Mittelwert (M)	Standardabweichung (s)	Versuchszahl (n)
Parametri indice (Rilevamento / Sondaggi)	Valori medio (M)	Deviazione standard (s)	Numero di prove (n)
RQD [%] (ISRM)	70	\pm	
RMR [-] (Bieniawski, 1999)	50	\pm	
GSI [-] (Hoek)	40	± 5	
Festigkeits- u. Verformungskennwerte (berechnet)	Kombination 1: M	Kombination 2: M - s	Kombination 3: M + s
Parametri di resistenza e deformabilità (calcolati)	Combinazione 1: M	Combinazione 2: M - s	Combinazione 3: M + s
σ_c [MPa] (Hoek&Brown)	1,8	1,0	3,0
σ_{cm} [MPa] (Hoek&Brown)	6,8	4,6	9,4
c [MPa] (Mohr-Coulomb): $H_{min}=870m / H_{max}=1250m$	1,8 / 2,2	1,5 / 1,8	2,2 / 2,7
ϕ [°] (Mohr-Coulomb): $H_{min}=870m / H_{max}=1250m$	28 / 25	24 / 22	31 / 28
E [MPa] (Boyd/Serafim 1983 / Hoek 2002 / Hoek&Diederichs 2006)	10000 / 4100 / 6300	10000 / (3100 / 3800)	10000 / 6100 / 10000
Charakteristische Werte / Valori caratteristici	Inputparameter / Valori di input		
γ_k (Gebirge / ammasso) [kN/m ³]	27,0	GSI [-] - Hoek&Brown	40
$\sigma_{ci,k}$ / (σ_{ci} max) (Gestein / roccia) [MPa]	41* (54)	RMR [-] - Bienawski	50
$\sigma_{cm,k}$ (Gebirge / ammasso roccioso) [MPa]	5,5	σ_v ($\gamma \cdot H$, mittel/med) [MPa]	23,5 / 33,8
c_k (Gebirge / ammasso roccioso) [MPa] - H _{min} /max	1,7 / 2,1	ko [-]	0,8-1,3
ϕ_k (Gebirge / ammasso roccioso) [°] - H _{min} /max	27 / 24		
E_k (Gebirge / ammasso roccioso) [MPa]	5500		
Bemerkungen	*Mittelwert - Standardabweichung		
Note	*Valore medio - dev. Standard		

GA-BS-KPH-5c: Gebirgsverhaltenstyp GVT 4-1 / GVT 3

GA-BS-KPH-5c: Comportamento dell'ammasso roccioso TCR 4-1 / TCR 3

Gebirgsart : GA-BS-KPH-5c



Gebirgsarten	GA-BS-KPH-5c: Kalkphyllit, Kalkglimmerschiefer, Phyllit (533)
Tipo di ammasso roccioso	GA-BS-KPH-5c: Filladi e scisti carbonatiche, filladi (533)
Orientierung der Haupttrennflächen	Steil einfallende, schleifend, quer bzw. senkrecht zur Tunnelachse verlaufende Trennflächen 1 subhorizontale Trennfläche; Schieferung: mittelsteil einfallend, senkrecht zur Tunnelachse
Direzione delle discontinuità principali	Discontinuità ad alta inclinazione con direzione subparallela, trasversale e perpendicolare all'AT, 1 disc. suborizzontale; S ad inclinazione media con direzione perpendicolare all'AT
Druckhaftigkeit $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max}$ (Hoek 2000)	$\geq 0,16$: stark druckhaft / mittel druckhaft
Rapporto di sollecitazione $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max}$	$\geq 0,16$: fortemente spingente / mediamente spingente
Einfluss des Bergwassers	gering
Influenza della falda	bassa
Quelldruck	keiner
Pressione di rigonfimento	assente
Gebirgsverhalten	GVT 4-1: Tiefreichende Entfestigung oder Plastifizierung des Gebirges Ortsbrust instabil GVT 3: Lokal spannungsbedingte Entfestigung in Hohlraumnähe durch Abscheren über Trennflächen
Comportamento dell'ammasso roccioso	GVT 4-1: Allentamento o plasticizzazione profonda dell'ammasso roccioso Fronte di scavo instabile TCR 3: Allentamenti locali in corrisp. della cavità attraverso rottura a taglio lungo discontinuità
Radialdeformation	< 30 cm (Kennlinienverfahren)
Deformazione radiale	< 30 cm (Metodo delle curve caratteristiche)
Bemerkungen	Überlagerung: 870 - 1250 m
Note	Coperatura: 870 - 1250 m

Geotechnische Kennwerte		Gebirgsart GA-T-PH-2b	
Parametri geotecnici		Tipo di ammasso roccioso GA-T-PH-2b	
Lithologie	Agerbach-FM: Phyllit, Chloritphyllit, Kalkphyllit, Quarzphyllit (566, 569)		
Litologia	FM di Agerbach: Fillade, fillade cloritica, fillade calcarea, fillade quarzifera (566, 569)		
Gesteinskennwerte / Mineralogie (Labor)	Mittelwert (M)	Standardabweichung (s)	Versuchszahl (n)
Parametri della roccia / Mineralogia (Laboratorio)	Valore medio (M)	Deviazione standard (s)	Numero di prove (n)
γ [MN/m ³]	0,02743	0,0009	14
σ_{ci} [MPa] max (F ₁ sf)	90	± 18	7
σ_{ci} [MPa] min (F 45° sf)	39	± 2	2
m _i [-] (Hoek&Brown) aus Triax.-Druckversuch / da prova triassiale	11	± 4	4
E [MPa] aus Enax.-Druckversuch / da prova uniaxiale	39200	± 5400	7
ν [-] aus Triax.-Druckversuch / da prova triassiale	0,23	± 0,02	4
CAI [-]	3,1	± 0,7	4
äquiv. Qz-Gehalt / Contenuto equ.di Qz [%]	35	± 4	2
Quellpotential / Potenziale di swelling	keines / assente		
Trennflächeneigenschaften (Kartierung / Bohrungen)	Statistische Auswertung der Orientierungen und Eigenschaften der Trennflächen		
Proprietà delle discontinuità (Rilevamento / Sondaggi)	Elaborazione statistica delle giaciture e delle proprietà delle discontinuità		
Schieferung: Orientierung / Abstand	S2: 175/80		
Scistosità: Giacitura / Spaziatura			
Trennflächenorientierung [°] (Vertrauenskegel)	RTF1: 360/80	RTF3: 325/70	
Giacitura delle discontinuità (Cono di confidenza)	RTF2e: 090/85	RTF6: 215/85	
Trennflächenabstände [mm]	RTF1: 200-600	RTF3: 600-2000	S2: 20-60
Spaziatura delle discontinuità	RTF2e: 200-600	RTF6: 600-2000	
Trennflächendurchgängigkeit [m]	RTF1: 1-3	RTF3: <1	S2: 1-3
Persistenz der discontinuität	RTF2e: 3-10	RTF6: <1	
Trennflächenöffnung [mm]	RTF1: 0	RTF3: 0	S2: 0
Apertura della discontinuität	RTF2e: 0	RTF6: 0	
Trennflächenrauigkeit JRC ₀ [-]	RTF1: 4-8	RTF3: 8-10	S2: 4-8
Rugosità delle discontinuität	RTF2e: 4-8	RTF6: 4-8	
Trennflächenverwitterung (EN ISO 14689-1)			
Alterazione delle discontinuität			
Trennflächenfüllung (Typ u. %-Anteil)			
Riempimento delle discontinuität (tipo e %)			
Trennflächenkennwerte (Labor)	Bandbreite		Versuchszahl (n)
Parametri delle discontinuität (Laboratorio)	Range		Numero di prove (n)
φ_{res} [°] (unverwilt. TF / Disc. inalterate)	31,7-31,8		2
c_{res} [MPa] (unverwilt. TF / Disc. inalterate)	0,01-0,33		2
Gebirgskenwerte in-Situ	Bandbreite		Versuchszahl (n)
Parametri dell'ammasso roccioso in sito	Range		Numero di prove (n)
E [MPa] (BLA / Prova dilatometrica): Last/carico 7,8-10,2 MPa	47900-59700		2
Gebirgskenwerte	Statistik der Indexwerte u. berechnete Festigkeits- und Verformungsparameter		
Parametri dell'ammasso roccioso	Statistiche dei parametri indice e parametri di resistenza e deformabilità calcolati		
Indexwerte (Kartierung / Bohrungen)	Mittelwert (M)	Standardabweichung (s)	Versuchszahl (n)
Parametri indice (Rilevamento / Sondaggi)	Valori medio (M)	Deviazione standard (s)	Numero di prove (n)
RQD [%] (ISRM)	70	±	
RMR [-] (Bieniawski, 1999)	50	±	
GSI [-] (Hoek)	45	± 5	
Festigkeits- u. Verformungskennwerte (berechnet)	Kombination 1: M	Kombination 2: M - s	Kombination 3: M + s
Parametri di resistenza e deformabilità (calcolati)	Combinazione 1: M	Combinazione 2: M - s	Combinazione 3: M + s
σ_c [MPa] (Hoek&Brown)	3,0	1,7	4,8
σ_{cm} [MPa] (Hoek&Brown)	13,2	9,4	17,7
c [MPa] (Mohr-Coulomb): H _{min} =740m / H _{max} =1010m	2,2 / 2,6	1,8 / 2,2	2,6 / 3,1
φ [°] (Mohr-Coulomb): H _{min} =740m / H _{max} =1010m	36 / 33	32 / 30	39 / 36
E [MPa] (Boyd/Serafim 1983 / Hoek 2002 / Hoek&Diederichs 2006)	10000 / 7100 / 8800	10000 / (3600 / 3800)	10000 / 7500 / 10000
Charakteristische Werte / Valori caratteristici		Inputparameter / Valori di input	
γ_k (Gebirge / ammasso) [kN/m ³]	27,0	GSI [-] - Hoek&Brown	40
$\sigma_{ci,k}$ / (σ_{ci} max / min) (Gestein / roccia) [MPa]	60* / (90 / 39)	RMR [-] - Bieniawski	50
$\sigma_{cm,k}$ (Gebirge / ammasso roccioso) [MPa]	8,8	σ_v (y*H _{min} /max) [MPa]	20,0 / 27,3
c_k (Gebirge / ammasso roccioso) [MPa] - H _{min} /max	1,9 / 2,3	k_{σ} [-]	0,8-1,3
φ_k (Gebirge / ammasso roccioso) [°] - H _{min} /max	33 / 30		
E_k (Gebirge / ammasso roccioso) [MPa]	6300		
Bemerkungen	* Der Wert für die maßgebende Belastungsrichtung (F ₁ sf) wurde auch von PLT-Tests abgeleitet. Laborergebnisse der Lithologien 560 und 566.		
Note	* Il valore per la direzione di carico determinante (F ₁ sf) è stato dedotto anche da prove PLT. Risultati delle prove di laboratorio delle litologie 560 e 566		

GA-T-PH-2b: Gebirgsverhaltenstyp GVT 2 / 3	
GA-T-PH-2b: Comportamento dell'ammasso roccioso TCR 2 / 3	
Gebirgsart : GA-T-PH-2b	
SW 265°	NE 85°
NW 355°	SE 175°
Gebirgsarten	GA-T-PH-2b: Phyllit, Chloritphyllit, Kalkphyllit, Quarzphyllit (566, 569)
Tipo di ammasso roccioso	GA-T-PH-2b: Fillade, fillade cloritica, fillade calcarea, fillade quarzifera (566, 569)
Orientierung der Haupttrennflächen	Steil einfallende, schleifend, quer bzw. senkrecht zur Tunnelachse verlaufende Trennflächen Schieferung: subvertikal, senkrecht zur Tunnelachse
Direzione delle discontinuità principali	Discontinuità ad alta inclinazione con direzione subparallela, trasversale e perpendicolare all'AT; scistosità subverticale con direzione perpendicolare all'AT
Druckhaftigkeit $\sigma_{cm, v} / \sigma_{max}$ (Hoek 2000)	$\geq 0,32$: leicht druckhaft
Rapporto di sollecitazione $\sigma_{cm, v} / \sigma_{max}$	$\geq 0,32$: poco spingente
Einfluss des Bergwassers	gering
Influenza della falda	bassa
Quelldruck	keiner
Pressione di rigonfimento	assente
Gebirgsverhalten	GVT 2: Gefüge- u. schwerkraftbedingte Ausbrüche an durchgehenden Trennflächen GVT 3: Lokal spannungsbedingte Entfestigung in Hohlraumnähe durch Abscheren über TF Ortsbrust stabil
Comportamento dell'ammasso roccioso	TCR 2: Distacchi di blocchi dovuti alla strutt. ed alla forza di gravità lungo disc. persistenti - TCR 3: Allentamenti locali in corrisp. della cavità attraverso rottura a taglio lungo discontinui Fronte di scavo stabile
Radialdeformation	< 15 cm (Kennlinienverfahren)
Deformazione radiale	< 15 cm (Metodo delle curve caratteristiche)
Bemerkungen	Überlagerung: 740 - 1010 m
Note	Coperatura: 740 - 1010 m

Geotechnische Kennwerte	Gebirgsart: Zentralgneis-Schiefer-1z (GA-ZG-S-1z)		
Parametri geotecnici	Tipo di ammasso roccioso: Gneis centrale-scisti-1z (GA-ZG-S-1z)		
Lithologie	Biotitschiefer z.T. Bitotiphyllit		
Litologia	Scisti biotitici in parte filladi biotitici		
Gesteinskennwerte / Mineralogie (Labor)	Mittelwert (M)	Standardabweichung (s)	Versuchszahl (n)
Parametri della roccia / Mineralogia (Laboratorio)	Valore medio (M)	Deviazione standard (s)	Numero di prove (n)
γ [kN/m ³]	27,70	1,02	4
σ_{ci} [MPa] (min) ($\alpha=20-50^\circ$)			
σ_{ci} [MPa] (max) ($\alpha=50-90^\circ$)	47	33	2
m_i [-] (Hoek&Brow n) geschätzt / stimato	10		
E [MPa] aus Enax.-Druckversuch / da prova uniassiale	42.000		1
ν [-]	0,26	0,03	3
CAI [-]			
äquiv. Qz-Gehalt / Contenuto equ.di Qz [%]	41	0,7	2
Quellpotential / Potenziale di swelling	keines / assente		
Trennflächeneigenschaften (Kartierung / Bohrungen)	Statistische Auswertung der Orientierungen und Eigenschaften der Trennflächen		
Proprietà delle discontinuità (Rilevamento / Sondaggi)	Elaborazione statistica delle giaciture e delle proprietà delle discontinuità		
Schieferung: Orientierung / Abstand	S2: 180/40-60		
Scistosità: Giacitura / Spaziatura			
Trennflächenorientierung [°] (Vertrauenskegel)	RTF1a: 160/80	RTF3: 325/70	
Giacitura delle discontinuità (Cono di confidenza)	RTF2e: 085/85	RTF6: 050/80	
Trennflächenabstände [mm]	RTF1a: 200-600	RTF3: 600-2000	S2: 60-200
Spaziatura delle discontinuità	RTF2e: 200-600	RTF6: 600-2000	
Trennflächendurchgängigkeit [m]	RTF1a: 1-3	RTF3: 1-3	S2: 1-3
Persistenza delle discontinuità	RTF2e: 1-3	RTF6: 1-3	
Trennflächenöffnung [mm]	RTF1a: 0	RTF3: 0	S2: 0
Apertura della discontinuità	RTF2e: 0	RTF6: 0	
Trennflächenrauigkeit JRC [-]	RTF1a: 4-8	RTF3: 4-8	S2: 4-6
Rugosità delle discontinuità	RTF2e: 4-8	RTF6: 8-10	
Trennflächenverwitterung (EN ISO 14689-1)			
Aterazione delle discontinuità			
Trennflächenfüllung (Typ u. %-Anteil)			
Riempimento delle discontinuità (tipo e %)			
Trennflächenkennwerte (Labor)	Bandbreite		Versuchszahl (n)
Parametri delle discontinuità (Laboratorio)	Range		Numero di prove (n)
ϕ base / ϕ / ϕ res [°] (unverwitt. TF / Disc. inalterate)	- / 43 / -		2
c/c res [MPa] (unverwitt. TF / Disc. inalterate)	1,2 / -		2
Gebirgskennwerte in-Situ	Mittelwert (M)	Standardabweichung (s)	Versuchszahl (n)
Parametri dell'ammasso roccioso in sito	Valore medio (M)	Deviazione standard (s)	Numero di prove (n)
E [MPa] (BLA / Prova dilatometrica):	52100	15800	2
Gebirgskennwerte	Statistik der Indexwerte u. berechnete Festigkeits- und Verformungsparameter		
Parametri dell'ammasso roccioso	Statistica dei parametri indice e parametri di resistenza e deformabilità calcolati		
Indexwerte (Kartierung / Bohrungen)	Mittelwert (M)	Standardabweichung (s)	Versuchszahl (n)
Parametri indice (Rilevamento / Sondaggi)	Valori medio (M)	Deviazione standard (s)	Numero di prove (n)
RQD [%] (ISRM)	90	±	
RMR [-] (Bieniaw ski, 1999)	60	±	
GSI [-] (Hoek)	45	± 5	
Festigkeits- u. Verformungskennwerte (berechnet)	Kombination 1: M	Kombination 2: M - s	Kombination 3: M + s
Parametri di resistenza e deformabilità (calcolati)	Combinazione 1: M	Combinazione 2: M - s	Combinazione 3: M + s
σ_c [MPa] (Hoek&Brow n)	2,1	0,5	4,8
σ_{cm} [MPa] (Hoek&Brow n)	7,3	2,0	14,0
c [MPa] (Mohr-Coulomb): $H_{min}=940m / H_{max}=1490m$	2,1 / 2,8	1,2 / 1,6	2,9 / 4,8
ϕ [°] (Mohr-Coulomb): $H_{min}=940m / H_{max}=1490m$	29,2 / 25,8	19,5 / 16,8	34,7 / 31,1
E [MPa] (Boyd/Serafim 1983 / Hoek 2002 / Hoek 2006)	- / 5100 / 9400	- / 2100 / 5700	- / 8900 / 21000
Charakteristische Werte / Valori caratteristici		Inputparameter / Valori di input	
γ_k (Gebirge / ammasso) [kN/m ³]	27,7	GSI [-] - Hoek&Brow n	45
$\sigma_{ci,k}$ (Gestein / roccia) (min,max) [MPa]	30 ¹⁾	RMR [-] - Bienaw ski	60
$\sigma_{cm,k}$ (Gebirge / ammasso roccioso) [MPa]	5	σ_v ($\gamma \cdot H$, min/max) [MPa]	26,0 / 41,3
c_k (Gebirge / ammasso roccioso) [MPa] H_{min}/H_{max}	1,8 / 2,4	k_0 [-]	0,5-0,8
ϕ_k (Gebirge / ammasso roccioso) [°] H_{min}/H_{max}	26 / 23		
E_k (Gebirge / ammasso roccioso) [MPa]	30000		
Bemerkungen	1) Wert mit Anisotropieeffekt korrigiert		
Note	1) Correzione effetto dell'anisotropia		

GA-ZG-S-1z: Gebirgsverhaltenstyp GVT 3 / 4.1	
GA-ZG-S-1z: Comportamento dell'ammasso roccioso TCR 3 / 4.1	
Gebirgsart : GA-ZG-S-1z	
SW 265°	NE 85° NW 355° SE 175°
Gebirgsarten	GA-ZG-S-1z: Zentralgneis-Schiefer-1z
Tipo di ammasso roccioso	GA-ZG-S-1z: Gneis centrale-scisiti-1z
Orientierung der Haupttrennflächen	Mäßig steil einfallende, schleifend bzw. quer zur Tunnelachse verlaufende Schieferungsflächen;
Direzione delle discontinuità principali	Scistosità a media inclinazione con direzione subparallela e trasversale all'asse della galleria;
Druckhaftigkeit σ_{cm}/σ_{max} (Hoek 2000)	$\geq 0,12$: stark druckhaft
Rapporto di sollecitazione σ_{cm}/σ_{max}	$\geq 0,12$ fortemente spingente
Einfluss des Bergwassers	Vernachlässigbar
Influenza della falda	Trascurabile
Quelldruck	keiner
Pressione di rigonfiamento	assente
Gebirgsverhalten	GVT-3: Abscheren über Trennflächen hinweg; lokale Ausbrüche aus der Ortsbrust; GVT-4.1: Spannungsbedingte tiefreichende Entfestigung, Trennflächenbedingte Ablösungen und Scherversagen an der Ortsbrust
Comportamento dell'ammasso roccioso	GVT-3: Distacchi lungo le discontinuità; distacchi locali del fronte; GVT 4.1: Profondo detensionamento, distacchi dovuti alle superfici di discontinuità e rotture da taglio nel fronte di avanzamento
Radialdeformation	< 30 cm (gemäß Kennlinienverfahren)
Deformazione radiale	< 30 cm (metodo delle curve caratteristiche)
Bemerkungen	Überlagerung: 940 - 1490 m; mittlere Prognoseunsicherheit
Note	Coperatura: 940 - 1490 m; grado d'incertezza di previsione media

ANHANG 2 – FEM-ANALYSE DER INNENSCHALE

APPENDICE 2 - ANALISI FEM DEL RIVESTIMENTO DEFINITIVO

L'appendice 2 contiene le rappresentazioni grafiche dei principali input e output dell'analisi del rivestimento definitivo condotte con il programma STATIK-6, oltre alle opportune verifiche sezionali allo SLU e SLE.

PROFILO GL-MS con concio di base

- Verifiche

Profil GL-MS Anschluss

f _{ck}	f _{ctk}	γ _c	f _{cd}	f _{ctd}	f _{sd}	f _{yk}	γ _s
30.7	2.06	1.6	15.36	1.03	375.0	450	1.2

R
1.6

M-N Nachweis GZL	M _{d,a} [kNm]	N _{d,a} [kN]	b	h	σ ₁ [N/mm ²]	σ ₂ [N/mm ²]	Nachweis σ ₁	Nachweis σ ₂
	Gewölbe	-83	-3704	1000.0	1000.0	400.0	-6.1	-12.4 i.O.
Sohle	-107	-4936	1000.0	1000.0	500.0	-7.3	-12.4 i.O.	i.O.
Auflager	152	-4029	1000.0	1000.0	500.0	-11.7	-4.4 i.O.	i.O.

M-N Nachweis GZG	M _{d,a} [kNm]	N _{d,a} [kN]	b	h	σ ₁ [N/mm ²]	σ ₂ [N/mm ²]	Nachweis σ ₁	Nachweis σ ₂
	Gewölbe	-62.4	-2972.8	1000.0	1000.0	400.0	-5.1	-9.8 i.O.
Sohle	-80.0	-3654.4	1000.0	1000.0	500.0	-5.4	-9.2 i.O.	i.O.
Auflager	112.0	-2984.0	1000.0	1000.0	500.0	-8.7	-3.3 i.O.	i.O.

Bewehrung	Sohle								
		mind.Bew.	595	n	ø	s	As	M _{Rd} [kNm]	
	rad. Bew.	ok			2.0	16.0	0.150	2681	204.9
	long. Bew.	ok	536		2.0	12.0	0.300	754	
Gewölbe									
	mind.Bew.	476	n	ø	s	As	M _{Rd} [kNm]		
rad. Bew.	ok			2.0	14.0	0.150	2053	120.6	
long. Bew.	ok	411		2.0	12.0	0.300	754		

O Nachweis GZL	V _d [kN]	x [mm]	σ ₁ [N/mm ²]	σ ₂ [N/mm ²]	σ _c [N/mm ²]	σ _{c,lim}	δ	f _{cvd}	V _{Rd} [kN]
		207.0	400.0	-6.1	-12.4	365.5983628	7.14	7.14	2.12
	362.0	500.0	-11.7	-4.4	539.6023244	7.14	7.14	0.92	3.03

O Nachweis GZG	V _d [kN]	x [mm]	σ ₁ [N/mm ²]	σ ₂ [N/mm ²]	σ _c [N/mm ²]	σ _{c,lim}	δ	f _{cvd}	V _{Rd} [kN]
		153.0	400.0	-5.1	-9.8	322.3939197	7.14	7.14	0.29
	267.0	500.0	-8.7	-3.3	463.610791	7.14	7.14	-1.17	2.68

Bewehrung	Gewölbe							
	V _{d,a} [kN] pro 300mm	99.36	n	ø	s	As	V _{Rd} [kN]	
			2.0	14.0	0.300	1026	127.4	

PROFILO GL-MS con arco rovescio

- Verifiche

Profil GL-MS, ohne Sohlstein										
Quellen 0.3 MPa										

f _{ck}	f _{ctk}	γ _c	f _{cd}	f _{ctd}	f _{sd}	f _{yk}	γ _s			
30.7	2.06	1.6	15.36	1.03	375.0	450	1.2			

R	1.6
---	-----

M-N Nachweis GZT	M _{d,a} [kNm]	N _{d,a} [kN]	b	h	σ ₁ [N/mm ²]	σ ₂ [N/mm ²]	Nachweis σ ₁	Nachweis σ ₂
Gewölbe	163.2	-8067.2	1000.0	400.0	-26.3	-14.0	nicht i.O.	i.O.
Sohle	-500.8	-7147.2	1000.0	1600.0	-3.3	-5.6	i.O.	i.O.
Auflager	198.4	-7987.2	1000.0	500.0	-20.7	-11.2	nicht i.O.	i.O.

M-N Nachweis GTC	M _{d,a} [kNm]	N _{d,a} [kN]	b	h	σ ₁ [N/mm ²]	σ ₂ [N/mm ²]	Nachweis σ ₁	Nachweis σ ₂
Gewölbe	120.0	-5972.8	1000.0	400.0	-19.4	-10.4	i.O.	i.O.
Sohle	-371.2	-5750.4	1000.0	1600.0	-2.7	-4.5	i.O.	i.O.
Auflager	147.2	-5913.6	1000.0	400.0	-20.3	-9.3	i.O.	i.O.

Sohle							
		n	σ	s	As		M _{Rd} [kNm]
mind.Bew	1904						
rad. Bew	ok		2.0	20.0	0.150	4189	1173.7
long. Bew.	ok	838	2.0	14.0	0.300	1026	
max.Bew	15598						
Rad.Bew. II			1.0	20.0	0.150	2094	1173.7
Zulagen II	ok		1.0	26.0	0.150	3540	1952.2
M _{Rd,max}							3125.9

Gewölbe							
		n	σ	s	As		M _{Rd} [kNm]
mind.Bew	476						
rad. Bew	ok		2.0	20.0	0.150	4189	231.2
long. Bew.	ok	838	2.0	14.0	0.300	1026	
max.Bew	3899						
Zulagen			1.0	20.0	0.150	2094	309.8
Auflager							
M _{Rd,max}							541.0

O Nachweis GZT	V _d [kN]	x [mm]	σ ₁ [N/mm ²]	σ ₂ [N/mm ²]	σ _c [N/mm ²]	σ _{c,lim}	δ	f _{cvd}	V _{Rd} [kN]
	336.0	400.0	-26.3	-14.0	468.8003109	7.14	13.03	4.67	1246.05
	796.0	500.0	-20.7	-11.2	886.8003894	7.14	8.83	4.19	1395.01

O Nachweis GTC	V _d [kN]	x [mm]	σ ₁ [N/mm ²]	σ ₂ [N/mm ²]	σ _c [N/mm ²]	σ _{c,lim}	δ	f _{cvd}	V _{Rd} [kN]
	249.0	400.0	-19.4	-10.4	399.2005632	-2.78	17.71	4.05	1081.27
	590.0	400.0	-20.3	-9.3	672.0007118	-2.78	17.56	4.04	1076.24

Gewölbe							
	V _{d,a} [kN] pro 300mm	n	σ	s	As		V _{Rd} [kN]
	382.08		2.0	20.0	0.150	4189	669.2

PROFILO CT-a-T1-T2-T3

- Verifiche

CT-a-T1-T2-T3

f _{ck}	f _{ctk}	γ _c	f _{cd}	f _{ctd}	f _{sd}	f _{yk}	γ _s	R
30.7	2.06	1.6	15.36	1.03	375.0	450	1.2	1.6

M-N Nachweis GZI	M _{d,a} [kNm]	N _{d,a} [kN]	b	h	σ ₁ [N/mm ²]	σ ₂ [N/mm ²]	Nachweis σ ₁	Nachweis σ ₂
Gewölbe	189	-2528	1000.0	350.0	-16.5	2.0	nicht i.O.	i.O.
Sohle	-102	-1445	1000.0	350.0	0.9	-9.1	i.O.	i.O.
Auflager	-85	-1445	1000.0	350.0	0.0	-8.3	i.O.	i.O.

M-N Nachweis GIG	M _{d,a} [kNm]	N _{d,a} [kN]	b	h	σ ₁ [N/mm ²]	σ ₂ [N/mm ²]	Nachweis σ ₁	Nachweis σ ₂
Gewölbe	139.2	-1870.4	1000.0	350.0	-12.2	1.5	i.O.	i.O.
Sohle	-76.8	-1068.8	1000.0	350.0	0.7	-6.8	i.O.	i.O.
Auflager	-62.4	-1068.8	1000.0	350.0	0.0	-6.1	i.O.	i.O.

Sohle		n	ø	s	As	M _{Rd} [kNm]
mind. Bew.	417					
rad. Bew.	ok		2.0	14.0	0.150	2053
long. Bew.	ok	411	2.0	12.0	0.300	754

Gewölbe		n	ø	s	As	M _{Rd} [kNm]
mind. Bew.	417					
rad. Bew.	ok		2.0	16.0	0.150	2681
rad. Bew.	ok		1.0	16.0	0.300	670
long. Bew.	ok	536	2.0	12.0	0.300	754

O Nachweis GZI	V _{d,a} [kN]	x [mm]	σ ₁ [N/mm ²]	σ ₂ [N/mm ²]	σ _c [N/mm ²]	σ _{c,lim}	δ	f _{c,vd}	V _{Rd} [kN]
	300	350.0	-16.5	2.0	415.0116861	7.14	0.08	2.92	680.28
	273	349.9	0.0	-8.3	393.3718828	7.14	-3.01	2.30	537.73

O Nachweis GIG	V _{d,a} [kN]	x [mm]	σ ₁ [N/mm ²]	σ ₂ [N/mm ²]	σ _c [N/mm ²]	σ _{c,lim}	δ	f _{c,vd}	V _{Rd} [kN]
	222	350.1	-12.2	1.5	352.6544598	7.14	-1.80	2.56	598.05
	202	349.7	0.0	-6.1	336.4691616	7.14	-4.09	2.05	478.19

Gewölbe		n	ø	s	As	V _{Rd} [kN]
V _{d,a} [kN]						
pro 300mm	90		2.0	12.0	0.150	1508

PROFILO CT-a-T4-T5

- Verifiche

CT-1-T4-T5

Quellen 0.3 MPa

f_{ck}	f_{ctk}	γ_c	f_{cd}	f_{ctd}	f_{sd}	f_{yk}	γ_s
30.7	2.06	1.6	15.36	1.03	375.0	450	1.2

R
1.6

M-N Nachweis GZL	M_d,a [kNm]	N_d,a [kN]	b	h	σ_1 [N/mm ²]	σ_2 [N/mm ²]	Nachweis σ_1	Nachweis σ_2
	Gewölbe	156.8	-3203.2	1000.0	350.0	-16.8	-1.5	nicht i.O.
Sohle	953.6	-2468.8	1000.0	1200.0	-6.0	1.9	i.O.	i.O.
Auflager	-60.8	-3336.0	1000.0	1000.0	-3.0	-3.7	i.O.	i.O.

M-N Nachweis GTG	M_d,a [kNm]	N_d,a [kN]	b	h	σ_1 [N/mm ²]	σ_2 [N/mm ²]	Nachweis σ_1	Nachweis σ_2
	Gewölbe	116.8	-2299.2	1000.0	350.0	-12.3	-0.8	i.O.
Sohle	707.2	-1824.0	1000.0	1200.0	-4.5	1.4	i.O.	i.O.
Auflager	-44.8	-2470.4	1000.0	1000.0	-2.2	-2.7	i.O.	i.O.

Bewehrung	Sohle							M_Rd [kNm]	
	mind.Bew	rad. Bew.	long. Bew.	n	\emptyset	s	As		
	1428	ok	ok		2.0	20.0	0.150	4189	859.6
				838	2.0	14.0	0.300	1026	
Bewehrung	Gewölbe							M_Rd [kNm]	
	mind.Bew	rad. Bew.	long. Bew.	n	\emptyset	s	As		
	417	ok	ok		2.0	16.0	0.150	2681	129.5
					1.0	16.0	0.300	670	66.8
				536	2.0	12.0	0.300	754	

O Nachweis GZL	V_d [kN]	x [mm]	σ_1 [N/mm ²]	σ_2 [N/mm ²]	σ_c [N/mm ²]	$\sigma_{c,lim}$	δ	f_cvd	V_Rd [kN]
		356	350.0	-16.8	-1.5	459.8047708	7.14	2.01	3.24
	718	1000.0	-3.0	-3.7	1074.398362	7.14	-3.81	2.12	1413.73

O Nachweis GTG	V_d [kN]	x [mm]	σ_1 [N/mm ²]	σ_2 [N/mm ²]	σ_c [N/mm ²]	$\sigma_{c,lim}$	δ	f_cvd	V_Rd [kN]
		264	350.0	-12.3	-0.8	386.2096098	-2.78	9.35	2.80
	532	1000.0	-2.2	-2.7	925.5970285	-2.78	5.25	1.90	1265.85

Bewehrung	Gewölbe							V_Rd [kN]
	V_d,a [kN] pro 300mm	n	\emptyset	s	As			
	215.4		2.0	12.0	0.150	1508	523.6	

PROFILO CT-b-T1-T2-T3

• Verifiche

CT-b-T1-T2-T3

f _{ck}	f _{ctk}	γ _c	f _{cd}	f _{ctd}	f _{sd}	f _{yk}	γ _s	R
30.7	2.06	1.6	15.36	1.03	375.0	450	1.2	1.6

M-N Nachweis GZL	M _{d,a} [kNm]	N _{d,a} [kN]	b	h	σ ₁ [N/mm ²]	σ ₂ [N/mm ²]	Nachweis σ ₁	Nachweis σ ₂
Gewölbe	-254	-3648	1000.0	1000.0	350.0	2.0	-22.9 i.O.	nicht i.O.
Sohle	-32	-1234	1000.0	1000.0	1200.0	-0.9	-1.2 i.O.	i.O.
Auflager	21	-1234	1000.0	1000.0	1000.0	-1.4	-1.1 i.O.	i.O.

M-N Nachweis GZG	M _{d,a} [kNm]	N _{d,a} [kN]	b	h	σ ₁ [N/mm ²]	σ ₂ [N/mm ²]	Nachweis σ ₁	Nachweis σ ₂
Gewölbe	-188.8	-2665.6	1000.0	1000.0	350.0	1.6	-16.9 i.O.	i.O.
Sohle	-25.6	-912.0	1000.0	1000.0	1200.0	-0.7	-0.9 i.O.	i.O.
Auflager	17.6	-912.0	1000.0	1000.0	1000.0	-1.0	-0.8 i.O.	i.O.

Sohle

	mind. Bew.	rad. Bew.	long. Bew.	n	ø	s	As	M _{Rd} [kNm]
	1428	ok	ok	302	2.0	12.0	0.150	1508
					2.0	10.0	0.300	524

Gewölbe

	mind. Bew.	rad. Bew.	Zulage II	long. Bew.	n	ø	s	As	M _{Rd} [kNm]
	417	ok		ok	679	2.0	18.0	0.150	3393
						1.0	18.0	0.300	848
						2.0	12.0	0.300	754

O Nachweis GZL	V _{d,a} [kN]	x [mm]	σ ₁ [N/mm ²]	σ ₂ [N/mm ²]	σ _c [N/mm ²]	σ _{c,lim}	δ	f _{cvd}	V _{Rd} [kN]
	244	350.0	2.0	-22.9	370.1947597	7.14	7.14	3.28	3.02
	444	1000.0	-1.4	-1.1	855.21108	7.14	7.14	-5.91	1.53

O Nachweis GZG	V _{d,a} [kN]	x [mm]	σ ₁ [N/mm ²]	σ ₂ [N/mm ²]	σ _c [N/mm ²]	σ _{c,lim}	δ	f _{cvd}	V _{Rd} [kN]
	182	349.9	1.6	-16.9	320.5744814	7.14	7.14	0.47	2.97
	328	1000.1	-1.0	-0.8	762.4593975	7.14	7.14	-6.23	1.41

Gewölbe

	V _{d,a} [kN]	n	ø	s	As	V _{Rd} [kN]
pro 300mm	133.2		2.0	16.0	0.300	1340

RIASSUNTO ARMATURE

GL-MS con concio di base - Anschluss				
	Calcestruzzo C30/37	Arm.rad	Arm.long	Arm.taglio
Calotta	40 cm	2 ϕ 14/150	2 ϕ 12/300	-
Piedritti	50 cm	2 ϕ 14/150	2 ϕ 12/300	-
Platea	50 cm	2 ϕ 16/150	2 ϕ 12/300	-

GL-MS con arco rovescio - Anschluss				
	Calcestruzzo	Arm.rad	Arm.long	Arm.taglio
Calotta	40 cm	2 ϕ 20/150	2 ϕ 14/300	-
Piedritti	50 cm	2 ϕ 20/150	2 ϕ 14/300	-
	rinforzo 2. strato	ϕ 20/150	-	-
Platea	160 cm	2 ϕ 20/150	2 ϕ 14/300	-
	rinforzo 2. strato	ϕ 26/150	-	-

CT-a-T1-t2-t3				
	Calcestruzzo C30/37	Arm.rad	Arm.long	Arm.taglio
Calotta	35 cm	2 ϕ 16/150	2 ϕ 12/300	2 ϕ 12/150
	rinforzo	ϕ 16/300		
Piedritti	35 cm	2 ϕ 16/150	2 ϕ 12/300	-
Platea	35 cm	2 ϕ 14/150	2 ϕ 12/300	-

CT-a-T4-T5				
	Calcestruzzo C30/37	Arm.rad	Arm.long	Arm.taglio
Calotta	35 cm	2 ϕ 16/150	2 ϕ 12/300	2 ϕ 12/150
	rinforzo	ϕ 16/300		
Piedritti	100 cm	2 ϕ 16/150	2 ϕ 12/300	-
Platea	120 cm	2 ϕ 20/150	2 ϕ 14/300	-

CT-b-T4-T5				
	Calcestruzzo C30/37	Arm.rad	Arm.long	Arm.taglio
Calotta	35 cm	2 ϕ 18/150	2 ϕ 12/300	2 ϕ 16/300
	rinforzo	ϕ 18/300		
Piedritti	35 cm	2 ϕ 18/150	2 ϕ 12/300	-
Platea	35 cm	2 ϕ 12/150	2 ϕ 12/300	-

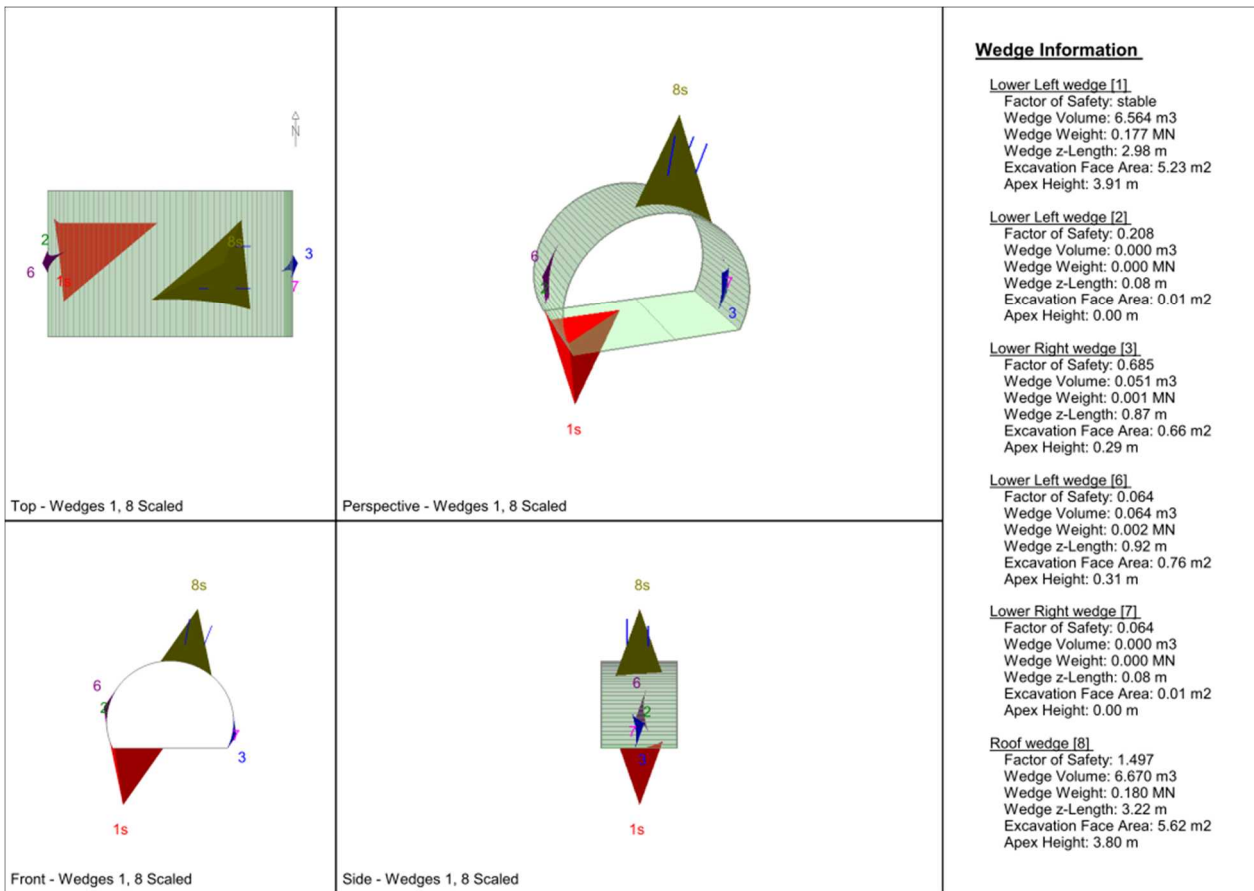
ANHANG 3 - BLOCKANALYSE

APPENDICE 3 - ANALISI DEI BLOCCHI

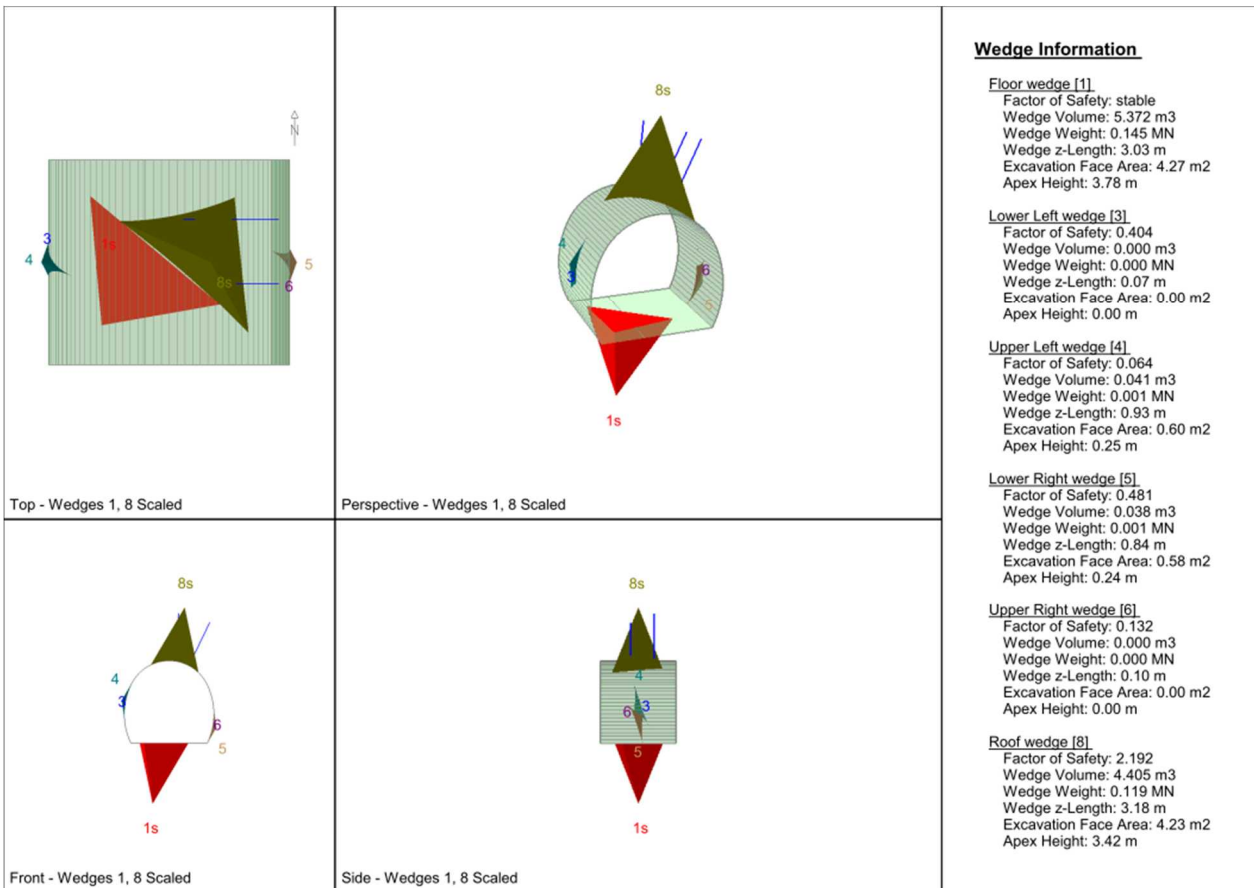
L'appendice 3 riporta i risultati delle analisi a blocchi condotte con il programma di calcolo UNWEDGE 3.0. Nelle tabelle è riportato il fattore di sicurezza minimo per ciascuna terna di discontinuità caratterizzanti le singole tratte omogenee mentre in forma grafica sono riportati solo i risultati della terna di discontinuità più gravosa.

	cavo							fronte	
	Joint Comb.	Wedge	Weight	T2	T3/bis	T3	T4/T5	Weight	SF
HB5									
GA-UST-PH-2b	134	RW	0.172				1.96	0.037	15.86
	345	RW	0.123				1.6	0.007	31.1
	235	RW	0.079				<1.3	0.011	20.1
HB3									
GA-T-PH-6	245	RW	0.147				1.34	0.022	35.89
	123	SR	0.104				1.52	0.005	190.17
	125	SR	0.081				2.2	0.005	141.65
		SL	0.016						
GA-T-PH-6a	134	RW	0.136				1.47	0.01	20.8
	123	RW	0.077				0	0.013	17.45
	125	RW	0.041				0	0.015	15.55

GL_GA-BST-KS-8e (gleiche Geometrie wie PL)



CTa_GA-BST-KS-8e



ANHANG 4 – BRANDBEMESSUNG

APPENDICE 4 - ANALISI AL FUOCO

La seguente appendice riporta i risultati delle analisi al fuoco.

GL - MS con concio di base (T1-T2-T3) - Anschluss

f _{ck}	f _{ctk}	γ _c	f _{ctk}	γ _c	f _{cd}	f _{ctd}	R	druck (5cm) zug (7 cm)	f _{ck,t}			f _{cd,t}		
									30min	60 min	120min	30 min	60 min	120 min
30.7	2.9	1.6	2.9	1.6	19.2	1.8	1.6		30.7	21.3	7.4	19.2	13.3	4.6
									30.7	29.6	18.6	19.2	18.5	11.6

0.05

M-N Nachweis S21	M _d [kNm]	N _d [kN]	M _d [kNm]	N _d [kN]	b	h	A [mm ²]	J [mm ⁴]	σ ₁ [N/mm ²]	σ ₂ [N/mm ²]	30min		60min		120min		druck zug
											Nachweis σ ₁	Nachweis σ ₂	Nachweis σ ₁	Nachweis σ ₂	Nachweis σ ₁	Nachweis σ ₂	
Gewölbe	-52	-2315	-83	-3704	1000.0	400.0	400000.0	533333333.3	-6.1	-12.4	i.O.	i.O.	i.O.	i.O.	i.O.	i.O.	
Sohle	-67	-3085	-107	-4936	1000.0	600.0	600000.0	1800000000.0	-6.4	-10.0	i.O.	i.O.	i.O.	i.O.	i.O.	i.O.	

M-N Nachweis S15	M _d [kNm]	N _d [kN]	M _d [kNm]	N _d [kN]	b	h	A [mm ²]	J [mm ⁴]	σ ₁ [N/mm ²]	σ ₂ [N/mm ²]	30min		60min		120min		druck zug
											Nachweis σ ₁	Nachweis σ ₂	Nachweis σ ₁	Nachweis σ ₂	Nachweis σ ₁	Nachweis σ ₂	
Gewölbe	-39.0	-1858.0	-62	-2973	1000.0	400.0	400000.0	533333333.3	-5.1	-9.8	i.O.	i.O.	i.O.	i.O.	i.O.	i.O.	
Sohle	-50.0	-2284.0	-80	-3654	1000.0	600.0	600000.0	1800000000.0	-4.8	-7.4	i.O.	i.O.	i.O.	i.O.	i.O.	i.O.	

GL - MS con arco rovescio (T4-T5) - Anschluss

QUELLEN 0.3

M-N Nachweis S21	M _d [kNm]	N _d [kN]	M _d [kNm]	N _d [kN]	b	h	A [mm ²]	J [mm ⁴]	σ ₁ [N/mm ²]	σ ₂ [N/mm ²]	30min		60min		120min		druck zug
											Nachweis σ ₁	Nachweis σ ₂	Nachweis σ ₁	Nachweis σ ₂	Nachweis σ ₁	Nachweis σ ₂	
Gewölbe	102.0	-5042.0	163	-8067	1000.0	400.0	400000.0	533333333.3	-26.3	-14.0	i.O.	i.O.	i.O.	i.O.	i.O.	i.O.	
Sohle	-313.0	-4467.0	-501	-7147	1000.0	1600.0	1600000.0	3413333333.3	-3.3	-5.6	i.O.	i.O.	i.O.	i.O.	i.O.	i.O.	

M-N Nachweis S15	M _d [kNm]	N _d [kN]	M _d [kNm]	N _d [kN]	b	h	A [mm ²]	J [mm ⁴]	σ ₁ [N/mm ²]	σ ₂ [N/mm ²]	30min		60min		120min		druck zug
											Nachweis σ ₁	Nachweis σ ₂	Nachweis σ ₁	Nachweis σ ₂	Nachweis σ ₁	Nachweis σ ₂	
Gewölbe	75.0	-3733.0	120	-5973	1000.0	400.0	400000.0	533333333.3	-19.4	-10.4	i.O.	i.O.	i.O.	i.O.	i.O.	i.O.	
Sohle	-232.0	-3594.0	-371	-5750	1000.0	1600.0	1600000.0	3413333333.3	-2.7	-4.5	i.O.	i.O.	i.O.	i.O.	i.O.	i.O.	

Nachweis armiertes Profil S15	D 4 cm		D 4 cm		curva 2		f _{yk}	k _s	f _{yk,t}	x	M+	M-	Nachweis M+	Nachweis M-
	As	T	As	T	f _{yk}	k _s								
30 min	1508.0	137.0	1508.0	137.0	450.0	1	450.0	41.5934423	217.4	1031.7	i.O.	i.O.		
60 min	1508.0	361.0	1508.0	361.0	450.0	0.95	427.5	39.51377019	207.1	980.7	i.O.	i.O.		
120 min	1508.0	593.0	1508.0	593.0	450.0	0.4	180.0	16.63737692	89.8	415.5	nicht i.O.	i.O.		
120 min	D 5 cm		D 5 cm											
120 min	1508.0	481.0	1508.0	481.0	450.0	0.7	315.0	29.11540961	154.7	724.7	i.O.	i.O.		