



Mit Beteiligung der Europäischen Union aus dem Haushalt
der Transeuropäischen Verkehrsnetzefinanziertes Vorhaben
*Opera finanziata con la partecipazione dell'Unione Europea
attraverso il bilancio delle reti di trasporto transeuropee*



AUSBAU EISENBAHNACHSE MÜNCHEN-VERONA BRENNER BASISTUNNEL

Ausschreibungsphase

POTENZIAMENTO ASSE FERROVIARIO MONACO-VERONA

GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO

Progettazione esecutiva

Fachbereich GEO-HYDRO Settore GEO-HYDRO

Projekteinheit

Geologisch-hydrogeologische Planung

Unità di progetto

Progettazione geologica-idrogeologica

Dokumentenart

Technischer Bericht

Tipo Documento

Relazione tecnica

Titel

Geologisch - hydrogeologische Prognose

Titolo

Previsione geologica - idrogeologica



GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO - BRENNER BASISTUNNEL BBT SE

Piazza Stazione 1 • I-39100 Bolzano
Tel.: +39 0471 0622-10 • Fax: +39 0471 0622-11
Amraser Str. 8 • A-6020 Innsbruck
Tel.: +43 512 4030 • Fax: +43 512 4030-110
Email: bbt@bbt-se.com • www.bbt-se.com

	Datum / data	Name / nome
Bearbeitet / Elaborato	04.06.2013	Burger, Nocker, Orsi, Töchterle
Geprüft / Verificato	14.07.2013	GPT Burger
Freigegeben / Autorizzato		
Freigegeben BBT / Approvato BBT		
Masstab / Scala	-	

Projekt- kilometer / Progressiva di progetto		von / da bis / a bei / al		Bau- kilometer / Chilometro opera		von / da bis / a bei / al		Status Dokument / Stato documento							
Staat Stato		Los Lotto		Einheit Unità		Nummer Numero		Dokumentenart Tipo Documento		Vertrag Contratto		Nummer Codice		Revision Revisione	
01		GH33		GP		005		GTB		---		00001		00	

Bearbeitungsstand Stato di elaborazione

Revision Revisione	Änderungen / Cambiamenti	Verantwortlicher Änderung Responsabile modifica	Datum Data
00	Erste Ausgabe / Prima edizione	Burger, Nocker, Orsi, Töchterle	15.07.2013

1	AUFGABENSTELLUNG	
1	IMPOSTAZIONE DEL LAVORO	6
2	ZUGEHÖRIGE DOKUMENTE	
2	DOCUMENTI COLLEGATI	6
3	GELTUNGSBEREICH	
3	CAMPO DI APPLICAZIONE	8
4	GEOLOGISCHES MODELL	
4	MODELLO GEOLOGICO	11
4.1	GENERELLES	
4.1	CONDIZIONI GENERALI	11
4.2	REGIONALGEOLOGISCHES MODELL PROJEKTGEBIET	
4.2	MODELLO GEOLOGICO REGIONALE DELL'AREA DI PROGETTO	11
4.3	GESTEINE AUF TUNNELNIVEAU	
4.3	ROCCE A LIVELLO GALLERIA	12
4.3.1	Quarzphyllit (306)	
4.3.1	Fillade quarzifera (306)	12
4.3.2	Quarzit- Quarzitschiefer, Gneis (307)	
4.3.2	Quarziti- Scisti quarzitici, Gneiss (307)	15
4.3.3	Grünschiefer, Chloritschiefer (Metabasit) (310)	
4.3.3	Scisti verdi, scisti cloritici (metabasite) (310)	16
4.3.4	Porphyroid (301)	
4.3.4	Porfiroide (301)	18
4.3.5	Kalk-und Dolomitmarmor (302 und 304)	
4.3.5	Marmi calcarei e dolomitici (302 e 304)	18
4.3.6	Graphitphyllit (303)	
4.3.6	Fillade grafitica (303)	19
4.3.7	Glimmerschiefer, Granatglimmerschiefer (309)	
4.3.7	Micascisti, micascisti granatiferi (309)	21
4.3.8	Amphibolith (311)	
4.3.8	Anfibolite (311)	21
4.3.9	Biotitschiefer-gneis (312)	
4.3.9	Scisti in biotite - gneiss (312)	22
4.4	STÖRUNGSYSTEME	
4.4	SISTEMI DI FAGLIA	24
4.4.1	Orientierung der Störungen	
4.4.1	Orientamento delle faglie	30
5	VERBINDUNGSTUNNEL OST	
5	GALLERIA DI COLLEGAMENTO EST	32
5.1	GEOLOGISCHE PROGNOSE	
5.1	PREVISIONE GEOLOGICA	32
5.1.1	Abschnitt von km 10+578 bis 11+780 ca.: „Hangende Serie“ der Innsbrucker Quarzphyllitzone	
5.1.1	Tratto dal km 10+578 al km 11+780 ca.: "Serie a tetto" della Fillade quarzifera di Innsbruck	32
5.1.2	Abschnitt von km 11+780 bis 12+800 ca.: Höher metamorpher Anteil der Innsbrucker Quarzphyllitzone mit gehäuftem Auftreten von Grünschiefer	
5.1.2	Tratto dal km 11+780 al km 12+800 ca.: Settore di grado metamorfico più elevato della Zona delle Filladi quarzifere di Innsbruck con presenza più frequente di scisti verdi	33
5.1.3	Abschnitt von km 12+800 bis 13+750 ca.: „Hangende Serie“ der Innsbrucker Quarzphyllitzone	
5.1.3	Tratto dal km 12+800 al km 13+750 ca.: "Serie a tetto" della Fillade quarzifera di Innsbruck	34
5.1.4	Orientierung der Störungen in Bezug auf die Tunnelachse des Verbindungstunnels Ost	
5.1.4	Orientamento delle faglie rispetto all'asse della galleria di collegamento est	36

5.2	HYDROGEOLOGISCHE PROGNOSE	
5.2	PREVISIONE IDROGEOLOGICA	38
5.2.1	Hydrogeologische Homogenbereiche	
5.2.1	Settori idrogeologici omogenei	38
5.2.2	Stationäre Abflüsse	
5.2.2	Deflussi in regime stazionario.....	42
6	VERBINDUNGSTUNNEL WEST	
6	GALLERIA DI COLLEGAMENTO OVEST	43
6.1	GEOLOGISCHE PROGNOSE	
6.1	PREVISIONE GEOLOGICA	43
6.1.1	Abschnitt von km 10+578 bis 11+740 ca.: „Hangende Serie“ der Innsbrucker Quarzphyllitzone	
6.1.1	Tratto dal km 10+578 al km 11+740 ca.: "Serie a tetto" della Fillade quarzifera di Innsbruck	43
6.1.2	Abschnitt von km 11+740 bis 12+790 ca.: Höher metamorpher Anteil der Innsbrucker Quarzphyllitzone mit gehäuftem Auftreten von Grünschiefer	
6.1.2	Tratto dal km 11+740 al km 12+790 ca.: Settore di grado metamorfico più elevato della Zona delle Filladi quarzifere di Innsbruck con presenza più frequente di scisti verdi.....	44
6.1.3	Abschnitt von km 12+790 bis 14+957 ca.: „Hangende Serie“ der Innsbrucker Quarzphyllitzone	
6.1.3	Tratto dal km 12+790 al km 14+957 ca.: "Serie a tetto" della Fillade quarzifera di Innsbruck	45
6.1.4	Orientierung der Störungen in Bezug auf die Tunnelachse des Verbindungstunnels West	
6.1.4	Orientamento delle faglie rispetto all'asse della galleria di collegamento Ovest.....	47
6.2	HYDROGEOLOGISCHE PROGNOSE	
6.2	PREVISIONE IDROGEOLOGICA	49
6.2.1	Hydrogeologische Homogenbereiche	
6.2.1	Settori idrogeologici omogenei	49
6.2.2	Stationäre Abflüsse	
6.2.2	Deflussi in regime stazionario.....	55
7	BBT OSTRÖHRE VON KM 4+839,183 BIS KM 5+980	
7	CANNA EST BBT DALLA PROGR. KM 4+839,183 ALLA PROGR. KM 5+980	56
7.1	GEOLOGISCHE PROGNOSE	
7.1	PREVISIONE GEOLOGICA	56
7.1.1	Abschnitt von km 4+839,183 bis 5+280 ca.: „Hangende Serie“ der Innsbrucker Quarzphyllitzone	
7.1.1	Tratto dal km 4+839,183 al km 5+280 ca.: "Serie a tetto" della Fillade quarzifera di Innsbruck	56
7.1.2	Abschnitt von km 5+280 bis 5+365 ca.: Höher metamorpher Anteil der Innsbrucker Quarzphyllitzone mit gehäuftem Auftreten von Grünschiefer	
7.1.2	Tratto dal km 5+280 al km 5+365 ca.: Settore di grado metamorfico più elevato della Zona delle Filladi quarzifere di Innsbruck con presenza più frequente di scisti verdi	57
7.1.3	Abschnitt von km 4+839,183 bis 5+280 ca.: „Hangende Serie“ der Innsbrucker Quarzphyllitzone	
7.1.3	Tratto dal km 4+839,183 al km 5+280 ca.: "Serie a tetto" della Fillade quarzifera di Innsbruck	58
7.1.4	Orientierung der Störung in Bezug auf Tunnelachse BBT Oströhre von km 4+939,183 bis km 5+280	
7.1.4	Orientamento della faglia rispetto all'asse della canna est della BBT dalla progr. km 4+939,183 alla progr. km 5+280.....	58
7.2	HYDROGEOLOGISCHE PROGNOSE	
7.2	PREVISIONE IDROGEOLOGICA	60
7.2.1	Hydrogeologische Homogenbereiche	
7.2.1	Settori idrogeologici omogenei	60
7.2.2	Stationäre Abflüsse	
7.2.2	Deflussi in regime stazionario.....	63
8	QUERKAVERNE DER NOTHALTESTELLE INNSBRUCK	
8	CAMERONE TRASVERSALE DELLA FERMATA DI EMERGENZA DI INNSBRUCK	64

8.1	GEOLOGISCHE PROGNOSE	
8.1	PREVISIONE GEOLOGICA	64
8.2	HYDROGEOLOGISCHE PROGNOSE	
8.2	PREVISIONE IDROGEOLOGICA	64
8.2.1	Hydrogeologische Homogenbereiche	
8.2.1	Settori idrogeologici omogenei	65
8.2.2	Stationäre Abflüsse	
8.2.2	Deflussi in regime stazionario.....	66
9	VERBINDUNGSRAMPE OST	
9	RAMPA DI COLLEGAMENTO EST	67
9.1	GEOLOGISCHE PROGNOSE	
9.1	PREVISIONE GEOLOGICA	67
9.2	HYDROGEOLOGISCHE PROGNOSE	
9.2	PREVISIONE IDROGEOLOGICA	68
9.2.1	Hydrogeologische Homogenbereiche	
9.2.1	Settori idrogeologici omogenei	68
9.2.2	Stationäre Abflüsse	
9.2.2	Deflussi in regime stazionario.....	69
10	VERBINDUNGSRAMPE WEST	
10	RAMPA DI COLLEGAMENTO OVEST	70
10.1	GEOLOGISCHE PROGNOSE	
10.1	PREVISIONE GEOLOGICA	70
10.2	HYDROGEOLOGISCHE PROGNOSE	
10.2	PREVISIONE IDROGEOLOGICA	71
10.2.1	Hydrogeologische Homogenbereiche	
10.2.1	Settori idrogeologici omogenei	71
10.2.2	Stationäre Abflüsse	
10.2.2	Deflussi in regime stazionario.....	73
11	ZUGANGSTUNNEL ZUR NOTHALTESTELLE INNSBRUCK	
11	GALLERIA DI ACCESSO ALLA FERMATA DI EMERGENZA DI INNSBRUCK.....	74
11.1	GEOLOGISCHE PROGNOSE	
11.1	PREVISIONE GEOLOGICA	74
11.2	HYDROGEOLOGISCHE PROGNOSE	
11.2	PREVISIONE IDROGEOLOGICA	74
11.2.1	Hydrogeologische Homogenbereiche	
11.2.1	Settori idrogeologici omogenei	75
11.2.2	Stationäre Abflüsse	
11.2.2	Deflussi in regime stazionario.....	76
12	NOTHALTESTELLE INNSBRUCK	
12	FERMATA DI EMERGENZA DI INNSBRUCK	77
12.1	GEOLOGISCHE PROGNOSE	
12.1	PREVISIONE GEOLOGICA	77
12.1.1	Orientierung der Störung in Bezug auf Tunnelachsen der Bauwerke der NHS Innsbruck	
12.1.1	Orientamento della faglia rispetto agli assi di galleria delle opere per la fermata d'emergenza di Innsbruck.....	78
12.2	HYDROGEOLOGISCHE PROGNOSE	
12.2	PREVISIONE IDROGEOLOGICA	79
12.2.1	Hydrogeologische Homogenbereiche	
12.2.1	Settori idrogeologici omogenei	79

12.2.2 Stationäre Abflüsse	
12.2.2 Deflussi in regime stazionario.....	81
13 POTENTIELLER HYDROGEOLOGISCHER EINFLUSSBEREICH UND BEWEISSICHERUNGSRaum	
13 POTENZIALE ZONA DI INFLUENZA IDROGEOLOGICA E AREA DI MONITORAGGIO	82
14 LITERATURVERZEICHNIS	
14 BIBLIOGRAFIA	84

1 AUFGABENSTELLUNG

Im vorliegenden Bericht wird die geologisch-hydrogeologische Situation im Projektraum beschrieben sowie die geologische und hydrogeologische Prognose für die folgenden Tunnelbauwerke dargestellt:

- Röhre Ost und West der Verbindungstunnels von der Abzweigung der Umfahrung Innsbruck (Inntaltunnel) bis zur Einbindung in die BBT Hauptröhren,
- BBT Oströhre von der Einbindung des Verbindungstunnels Ost bis zur Querkaverne der Nothaltestelle Innsbruck
- Querkaverne der Nothaltestelle Innsbruck
- Verbindungsrampen Ost und West
- Zugangstunnel zur Nothaltestelle Innsbruck
- Nothaltestelle Innsbruck

Grundlage für die Prognose sind dabei sowohl die Ergebnisse der Erkundungen aus der Einreichphase des Brenner-Basistunnels, die Dokumentation des Inntaltunnels, die 2009 durchgeführten Erkundungsbohrungen im Bereich Lanser See und insbesondere die im Zuge der Vortriebe des Erkundungsstollens Innsbruck-Ahrental, Zugangstunnel Ahrental und Fensterstollen Ampass gewonnenen Erkenntnisse.

2 ZUGEHÖRIGE DOKUMENTE

01 GH3 GP 001 GLS – 00003 00

Geologische Karte (Projektraum Verbindungstunnels)

01 GH3 GP 001 GLS – 00004 00

Geologischer Längenschnitt Verbindungstunnel Ost

1 IMPOSTAZIONE DEL LAVORO

La presente relazione comprende la descrizione della situazione geologico-idrogeologica nell'area di progetto e la previsione geologica ed idrogeologica per le seguenti opere di galleria:

- le due canne est ed ovest della galleria di collegamento, dalla diramazione della circonvallazione di Innsbruck (Galleria della Valle dell'Inn) fino all'allacciamento alle canne principali del BBT,
- la canna est del BBT dall'allacciamento della galleria di interconnessione est al camerone trasversale della fermata di emergenza (FDE) di Innsbruck.
- il camerone trasversale della fermata di emergenza (FDE) di Innsbruck
- le rampe di collegamento est ed ovest
- la galleria di accesso alla fermata di emergenza di Innsbruck
- la fermata di emergenza di Innsbruck

La previsione si basa sui risultati delle prospezioni effettuate in fase di progettazione definitiva della Galleria di Base del Brennero, sulla documentazione relativa della Galleria della Valle dell'Inn, sui sondaggi geognostici eseguiti nell'anno 2009 nella zona del laghetto di Lans e, in particolare, sulle conoscenze acquisite nel corso dello scavo del cunicolo esplorativo Innsbruck – Ahrental, della galleria di accesso Ahrental e della finestra di Ampass.

2 DOCUMENTI COLLEGATI

01 GH3 GP 001 GLS – 00003 00

Carta geologica (area di progetto: le gallerie di interconnessione)

01 GH3 GP 001 GLS – 00004 00

Profilo geologico longitudinale della galleria di collegamento est

01 GH3 GP 002 GLS – 00005 00	01 GH3 GP 002 GLS – 00005 00
Geologischer Längenschnitt Verbindungstunnel West	Profilo geologico longitudinale della galleria di collegamento ovest
01 GH3 GP 002 GLS – 00008 00	01 GH3 GP 002 GLS – 00008 00
Geologische Querprofile 1-4 (Projektraum Verbindungstunnels)	Profili geologici trasversali 1-4 (area di progetto: le gallerie di interconnessione)
01 GH3 5 GP 002 GLS – 00009 00	01 GH3 5 GP 002 GLS – 00009 00
01 GH4 GP 002 GLS - 00002 00	01 GH4 GP 002 GLS - 00002 00
Geologischer Längenschnitt BBT Oströhre und Querkaverne der Nothaltestelle Innsbruck	Profilo longitudinale geologico del BBT - canna est e camerone trasversale della fermata di emergenza di Innsbruck
01 GH4 GP 003 GLS - 00002 00	01 GH4 GP 003 GLS - 00002 00
Geologischer Längenschnitt Zugangstunnel zur Nothaltestelle Innsbruck	Profilo longitudinale geologico della galleria di accesso alla fermata di emergenza di Innsbruck
01 GH4 GP 003 GLS - 00003 00	01 GH4 GP 003 GLS - 00003 00
Geologischer Längenschnitt Verbindungsrampe West	Profilo longitudinale geologico della rampa di interconnessione ovest
01 GH4 GP 003 GLS - 00004 00	01 GH4 GP 003 GLS - 00004 00
Geologischer Längenschnitt Verbindungsrampe Ost	Profilo longitudinale geologico della rampa di interconnessione est
01 GH4 GP 004 GLS - 00002 00	01 GH4 GP 004 GLS - 00002 00
Geologischer Längenschnitt Nothaltestelle Innsbruck	Profilo longitudinale geologico FDE Innsbruck
01 GH33 GP 005 GLP - 00002 00	01 GH33 GP 005 GLP - 00002 00
Geologische Karte Tulfes-Ahrental	Carta geologica Tulfes-Ahrental
01 GH33 GP 005 GLP - 00003 00	01 GH33 GP 005 GLP - 00003 00
Geologische Karte Ahrental-Pfons	Carta geologica Ahrental-Pfons
01 GH33 GP 005 GLP - 00004 00	01 GH33 GP 005 GLP - 00004 00
Geologische Legende	Legenda geologica

3 GELTUNGSBEREICH

Der Geltungsbereich dieses Berichtes beschränkt sich auf den Projektraum der beschriebenen Tunnelbauwerke:

Verbindungstunnel Ost und West:

Die Anbindung der Verbindungstunnel an die bestehende Umfahrung Innsbruck erfolgt bei km 10+578 (Bestandskilometrierung Umfahrungstunnel). Die Kilometrierung der Verbindungstunnel wird ausgehend von der Bestandskilometrierung fortgeführt.

Die Anbindung der Oströhre der Verbindungstunnel an die Oströhre des BBT erfolgt bei Verbindungstunnel-km 13+750,095 bei Haupttunnelkilometer der BBT Oströhre km 4+839,183.

Die Anbindung der Weströhre der Verbindungstunnel an die Weströhre des BBT erfolgt bei Verbindungstunnel-km 14+957,849 bei Haupttunnelkilometer der BBT Weströhre km 5+990,555.

BBT Oströhre und Querkaverne:

Der Abschnitt der geplanten Oströhre des BBT Haupttunnels reicht von der Einbindung des Verbindungstunnels Ost bis zur Einbindung der Oströhre in die Querkaverne der Nothaltestelle Innsbruck.

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

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

Die Querkaverne liegt bei km 5+980,000 der Oströhre des BBT bzw. km 6+007,133 der

3 CAMPO DI APPLICAZIONE

Il campo di applicazione della presente relazione è limitato all'area di progetto delle opere di galleria ivi descritte.

Galleria di interconnessione est ed ovest:

L'allacciamento delle gallerie di collegamento all'esistente circonvallazione di Innsbruck avviene al km 10+578 (progressiva esistente della galleria di circonvallazione). Nelle gallerie di collegamento, la progressiva chilometrica proseguirà sulla base della progressiva esistente.

L'allacciamento della canna est delle gallerie di collegamento alla canna est della Galleria di Base del Brennero avviene presso la progressiva chilometrica 13+750,095 della galleria di collegamento e presso la progressiva chilometrica 4+839,183 della canna est della galleria principale BBT.

L'allacciamento della canna ovest delle gallerie di collegamento alla canna ovest della Galleria di Base del Brennero avviene presso la progressiva chilometrica 14+957,849 della galleria di collegamento e presso la progressiva chilometrica 5+990,555 della canna ovest della galleria principale BBT.

BBT canna est e camerone trasversale:

La tratta della prevista canna est del BBT si estende dall'allacciamento della galleria di interconnessione est fino all'allacciamento della canna est al camerone trasversale della fermata di emergenza di Innsbruck.

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

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

Il camerone trasversale è collocato al km 5+980,000 della canna est di BBT ovvero al km

Weströhre des BBT.

6+007,133 della canna ovest di BBT.

Verbindungsrampen Ost und West:

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

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

Le rampe di collegamento est ed ovest:

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

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

Zugangstunnel zur Nothaltestelle Innsbruck:

Der Zugangstunnel zur Nothaltestelle Innsbruck zweigt bei km 2+171 im Zugangstunnel Ahrental Richtung Süd-Ost ab und bindet nach einer Länge von 328,889 m in die Querkaverne der Nothaltestelle NHS Innsbruck ein.

La galleria di accesso alla fermata di emergenza di Innsbruck:

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

Nothaltestelle Innsbruck:

Die Nothaltestelle Innsbruck liegt im Bereich zwischen der Querkaverne im Norden und dem Ende des Mittelstollens der Nothaltestelle im Süden.

Fermata di emergenza di Innsbruck:

La fermata d'emergenza di Innsbruck è ubicata nell'area tra il camerone trasversale a nord e la fine del cunicolo centrale della fermata di emergenza a sud.

Die Nothaltestelle besteht dabei aus den folgenden Bauwerken die sämtlich in diesem Bericht behandelt werden:

La fermata di emergenza si compone delle seguenti opere che sono tutte trattate nella presente relazione:

- Haupttunnel Oströhre (km 5+980,000 bis km 6+790,000)
- Haupttunnel Weströhre (km 6+007,133 bis km 6+817,310)
- Mittelstollen (km 0+000 bis km 0+840,556)
- Verbindungsstollen 1 bis 6
- Abluftquerstollen 1 bis 6
- Entlastungsstollen

- Galleria principale canna est (km 5+980,000 fino a km 6+790,000)
- Galleria principale canna ovest (km 6+007,133 fino a km 6+817,310)
- Cunicolo centrale (km 0+000 fino a km 0+840,556)
- Cunicoli di collegamento 1 - 6
- Cunicoli trasversali di estrazione dell'aria viziata 1 - 6
- Cunicolo di scarico

Der Mittelstollen beginnt unmittelbar in der Querkaverne. Das Ende des Mittelstollens im

Il cunicolo centrale inizia direttamente nel camerone trasversale. La fine del cunicolo centrale

a sud è collocata al km 0+840,556 del cunicolo centrale, al km 6+790,000 della canna est di BBT ovvero al km 6+817,310 della canna ovest di BBT.

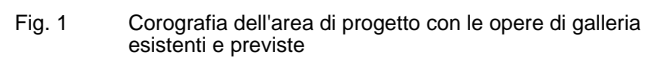


Fig. 1 Corografia dell'area di progetto con le opere di galleria esistenti e previste

4 GEOLOGISCHES MODELL

4.1 GENERELLES

Aufbauend auf dem geologischen Modell des Einreichoperates 2008 und den Erkenntnissen aus den zusätzlichen Erkundungen (Erkundungsstollen und Bohrungen) wird das geologische Modell beschrieben und insbesondere auf hydrogeologisch geomechanisch relevante Parameter (z.B. Störzonen und Störgesteine) in diesem Abschnitt eingegangen.

4.2 REGIONALGEOLOGISCHES MODELL PROJEKTGEBIET

Die im Projektgebiet bestehenden Tunnelbauwerke EKS Innsbruck-Ahrental, ZT Ahrental, FS Ampass und Umfahrung Innsbruck sowie die geplanten und noch aufzufahrenden Tunnelbauwerke liegen zur Gänze im Innsbrucker Quarzphyllit. Dieser repräsentiert eine intern verfaltete ostalpine Einheit am Nordrand des westlichen Tauernfensters.

Im Norden taucht diese Einheit unter die quartären Sedimente des Inntals ab, in welchem die Inntalstörung verläuft. Im Westen wird der Quarzphyllit durch die Brennerabschiebung und im Süden durch die Tauernnordrandstörung von den angrenzenden tektonischen Einheiten begrenzt.

Der Innsbrucker Quarzphyllit wird vorwiegend aus altpaläozoischen quarzreichen Metapeliten aufgebaut. Übergeordnet treten Phyllit, Quarzphyllit mit quarzitisch-gneisigen Bereichen (Quarzitschiefer) und Glimmerschiefer auf. Daneben sind Einschaltungen von Kalk- und Dolomitmarmor, Graphitphyllit, Porphyroid und Metabasit (Grünschiefer, Chloritschiefer) möglich. Hauptgemengteile sind Quarz, Glimmer und Chlorit in wechselnden Verhältnissen und Beimengungen von Feldspat, Graphit, Karbonatmineralen und Amphibolen.

Die großräumige Struktur des Innsbrucker Quarzphyllitkomplexes besteht aus einer flach liegenden und nach Norden schließenden

4 MODELLO GEOLOGICO

4.1 CONDIZIONI GENERALI

Il modello geologico viene descritto in base al modello geologico di cui al progetto definitivo 2008 e alle conoscenze acquisite in seno alle prospezioni aggiuntive (cunicolo esplorativo e sondaggi), e vengono approfonditi i parametri idrogeologici di rilevanza (ad es. zone di faglia e rocce di faglia) per il tratto in oggetto.

4.2 MODELLO GEOLOGICO REGIONALE DELL'AREA DI PROGETTO

Le opere di galleria presenti nell'area di progetto ovvero il cunicolo esplorativo Innsbruck - Ahrental, la galleria di accesso Ahrental, la finestra di Ampass e la circonvallazione di Innsbruck nonché le opere di galleria previste e ancora da realizzare sono collocate interamente nella fillade quarzifera di Innsbruck. La fillade quarzifera di Innsbruck rappresenta un'unità austroalpina piegata internamente e situata nell'orlo settentrionale della Finestra dei Tauri occidentale.

A nord quest'unità si immerge sotto i sedimenti quaternari della valle dell'Inn dove si sviluppa la faglia della valle dell'Inn. La fillade quarzifera viene delimitata dalle unità tettoniche confinanti, quindi ad ovest dalla faglia diretta del Brennero e a sud dalla zona di faglia settentrionale dei Tauri.

La fillade quarzifera di Innsbruck è formata prevalentemente da metapeliti ricche di quarzo del Paleozoico antico. Prevalgono la fillade, la fillade quarzifera con settori quarzitico-gneissici (quarziti scistose) e micascisti. Inoltre è possibile la presenza di intercalazioni secondarie di marmo calcareo e dolomitico, fillade grafitica, porfiroide e metabasiti (scisti verdi, scisti cloritici). Gli elementi principali sono quarzo, mica e clorite con quote variabili e gli elementi secondari sono feldspati, grafite, minerali carbonatici e anfiboli.

La struttura molto estesa del complesso della fillade quarzifera di Innsbruck consiste di una piega isoclinale grande immergente ad angolo ridotto che

isoklinalen Großfalte. Im Kern dieser Großfalte liegt der höhermetamorphe Quarzphyllit vor. Dieser wird von niedriger metamorphen Anteil in den Schenkeln der Großfalte über- und unterlagert (Hangende und Liegende Serie des Innsbrucker Quarzphyllites).

Der höhermetamorphe Anteil wird durch die Gesteinstypen Biotitschiefer und Glimmerschiefer, Gneise sowie Amphibolithe aufgeföhren.

4.3 GESTEINE AUF TUNNELNIVEAU

Im Folgenden werden die Gesteinseinheiten beschrieben, die auf Tunnelniveau prognostiziert werden. Die Zahlen in den Klammern entsprechen den Legendennummern im Längenschnitt.

Die Bauwerke liegen im nordwestlichsten Abschnitt der Unterostalpinen Innsbrucker Quarzphyllitzone. Die Innsbrucker Quarzphyllitzone wird in ihrer Hauptmasse aus paläozoischen Metapeliten bis Metapsammiten (Quarzphyllite, Serizitphyllite, Albitphyllite, Chloritphyllite, Glimmerquarzite, Glimmerschiefer, Quarzite) aufgebaut. Die einzelnen Typen zeigen kontinuierliche Übergänge ineinander. In dieser Abfolge sind Lagen von Metakarbonaten sowie saure und basische Orthogesteine eingeschaltet (Dolomit-, Kalkmarmor, Prasinite, Porphyroide). Aufgrund dieser Einschaltungen führten HADITSCH & MOSTLER (1982, 1983) bzw. MOSTLER et. al (1982) eine Seriengliederung der Innsbrucker Quarzphyllitzone durch (ROCKENSCHAUB et al 2003).

4.3.1 Quarzphyllit (306)

• Lithologische Beschreibung

Die Bezeichnung Quarzphyllit ist eine Sammelbezeichnung für phyllitische Gesteine mit wechselnden Anteilen an Quarz, Hellglimmer (Serizit), Chlorit, Karbonat und untergeordnet Feldspat. Diese Mineralphasen sind im Gestein lagenförmig angeordnet. Je nach Mineralgehalt besitzen diese Gesteine eher ein quarzitisches oder phyllitisches auftreten. Die Masse des Quarzphyllites ist geprägt durch eine Wechsellagerung ohne scharfe Grenzen aus

si chiude verso nord. Nel nucleo di questa piega grande è presente la fillade quarzifera di grado metamorfico più elevato. Nei fianchi della piega grande, la zona di grado metamorfico ridotto giace al di sopra e al di sotto della zona di grado metamorfico più elevato (serie a tetto e a letto della fillade quarzifera di Innsbruck).

La zona di grado metamorfico più elevato è composta dalle litologie degli scisti biotitici e micascisti, gneiss e anfibolite.

4.3 ROCCE A LIVELLO GALLERIA

Qui di seguito si descrivono le unità di roccia la cui ubicazione è prevista a livello della galleria. I numeri tra parentesi corrispondono ai numeri della legenda nel profilo longitudinale.

Le opere previste sono situate nella sezione più a nord-ovest della zona della fillade quarzifera austroalpina inferiore di Innsbruck. La Zona delle Filladi Quarzifere di Innsbruck è composta essenzialmente da metapeliti e metapsammiti derivati da materiali porfirici paleozoic (filladi quarzifere, filladi sericitiche, filladi cloritiche, quarziti micacee, micascisti, quarziti). Le singole tipologie mostrano passaggi continui tra di loro. In questa successione sono intercalati strati di metacarbonati e ortorocce acide e basiche (marmi dolomitici e calcarei, prasiniti, porfiroidi). In base a queste intercalazioni HADITSCH & MOSTLER (1982, 1983) e MOSTLER et. al (1982) hanno elaborato una suddivisione seriale della Zona delle Filladi quarzifere di Innsbruck (ROCKENSCHAUB et al 2003).

4.3.1 Fillade quarzifera (306)

Descrizione litologia

Il termine "fillade quarzifera" è un nome collettivo per rocce quarzifere con varie percentuali di quarzo, mica chiara (sericite), clorite, carbonato e, in via subordinata, feldspati. Queste fasi mineralogiche sono disposte a strati nell'ammasso roccioso. Queste rocce si presentano un aspetto quarzítico o filladico in base al tipo di minerali contenuti. La massa della fillade quarzifera è caratterizzata dall'alternarsi, senza un chiaro delinearisi dei passaggi, di strati alternati di diverse

unterschiedlichen Phylliten (Quarz-, Serizit-, Albit-, Chlortphyllit) und Quarzitschiefern. Makroskopisch unterscheiden sich die phyllitischen Gesteine durch Farbe (unterschiedliche Grautöne) und Struktur.

Charakteristisch für den Quarzphyllit sind mm bis dm dicke Quarzlinsen (Quarzknauern).

Der Erkundungsstollen zeigte über große Bereiche monotone Abfolgen von Quarzphyllit mit quarzitisch-gneissigen Lagen. In der Ortsbrustdokumentation wurden diese als Quarzphyllit und Quarzitschiefer beschrieben. Beide Gesteine kennzeichnen sich durch einen fließenden Übergang ineinander. Die Unterscheidung beider Gesteine liegt dabei in der mengenmäßigen Verteilung an Quarz und Glimmer. Ein höherer Anteil an Quarz und Feldspat gegenüber dem Quarzphyllit bewirkt, dass der Quarzitschiefer eher plattig bricht und eine höhere Gesteinsdruckfestigkeit zeigt (Abb. 2, 3, 4, 7, 8).

- **Auftreten und Mächtigkeit**

Diese phyllitischen Gesteine nehmen Volumsmäßig den größten Anteil im Innsbrucker Quarzphyllit ein. Die charakteristischen Quarzknauer und -bänder zeigen Mächtigkeiten von wenigen mm bis hin zu mehreren dm.

- **Ausbildung**

Der Quarzphyllit tritt als engständig geschiefertes Gestein auf. Die Schieferungsflächen sind oft verfaltet. Zur Unterscheidung zwischen Quarzphyllit und Quarzitschiefer wird das Bruchverhalten entlang der Hauptschieferung herangezogen. Der Quarzitschiefer bricht gegenüber dem schieferig-blättrigen bis dünnplattigen Quarzphyllit eher dünnplattig bis plattig. Je höher der Quarz- und Feldspatgehalt desto dickplattiger bricht das Gestein.

Tektonisch überprägte bzw. zerscherte Quarzphyllite zeigen im Allgemeinen eine

filladi (di quarzo, sericite, albite, clorite) e scisti quarzitici. Dal punto di vista macroscopico, le rocce filladiche sono caratterizzate per colore (in diversi toni di grigio) e struttura.

È tipica della fillade quarzifera la presenza di lenti di quarzo dallo spessore misurabile in mm o dm (noduli di quarzo).

Il cunicolo esplorativo presenta, in molte zone, delle sequenze monotone di fillade quarzifera con strati quarzitico-gneissici. Nella documentazione relativa al fronte di scavo queste sono state descritte come fillade quarzifera e scisti quarzitici. Entrambi i litotipi sono caratterizzati da un passaggio fluido tra di loro. La differenza tra i due litotipi è data dalla ripartizione quantitativa di quarzo e mica. Una percentuale maggiore di quarzo e feldspati rispetto alla fillade quarzifera comporta una frantumazione degli scisti quarzitici di tipo piuttosto piastriforme con maggiore resistenza alla compressione dell'ammasso roccioso (fig. 2, 3, 4, 7, 8).

- **Presenza e spessori**

Queste rocce quarzifere costituiscono la maggiore parte della fillade quarzifera di Innsbruck. I tipici noduli e strati di quarzo presentano spessori che variano da pochi mm fino a diversi dm.

- **Conformazione**

La fillade quarzifera si presenta come una roccia dalla scistosità estremamente accentuata. I piani di scistosità sono spesso ripiegati. Per poter operare una distinzione tra fillade quarzifera e scisti quarzitici, si utilizza il comportamento di frantumazione lungo la scistosità principale. Rispetto alla fillade quarzifera, che si frantuma presentando una conformazione da scistosolaminata friabile a piastriforme, i scisti quarzitici si frantumano con una conformazione da lamellare a piastriforme. Tanto maggiore è la percentuale di quarzo e feldspati, tanto maggiore sarà lo spessore delle lamelle di frantumazione.

Le filladi quarzifere con sovraimpronta tettonica e fratturate presentano in genere una friabilità

ausgesprochene dünnstreefrig-blättrige marcata, spesso con presenza di mica e grafite
 Ausbildung, oft mit schmierigen und graphitischen nelle discontinuità.
 Trennflächenbestegen.

Typischer GSI-Range: 40-50, GSI=50 für Tipico range GSI: 40-50, GSI=50 per filladi
 geschieferten Quarzphyllit einschließlich Klüftung, quarzifere scistose compresa la fratturazione,
 GSI=40 für geschieferten Quarzphyllit GSI=40 per filladi quarzifere scistose compresa la
 einschließlich Klüftung sowie ein oder mehreren fratturazione nonché uno o più ampi specchi di
 großflächigen Harnischflächen bzw. faglia o piani di taglio di dimensioni minori
 geringmächtigen Scherbahnen (fault gouge (riempimento di fault gouge).
 Füllung)



Abb. 2 Quarzphyllit-Quarzitschiefer mit engständiger und gut verzahnter Schieferung (Erkundungsstollen Innsbruck-Ahrental TM 3042,9)

Fig. 2 Fillade quarzifera-Scisti quarziticci con scistosità accentuata e ben addentellata (cunicolo esplorativo di Innsbruck-Ahrental prog. 3042,9)



Abb. 3 Dünnpfing-plattig lösender und sprödfester Quarzitschiefer im Liegenden, schiefriker Quarzphyllit im Hangenden. Einzelne, dünnbankige Quarzitlagen (hellgrau), die z.T. an steil WNW fallender Scherbahn versetzt sind (Zugangstunnel Ahrental TM 2099,7)

Fig. 3 Scisti quarzitici fragili da sottilmente piastriforme a piastriforme a letto, filladi quarzifere scistose a tetto. Singoli banchi di quarzite di spessore inferiore (grigio chiaro), in parte spostati lungo il ripido piano di taglio immergente verso WNW (galleria di accesso di Ahrental prog. 2099,7)

4.3.2 Quarzit- Quarzitschiefer, Gneis (307)

- **Lithologische Beschreibung**

Der Quarzit - Quarzitschiefer bzw. Gneis ist als plattiges bis dünnbankig brechendes hellgraues Gestein zu beschreiben. Die Gesteine kennzeichnen sich durch einen fließenden Übergang ineinander und sind wie oben beschrieben über das Bruchverhalten vom Quarzphyllit zu unterscheiden.

- **Auftreten und Mächtigkeit**

Im Allgemeinen treten sie in wenigen dm bis m mächtigen Lagen und Linsen innerhalb der Quarzphyllitabfolgen auf (Abb. 2, 3, 4).

Mächtigere Einschaltungen (>10 m) treten im höhermetamorphen Anteil des Innsbrucker Quarzphyllits auf.

- **Ausbildung**

Typischer GSI-Range: 40-50, GSI=50 für geschieferten Quarzphyllit einschließlich Klüftung, GSI=40 für geschieferten Quarzphyllit einschließlich Klüftung sowie ein oder mehreren großflächigen Harnischflächen bzw. geringmächtigen Scherbahnen (fault gouge)

4.3.2 Quarziti- Scisti quarzitici, Gneiss (307)

- **Descrizione litologia**

Lo gneiss o scisti quarzitici si può descrivere come una roccia di colore grigio chiaro che si frattura con una conformazione da piastriforme a sottilmente stratiforme. Le tipologie di roccia si caratterizzano per il fatto di confluire l'una nell'altra e si distinguono dalla fillade quarzifera, come descritto sopra, in base al comportamento di frantumazione.

- **Presenza e spessori**

In generale si presentano in strati e lenti con spessori misurabili in pochi dm o m all'interno delle sequenza di fillade quarzifera (fig. 2, 3, 4).

Inclusioni più importanti (>10 m) compaiono nella parte della fillade quarzifera di Innsbruck caratterizzata da elevato metamorfismo

- **Conformazione**

Tipico range GSI: 40-50, GSI=50 per filladi quarzifere scistose compresa la fratturazione, GSI=40 per filladi quarzifere scistose compresa la fratturazione nonché uno o più ampi specchi di faglia o piani di taglio di dimensioni minori

Füllung)

(riempimento di fault gouge)



Abb. 4 Quarzitschiefer (Erkundungsstollen Innsbruck-Ahrental TM 3143,55)

Fig. 4 Scisti quarzitici (Cunicolo esplorativo Innsbruck-Ahrental progr. 3143,55)

4.3.3 Grünschiefer, Chloritschiefer (Metabasit) (310)

- **Lithologische Beschreibung**

Hauptgemengteile der Metabasite sind Quarz, Feldspat, Chlorit, Epidot und Hornblende. Charakteristisch für diese Gesteine ist ein höherer Karbonatanteil, was dem Grünschiefer im Gegensatz zu den phyllitischen Gesteinen insgesamt ein kompakteres Aussehen und höhere Gesteinsdruckfestigkeit verleiht (Abb. 5).

- **Auftreten und Mächtigkeit**

Die Grünschiefer treten als Einschaltungen im Quarzphyllit auf. Vor allem im höher metamorphen Anteil werden sie vermehrt angetroffen. Der Kontakt Quarzphyllit-Grünschiefer ist oft in Form von dünnen Scherbahnen ausgebildet. Die einzelnen Lagen weisen Mächtigkeiten zwischen dm bis mehreren m auf.

Mächtigere Einschaltungen (>10 m) treten im höhermetamorphen Anteil des Innsbrucker

4.3.3 Scisti verdi, scisti cloritici (metabasite) (310)

- **Descrizione litologia**

Dal punto di vista mineralogico, i metabasiti sono composti prevalentemente da quarzo, feldspato, clorite, epidoto e orneblenda. Tipicamente, queste rocce presentano una percentuale elevata di carbonati, da cui conseguono, per gli scisti verdi, un aspetto più compatto e una maggiore resistenza alla compressione dell'ammasso roccioso rispetto alle rocce filladiche (fig. 5).

- **Presenza e spessori**

Gli scisti verdi si presentano come inclusioni nella fillade quarzifera. Si trovano soprattutto nelle zone caratterizzate da elevato metamorfismo. Il punto di contatto tra la fillade quarzifera e gli scisti verdi si presenta spesso come un sottile piano di taglio. I singoli strati presentano spessori che vanno dal dm a diversi m.

Inclusioni di spessori elevati (>10 m) compaiono nella parte della fillade quarzifera di Innsbruck

Quarzphyllits auf.

Zusammen mit Grünschiefern sind oft Marmoreinschaltungen zu beobachten (Abb. 6).

- **Ausbildung**

Die Grünschiefer treten als engständig geschieferte, grünlichgraue und plattig-dünnbankig brechende Gesteine auf. Sie zeigen nicht die für den Quarzphyllit kleinwellige Ausbildung der Schieferungsflächen und sind insgesamt kompakter wie jene. Im Vergleich zum Quarzphyllit zeigen die Grünschiefer, trotz der durchwegs guten Schieferung ein massigeres Erscheinungsbild.

Typischer GSI-Range: 50-60, im Vergleich zum Quarzphyllit (306) und quarzitischen Gesteinen (307) wesentlich blockigeres Ausbruchverhalten, geringere Trennflächendichte, Schieferung weitständiger, graphitische Beläge auf Trennflächen fehlen

caratterizzata da elevato metamorfismo.

Oltre agli scisti verdi si riscontra spesso la presenza di inclusioni marmoree (fig. 6).

- **Conformazione**

Gli scisti verdi si presentano come rocce di color grigioverde, dalla scistosità estremamente accentuata e dalla frantumazione con una conformazione da piastriforme a sottilmente stratiforme. Non presentano la configurazione a piccole onde delle superfici di scistosità tipica della fillade quarzifera e presentano nel complesso una maggiore compattezza. Rispetto alla fillade quarzifera, gli scisti verdi hanno un aspetto più massiccio, nonostante la scistosità marcata.

Tipico range GSI: 50-60, rispetto alla fillade quarzifera (306) e alle rocce quarzitiche (307) presenta allo scavo una possibilità molto maggiore di distacco di blocchi, intervalli maggiori tra discontinuità, ampia scistosità, senza strati di granito sulle discontinuità



Abb. 5 Plattig-dünnbankiger Grünschiefer (Erkundungstollen Innsbruck-Ahrental TM 3220,30)

Fig. 5 Scisti verdi da piastriformi a sottilmente stratiformi (Cunicolo esplorativo Innsbruck-Ahrental progr. 3220,30)

4.3.4 Porphyroid (301)

- **Lithologische Beschreibung**

Die porphyrischen Orthogneise (zumeist permische Intrusionen) stellen hellen Feldspat, Quarz und Hellglimmer führende Gesteine dar. Die Gesteine sind massig bis gut geschiefert

- **Auftreten und Mächtigkeit**

Porphyrische Orthogneise treten als lokale kleinräumige, geringmächtige (dm-wenige m) und zumeist unregelmäßige Einschaltungen im Quarzphyllit auf.

- **Ausbildung**

Typischer GSI-Range: 55-65

4.3.4 Porfiroide (301)

- **Descrizione litologia**

Gli ortogneiss porfirici (solitamente intrusioni di origine permiana) sono rocce chiare composte da feldspato, quarzo e mica chiara. Le rocce presentano una struttura massiccia, mostrano però una scistosità ben sviluppata.

- **Presenza e spessori**

Gli ortogneiss porfirici si presentano nella fillade quarzifera in forma di inclusioni locali, di piccole dimensioni e spessori (dm o pochi m) e solitamente irregolari.

- **Conformazione**

Tipico range GSI: 55-65

4.3.5 Kalk-und Dolomitmarmor (302 und 304)

- **Lithologische Beschreibung**

Es sind hellgrau-grau gebänderte Kalkmarmore und feinkörnige, weiße bis graue Dolomitmarmore. Je nach Reinheitsgrad können diese Gesteine sehr untergeordnet Beimengungen von Quarz sowie Hell- und Dunkelglimmer enthalten.

- **Auftreten und Mächtigkeit**

Bei den Karbonatgesteinen handelt es sich um räumlich begrenzte Körper innerhalb der phyllitischen Gesteine. Sie treten als einzelne Linsen und Lagen auf und variieren hinsichtlich ihrer Mächtigkeit von wenigen dm bis zu mehreren m, vereinzelt 10er Metern.

Zusammen mit den Marmoren sind oft Grünschieferereinschaltungen zu beobachten (Abb. 6).

- **Ausbildung**

Die Kalk- und Dolomitmarmore zeigen keine gefügebedingte Anisotropie und sind massig bis bankig ausgebildet. Sie sind sehr oft tektonisch beansprucht (stark klüftig, zerbrochen) und gegenüber den phyllitischen Gesteinen tektonisch

4.3.5 Marmi calcarei e dolomitici (302 e 304)

- **Descrizione litologia**

Si tratta di marmi calcarei con strati di colore da grigio chiaro a grigio e marmi dolomitici di grana fine di colore che varia dal bianco al grigio. In base al grado di purezza, queste rocce possono contenere quantità minime di quarzo e miche chiare e scure.

- **Presenza e spessori**

Le rocce carbonatiche si presentano come corpi tettonici in una zona limitata all'interno delle rocce filladiche, dalla forma lenticolare o come strati, con uno spessore che varia da pochi dm a diversi m o, singolarmente, anche decametri.

Oltre ai marmi si riscontra spesso la presenza di inclusioni di scisti verdi (fig. 6).

- **Conformazione**

I marmi calcarei e dolomitici non mostrano anisotropia strutturale, presentando una conformazione che va da massiccia a stratificata. Sono spesso fortemente tettonizzati (intensamente fratturati) e delimitati dal punto di vista tettonico

abgegrenzt.

Typischer GSI-Range: 60-70

rispetto alle rocce filladiche.

Tipico range GSI: 60-70



Abb. 6 Grünschiefer verschuppt/verfaltet mit Kalk-/Dolomitmarmor (FS Ampass TM 717,8)

Fig. 6 scisti verdi embricati/ripiegati con marmo calcareo/dolomitico (galleria finestra di Ampass progr. 717,8)

4.3.6 Graphitphyllit (303)

- **Lithologische Beschreibung**

Sie sind als schwarzgraues glänzendes, schiefrig-blättriges und mürbfestes Gestein zu beschreiben. Sie werden meist von zahlreichen kleinflächigen Harnischflächen (Spiegelharnische) durchsetzt.

- **Auftreten und Mächtigkeit**

Die Graphitphyllite (Schwarzphyllite) treten in Wechsellagerung mit graphitführenden Phylliten (Abb. 7, 8) auf.

Sie treten als einzelne Linsen und Lagen auf und variieren hinsichtlich ihrer Mächtigkeit von wenigen dm bis zu mehreren m.

- **Ausbildung**

Typischer GSI-Range: GSI=35-45 für Graphitphyllit mit herabgesetzter Trennflächenqualität aufgrund der graphitischen Beläge.

4.3.6 Fillade grafitica (303)

- **Descrizione litologia**

Si possono descrivere come rocce lucenti di colore nero-grigio, dalla conformazione scistoso-laminata e non friabile e spesso intercalate da numerosi specchi di faglia di piccole dimensioni.

- **Presenza e spessori**

Le filladi grafitiche (filladi nere) si presentano in alternanza con filladi con percentuali minori di grafite (fig. 7, 8)

Si presentano in forma lenticolare o come strati, con uno spessore che varia da pochi dm a diversi m.

- **Conformazione**

Tipico range GSI: GSI=35-45 per fillade grafitica con ridotta qualità delle discontinuità a causa degli strati di grafite.



Abb. 7 Graphitphyllit unterlagert von Quarzphyllit
(Erkundungsstollen Innsbruck-Ahrental TM 3627,68)

Fig. 7 Fillade grafitea giacente sopra la fillade quarzifera
(cunicolo esplorativo di Innsbruck-Ahrental progr. 3627,68)



Abb. 8 Im Quarzphyllit eingelagerter Graphitphyllit (FS Ampass
TM 847,0)

Fig. 8 Fillade grafitea intercalata nella fillade quarzifera (galleria
finestra di Ampass progr. 847,0)

4.3.7 Glimmerschiefer, Granatglimmerschiefer (309)

- **Lithologische Beschreibung**

Die Hauptgemengteile der Glimmerschiefer sind Hellglimmer, Biotit, Quarz und untergeordnet Feldspat. Die seltener auftretenden Granatglimmerschiefer führen meist stark chloritisierten Granat von wenigen mm Durchmesser. Der sich retrograd bildende Chlorit ist praktisch in allen Gesteinen des höher metamorphen Anteils zu finden.

Die Unterscheidung zu den Phylliten ist durch das Auftreten der Minerale Biotit und Granat und durch mm-große gut kristallisierte Hellglimmer gegeben.

- **Auftreten und Mächtigkeit**

Mächtigere Einschaltungen (m bis 10er m Bereich) treten im höhermetamorphen Anteil des Innsbrucker Quarzphyllites auf. Neben den Volums mäßig am häufigsten auftretenden Glimmerschiefern sind lagenweise Paragneise und Quarzite vertreten.

- **Ausbildung**

Wie die Phyllite zeigen die Glimmerschiefer einen metamorphen Lagerbau im mm bis cm Bereich. Paragneise und Quarzite sind durch den einen höheren Feldspat und Quarzgehalt massiger und weniger gut geschiefert ausgebildet.

Typischer GSI-Range: 45-55, im Vergleich zum Quarzphyllit (306) und quarzitisches Gesteinen (307) Schieferung weitständiger, Ausbruchverhalten blockiger

4.3.8 Amphibolith (311)

- **Lithologische Beschreibung**

Der Amphibolith ist als feinkörniges, dunkelgraugrünes, dünnbankig-blockig brechendes zu beschreiben. Die Hauptgemengteile sind Hornblende (Aktinolith), Feldspat (Plagioklas) und Quarz.

4.3.7 Micascisti, micascisti granatiferi (309)

- **Descrizione litologia**

Dal punto di vista mineralogico, i micascisti sono composti prevalentemente da mica chiara, biotite, quarzo e in via subordinata da feldspato. I micascisti granatiferi, meno frequenti, sono composti da granato, spesso fortemente alterato in clorite, con diametri di pochi mm. La clorite retrograda si trova praticamente in tutte le rocce del settore di grado metamorfico più elevato.

Si distinguono dalle rocce filladiche per la presenza di biotite e granato e di mica chiara ben cristallizzata di dimensioni millimetriche.

- **Presenza e spessori**

Inclusioni di spessori elevati (da metri a decimetri) compaiono nella parte della fillade quarzifera di Innsbruck caratterizzata da elevato metamorfismo. Oltre ai micascisti, che sono i litotipi più abbondanti, compaiono a strati anche paragneiss e quarziti.

- **Conformazione**

Come anche le filladi, i micascisti presentano una stratificazione metamorfica con spessori misurabili in mm o cm; i paragneiss e le quarziti, dato il maggiore contenuto di feldspato e quarzo, hanno una conformazione più massiccia e dalla scistosità inferiore.

Tipico range GSI: 45-55, rispetto alla fillade quarzifera (306) e alle rocce quarzitiche (307) presenta allo scavo una possibilità molto maggiore di distacco di blocchi, ampia scistosità.

4.3.8 Anfibolite (311)

- **Descrizione litologia**

L'anfibolite è una roccia a grana fine, di color grigio scuro-verde, che si frattura con una conformazione che va da strati sottili a blocchi. Dal punto di vista mineralogico, l'anfibolite è composta prevalentemente da orneblenda (actinolite), feldspato (plagioclasti) e quarzo.

- **Auftreten und Mächtigkeit**

Er tritt vermehrt in der höher metamorphen Serie der Innsbrucker Quarzphyllitzone auf (Mächtigkeiten bis zu mehreren Metern).

- **Ausbildung**

Typischer GSI-Range: 60-70

- **Presenza e spessori**

Si presenta soprattutto nella parte della fillade quarzifera di Innsbruck caratterizzata da elevato metamorfismo (spessori fino a diversi metri).

- **Conformazione**

Tipico range GSI: 60-70

4.3.9 Biotitschiefer-gneis (312)

- **Lithologische Beschreibung**

Die Hauptgemengteile dieser Gesteine sind Biotit, Quarz und untergeordnet Feldspat. Die Grenze zwischen typischen Quarzphylliten und Biotitschiefern/Glimmerschiefern ist fließend (Abb. 9).

- **Auftreten und Mächtigkeit**

Die Gesteine gehören zur höher metamorphen Serie der Innsbrucker Quarzphyllitzone (Mächtigkeiten bis zu mehreren 10er-Metern).

- **Ausbildung**

Die Gesteine sind als graubraunes, geschiefertes und dünnplattig bis dünnbankig brechendes Gestein mit lageweise Biotitanhäufungen ausgebildet.

Typischer GSI-Range: 45-55, im Vergleich zum Quarzphyllit (306) und quarzitischen Gesteinen (307) Schieferung weitständiger, Ausbruchverhalten blockiger

4.3.9 Scisti in biotite - gneiss (312)

- **Descrizione litologia**

Dal punto di vista mineralogico, tali rocce sono composte prevalentemente da biotite, quarzo e da quantità minime di feldspato. Il confine tra le filladi quarzifere tipiche e i scisti di biotite o i micascisti non è nettamente delineato (fig. 9).

- **Presenza e spessori**

Tali rocce si presentano soprattutto nella parte della fillade quarzifera di Innsbruck caratterizzata da elevato metamorfismo (spessori fino a diversi decimetri).

- **Conformazione**

Le rocce presentano colore grigio-bruno con scistosità e reagisce alla fratturazione con distacchi piastriformi o stratiformi sottili.

Tipico range GSI: 45-55, rispetto alla fillade quarzifera (306) e alle rocce quarzitiche (307) presenta allo scavo una possibilità molto maggiore di distacco di blocchi, ampia scistosità

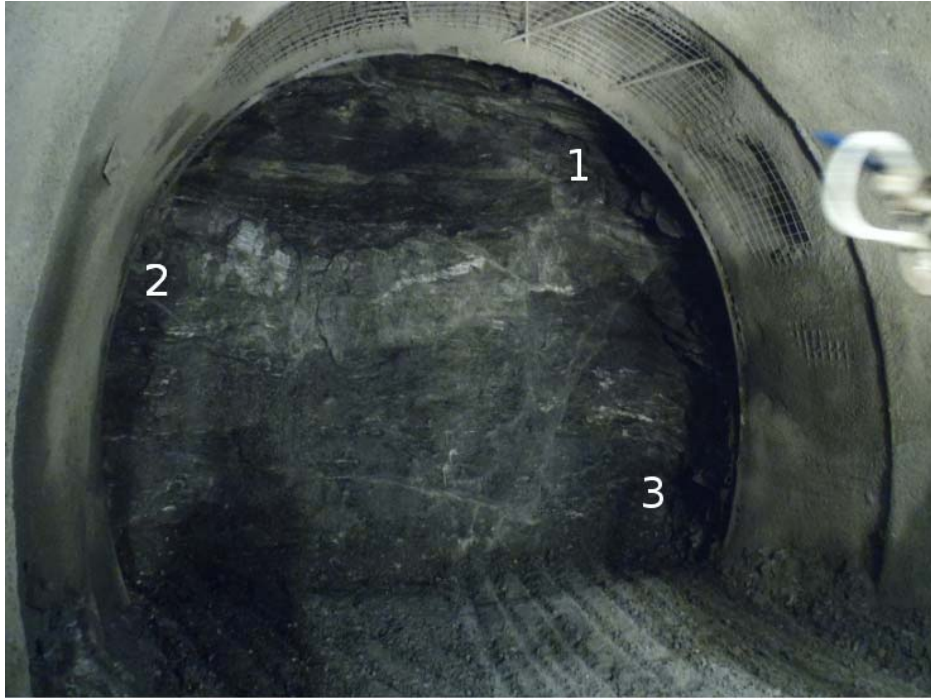


Abb. 9 Flach liegende Abfolge aus Biotitschiefer [1], Quarzitschiefer [2] und Quarzphyllit [3] (höher metamorphe Abfolge, Erkundungsstollen Innsbruck-Ahrental TM 3347,2)

Fig. 9 Successione immergente ad angolo ridotto di scisti biotitiche [1], quarziti scistose [2] e fillade quarzifera [3] (successione di grado metamorfico più elevato, cunicolo esplorativo di Innsbruck-Ahrental progr. 3347,2)

4.4 STÖRUNGSSYSTEME

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

- Wipptal-Störungssystem (SZ-IQP-AS 1 & 2): grob nach W und E einfallende Abschiebungen
- Halsl-Störungssystem (SZ-IQP-HS): NW-SE-streichend, saiger bis steil SW- und NE-einfallend
- Inntal-Störungssystem (SZ-IQP-IT 2): NE-SW-streichende, saiger bis steil SE- und NW-einfallend
- Ahrental Störungssystem (SZ-IQP-A 2): söhlig bis flach NW-fallend
- Lanserbach Störungssystem (SZ-IQP-LA): ESE-WNW-streichend, mäßig steil bis steil SSW- und NNE-fallend

Die Angabe 1 bzw. 2 nach der jeweiligen Kurzbezeichnung (z.B. SZ-IQP-AS 1) definiert eine unterschiedliche Ausbildung der Störungszone in Bezug auf deren Mächtigkeit, wobei es sich bei einer Störung mit Kürzel 1 um die mächtigere Ausbildung der Störungszone handelt. Diese Einteilung wurde bei Störungssystemen vorgenommen, bei welchen Störungszonen sich durch relevante Unterschiede in der Mächtigkeit differenzieren.

Für jede lokalisierte Störungszone wird im geologischen Längenschnitt die prognostizierte wahre Mächtigkeit, die Verschnittlänge entlang der Tunnelachse sowie die Ausprägung der Störung angegeben (Zeile 20, 21).

Die im geologischen Längenschnitte mit „IT“ bezeichneten Störungen (Zeile 16) stammen aus der baugeologischen Dokumentation des Inntaltunnels, wobei neben dem Bauwerkscode

4.4 SISTEMI DI FAGLIA

A livello galleria si prevedono per entrambe le canne i sistemi di faglia sotto riportati; i singoli sistemi sono definiti da denominazioni sintetiche indicate tra parentesi:

- sistema di faglie Wipptal (SZ-IQP-AS 1 & 2): faglie normali a immersione approssimativa verso W e E
- sistema di faglie Halsl (SZ-IQP-HS): direzione NW-SE, immergente con pendenza da verticale a ripida verso SW e NE
- sistema di faglie dell'Inntal (SZ-IQP-IT 2): direzione NE-SW, immergente con pendenza da verticale a ripida verso SE e NW
- sistema di faglie Ahrental (SZ-IQP-A 2): immergente con pendenza da orizzontale a poco inclinata verso NW
- sistema di faglie Lanserbach (SZ-IQP-LA): direzione ESE-WNW, immergente con pendenza da moderata fino a elevata verso SSW e NNE

L'indicazione 1 ossia 2 dopo la rispettiva denominazione sintetica (ad es. SZ-IQP-AS 1) definisce una configurazione diversa della zona di faglia in relazione al proprio spessore; la faglia indicata con 1 presenta lo spessore più elevato della zona di faglia. Tale suddivisione è stata fatta per sistemi di faglia i quali si distinguono da spessori differenti.

Per ciascuna zona di faglia localizzata è indicato nel profilo geologico longitudinale lo spessore previsto, la lunghezza d'intersezione lungo l'asse della galleria nonché la caratteristica della faglia (riga 20, 21).

Le faglie denominate "IT" nel profilo geologico (riga 16) provengono dalla documentazione geologico-costruttiva della galleria dell'Inntal, dove, oltre al codice dell'opera (IT=Inntaltunnel), è indicato il

(IT=Inntaltunnel) der Tunnelmeter angegeben ist, bei der die Störung die Tunnelachse in der Kalottensohle durchquert hat.

Die im geologischen Längenschnitte mit „ESI“ bezeichneten Störungen (Zeile 16) stammen aus der geologischen Dokumentation des Erkundungstollen Innsbruck-Ahrental, wobei neben dem Bauwerkscode der Tunnelmeter (z.B. ESI-f2088) angegeben ist, bei der die Störung die Tunnelachse durchquert hat.

Folgende Störungsgesteine werden prognostiziert:

Fault gouge:

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

isotropes Materialverhalten

metro di galleria al quale l'asse della galleria, al fondo della calotta, ha attraversato la faglia.

Le faglie denominate ESI nel profilo geologico (riga 16) provengono dalla documentazione geologica del cunicolo esplorativo Innsbruck – Ahrental, dove, oltre al codice dell'opera, è indicato il metro di galleria (per esempio ESI-f2088) al quale l'asse della galleria ha attraversato la faglia.

Vengono pronosticate le rocce di faglia indicate di seguito:

fault gouge:

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

comportamento isotropo del materiale



Abb. 10 Fault gouge im Oberflächenaufschluss und im Bohrkern



Fig. 10 Fault gouge con affioramento in superficie e nella carota



Abb. 11 Vollflächig Quarzphyllit, von rechts nach links (steiles SW Einfallen) streicht eine Störung mit hellgrauer Störungsletten (fault gouge) durch den Querschnitt (FS Ampass TM 755,2)

Fig. 11 fillade quarzifera a superficie piena, da destra a sinistra (con immersione con pendenza elevata a sud-ovest) si estende una faglia con argille di faglia di colore grigio chiaro (fault gouge) attraverso la sezione trasversale (galleria finestra di Ampass prog. 755,2)

Geschieferter Protokataklasit, entfestigt:

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

anisotropes Materialverhalten

Protocataclasiti scistose, detensionate:

Roccia tettonica fragile da moderatamente a fortemente soggetta a movimenti, caratterizzata da piani scistosi e di taglio ravvicinati con un orientamento preferenziale dominante a valori di orientamento ad alta dispersione delle singole superfici; tipica struttura sigmoidale; evidente detensionamento lungo queste discontinuità; spesso corrugata in modo intenso e irregolare; possibile presenza di tracce di struttura primaria; quota matrice <10% (matrice: rocce di faglia sotto forma di materiale sciolto intercalate nelle protocataclasiti distanti dalle "shearband principali"); resistenza sotto forma di resistenza residua e aggregato secondario a causa di orientamento minerale anziché frantumazione completa.

comportamento anisotropo del materiale



Abb. 12 Geschieferter Protokataklasit im Zugangstunnel Ahrental mit Detailskizze

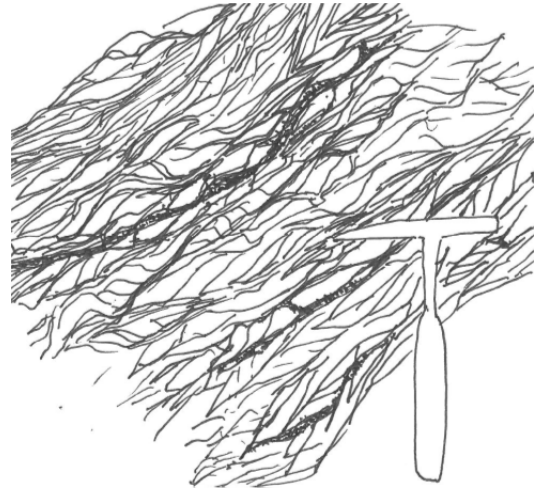


Fig. 12 Protocataclasiti scistose nella galleria di accesso Ahrental con disegno di dettaglio



Abb. 13 Störung ESI-f2088: Scherzone mit 2 bis 3 m stark entfestigtem geschiefertem Protokataklasit und geringmächtigen Zonen mit fault gouge

Fig. 13 Faglia ESI-f2088: Zona di shear con 2 - 3 m di protocataclasiti fortemente detensionate e foliate e zone di fault gouge di spessore ridotto



Abb. 14 Quarzphyllit-Quarzitschiefer mit flachen Störungstreifen aus foliierten Protokataklasit (Zugangstunnel Ahrental TM 1980,1)

Fig. 14 Fillade quarzifera-quarziti scistose con piani di faglia composti da protocataclasiti foliate (galleria di accesso di Ahrental progr. 1980,1).

Zerrüttungszone (frac):

Gebirge mit deutlich erhöhter Trennflächendichte und schieferungsparalleler Entfestigung, sowie deutlich vermehrtes Auftreten von Harnischflächen. Das Gebirge ist zerrüttet und bereits an der Ortsbrust als deutlich gestört erkennbar.

Zona di fratturazione (frac):

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

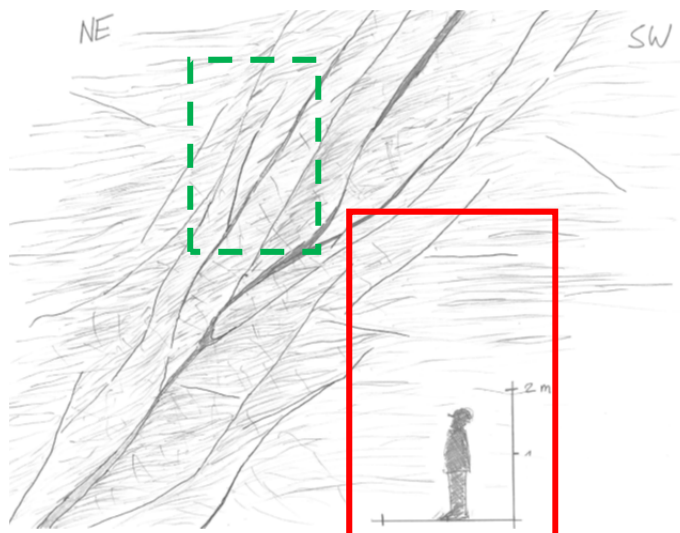


Abb. 15 Zerrüttungszone frac (grüner, strichlierter Rahmen), erhöhte Trennflächendichte (jrm) (roter Rahmen), Skizzen der Störungszonen ESI-f647

Fig. 15 Zona di fratturazione frac (quadro verde tratteggiato), frequenza elevata delle discontinuità (jrm) (quadro rosso), disegni delle zone di faglia ESI-f647



Abb. 16 Zerrüttungszone: NE fallende Hauptstörung neben flachen Nebentörungen (FS AmpassTM 1057,7)

Fig. 16 Zona di fratturazione: faglia principale immergente verso nordest, accompagnata da faglie secondarie a bassa pendenza (galleria finestra di Ampass prog. 1057,7)

Erhöhte Trennflächendichte (jrm - jointed rock mass):

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

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

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



Abb. 17 Erhöhte Trennflächendichte: sehr engständig geschieferter Quarzphyllit mit mittelsteil nach ENE einfallende Scherbahn mit fault gouge (FS Ampass TM 780,7))

Fig. 17 Minori intervalli tra discontinuità: filladi quarziferi con scistosità accentuata con un piano di taglio ad immersione media verso ENE con fault gouge (galleria finestra di Ampass prog. 780,7).

4.4.1 Orientierung der Störungen

In Abbildung 18 bis 22 werden die räumlichen Orientierungen der prognostizierten Störungssysteme der einzelnen Bauwerke (Verbindungstunnels, BBT Oströhre, Bauwerke NHS Innsbruck) in Bezug auf die Tunnelachsen in der Lagekugeldarstellung abgebildet. Abb. 18 gibt dabei unabhängig einer Trasse die globalen Orientierungen der Störungssysteme wieder:

Das Wipptal Störungssystem (AS, grüne Fläche) besitzt ein flaches bis steiles Einfallen in Richtung W und E.

Beim Halsl Störungssystem (HS, rote Farbe) handelt es sich um NW-SE streichende subvertikale Störungen (SW- und NE-fallend).

Das Inntal Störungssystem (IT, gelbe Fläche) besitzt ein Streichen in Richtung NE-SW mit einem subvertikalen Einfallen in Richtung SE und NW.

Beim Ahrental Störungssystem (A, blaue Fläche) handelt es sich um NW-fallende flache bis mittelsteile Störungen.

4.4.1 Orientamento delle faglie

Nelle fig. da 18 a 22 sono rappresentati gli orientamenti spaziali dei sistemi di faglie previsti per le singole opere costruttive (gallerie di collegamento, canna est della galleria di base del Brennero, opere per la fermata di emergenza di Innsbruck) rispetto alle assi delle gallerie sotto forma di rappresentazioni stereografiche (reticolo equiareale di Schmidt). La fig. 18 indica poi, a prescindere dal tracciato, gli orientamenti globali dei sistemi di faglia:

Il sistema di faglie Wipptal (AS, rappresentato in verde) si immerge con una pendenza da ridotta a elevata in direzione W e E.

Nel caso di sistema di faglie Halsl (HS, rappresentato in rosso) si tratta di faglie subverticali in direzione NW-SE (che si immergono in direzione SW e NE).

Il sistema di faglie Inntal (IT, rappresentato in giallo) presenta una direzione NE-SW e si immerge in modo subverticale in direzione SE e NW..

Nel caso del sistema di faglie Ahrental (A, rappresentato in blu) si tratta di faglie che si immergono con pendenza da leggera a

mediamente ripida in direzione NW.

Das Lanserbach Störungssystem (LA, orange Fläche) besitzt ein mäßig steiles bis steiles Einfallen in Richtung S und N.

Il sistema di faglie Lanserbach (LA, rappresentato in arancione) si immerge con pendenza da mediamente ripida a ripida in direzione S e N.

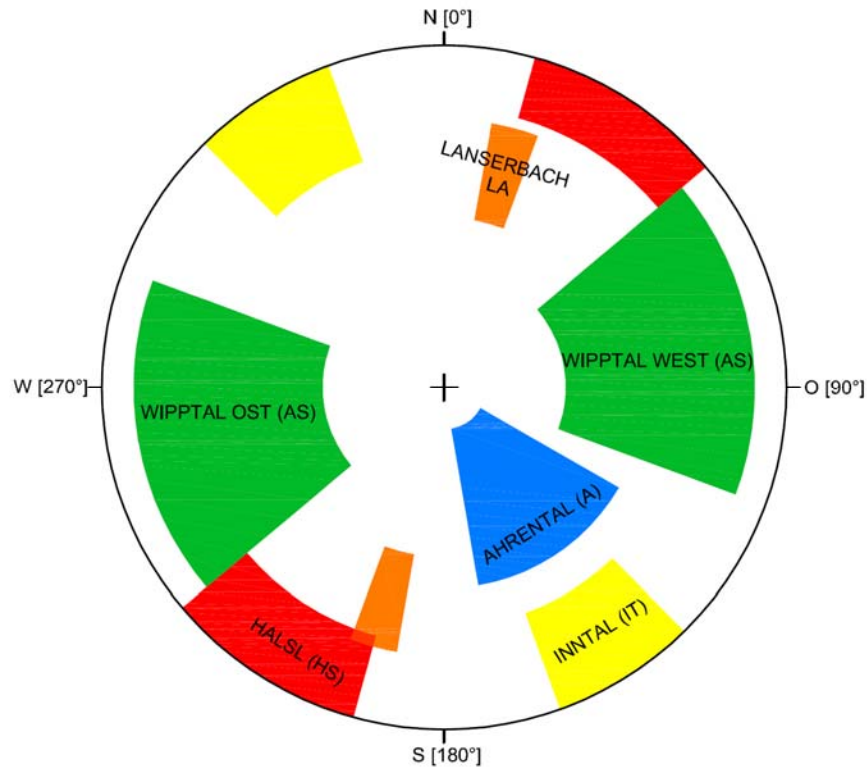


Abb. 18 Lagekugeldarstellung mit allen im Projektgebiet prognostizierten Störungszonen

Fig. 18 Rappresentazione stereografica (reticolo equiareale di Schmidt) delle zone di faglie pronosticate nell' area di progetto

5 VERBINDUNGSTUNNEL OST

5.1 GEOLOGISCHE PROGNOSE

5.1.1 Abschnitt von km 10+578 bis 11+780 ca.: „Hangende Serie“ der Innsbrucker Quarzphyllitzone

- **Grundlagen der geologischen Prognose**

Die Prognose beruht dabei sowohl auf den Ergebnissen der Erkundungen aus der Einreichphase des Brenner-Basistunnels, der baugeologischen Dokumentation des Inntaltunnels und der 2009 durchgeführten Erkundungsbohrungen im Bereich Lans.

- **Lithologische Beschreibung**

In diesem Abschnitt wird übergeordnet Innsbrucker Quarzphyllit mit quarzitisch-gneisigen Lagen prognostiziert. Untergeordnet treten Einschaltungen von Grünschiefer und Chloritschiefer, sowie von Porphyroid und Graphitphyllit auf. Karbonateinlagerungen in Form von grauen und weißen Kalk- und Dolomitmarmoren treten im Quarzphyllit als dm- bis m-mächtige schieferungsparallele Lagen sowie als bis zu mehrere m-mächtige linsenförmige Körper auf.

- **Strukturen und Störungen**

Der metamorphe Lagebau wird von offenen Falten mit flachen nach WSW einfallenden Faltenachsen (F4a-IQP Falten) großräumig verfaltet. Die dominante S3-IQP Schieferung besitzt eine flache bis mäßig nach NW bis SW einfallende Orientierung. Abschnittsweise wird dieses Gefüge von einer nach NW bis W einfallenden Scherbandschieferung überprägt.

Größere zu erwartende Sprödstörungen in diesem Homogenbereich lassen sich in folgende Störungssysteme gliedern:

- Wipptal Störungssystem: IT-10623, IT-10706, IT-11153, IT-11715
- Halsl Störungssystem: IT-11284, IT-11417,

5 GALLERIA DI COLLEGAMENTO EST

5.1 PREVISIONE GEOLOGICA

5.1.1 Tratto dal km 10+578 al km 11+780 ca.: "Serie a tetto" della Fillade quarzifera di Innsbruck

- **Basi della previsione geologica**

La previsione si basa sia sui risultati delle prospezioni effettuate in fase di progettazione definitiva della Galleria di Base del Brennero, sia sulla documentazione geologico-costruttiva della galleria dell'Inntal sia sui sondaggi geognostici eseguiti nella zona di Lans nel 2009.

- **Descrizione litologia**

Per questa sezione si prevede prevalentemente la presenza della fillade quarzifera di Innsbruck con strati quarzitico-gneissici. In modo subordinato sono presenti delle intercalazioni di scisti verdi e scisti cloritici nonché di porfiroidi e di fillade grafitica. Nella fillade quarzifera sono presenti delle intercalazioni carbonatiche di marmi calcarei e dolomitici grigi e bianchi sotto forma di strati paralleli alla scistosità con spessori tra decimetri e metri nonché sotto forma di corpi lenticolari con spessore fino a diversi metri.

- **Strutture e faglie**

La stratificazione metamorfica viene ripiegata su larga scala presso le pieghe aperte le cui assi di piega (F4a-IQP pieghe) si immergono con pendenza ridotta verso WSW. La scistosità dominante S3-IQP presenta un orientamento che si immerge con pendenza da ridotta a moderata in direzione da NW a SW. In singoli tratti tale struttura viene sovrainpressa da scistosità di shearband immergente verso NW-W.

In questa zona omogenea si prevedono delle faglie fragili di entità maggiore che possono essere suddivise nei sistemi di faglie di seguito indicate:

- Sistema di faglie Wipptal: IT-10623, IT-10706, IT-11153, IT-11715
- Sistema di faglie Halsl: IT-11284, IT-11417,

IT-11543

- Lanserbach Störungssystem: IT-10888, IT-10922, IT-10949, IT-10995

5.1.2 Abschnitt von km 11+780 bis 12+800 ca.:
Höher metamorpher Anteil der Innsbrucker Quarzphyllitzone mit gehäuftem Auftreten von Grünschiefer

- **Grundlagen der geologischen Prognose**

Die Prognose beruht dabei sowohl auf den Ergebnissen der Erkundungen aus der Einreichphase des Brenner-Basistunnels, als auch auf den 2009 durchgeführten Erkundungsbohrungen im Bereich Lans.

Zwischen km 12,1 und 12,9 ca. unterfährt der Tunnel die quartärbedeckte Senke von Vill – Lanser See. Hier ist die Lage der Felsoberkante durch die 2009 abgeteufte Erkundungsbohrungen eingehend erkundet worden.

- **Lithologische Beschreibung**

Im diesem Teilstück treten neben Quarzphyllit auch Biotitschiefer und Glimmerschiefer, sowie quarzitisch-gneisige Lagen auf. Daneben ist mit einem grünschieferreichen Abschnitt zwischen km 12,0 bis 12,5 zu rechnen. In der Bohrung La-B-03/09 wurden Metabasit-Horizonte (Grünschiefer, Chloritschiefer, Chloritphyllit) mit Mächtigkeiten von wenigen Metern bis ca. 20 m angetroffen. Falls diese nicht durch Scherbahnen oder Sprödstörungen vom Quarzphyllit getrennt sind, zeigen die Metabasit-Einschaltungen kontinuierliche Übergänge in den Quarzphyllit. Untergeordnet können Einschaltungen von Graphitphyllit und Porphyroiden, sowie Einlagerungen von dm- bis m-mächtigen Kalk- und Dolomitmarmoren auftreten.

In der Bohrung La-B-03/09 bzw. La-B-05/09 wurden Graphitphyllit- bzw. Gneisabschnitte bis zu einer Mächtigkeit von ca. knapp 10 m durchörtert.

Die Grenze zwischen typischen Quarzphylliten und Biotitschiefern/Glimmerschiefern ist fließend, und daher ist auch die Prognose der

IT-11543

- Sistema di faglie Lanserbach: IT-10888, IT-10922, IT-10949, IT-10995

5.1.2 Tratto dal km 11+780 al km 12+800 ca.:
Settore di grado metamorfico più elevato della Zona delle Filladi quarzifere di Innsbruck con presenza più frequente di scisti verdi

- **Basi della previsione geologica**

La previsione si basa sia sui risultati delle prospezioni effettuate in fase di progettazione definitiva della Galleria di Base del Brennero sia sui sondaggi geognostici eseguiti nella zona di Lans nel 2009.

Tra il km 12,1 e il km 12,9 ca., la galleria sottopassa l'avvallamento di Vill-Lansersee, coperto da depositi quaternari. In questa zona il bordo superiore della roccia è stato soggetto a ricognizione attraverso i sondaggi geognostici eseguiti nel 2009.

- **Descrizione litologia**

In questo tratto sono presenti, oltre alla fillade quarzifera, anche scisti biotitici e micascisti nonché strati quarzitico-gneissici. Si prevede anche un tratto ricco di scisti verdi tra il km 12,0 e il km 12,5. Nel sondaggio La-B-03/09 sono stati intercettati degli orizzonti di metabasiti (scisti verdi, scisti cloritici, fillade cloritica) con spessori da pochi metri fino a circa 20 m. Dove questi orizzonti non sono separati dalla fillade quarzifera a causa della presenza di vie di taglio o faglie fragili, le intercalazioni di metabasiti presentano dei passaggi continui verso la fillade quarzifera. In via subordinata è possibile la presenza di intercalazioni di fillade grafitica e porfiroidi nonché di intercalazioni di marmi calcarei e dolomitici con spessori tra decimetri e metri.

Nei sondaggi La-B-03/09 e La-B-05/09 sono stati attraversati tratti di fillade grafitica e di gneiss con uno spessore poco inferiore ai 10 m circa.

Il passaggio tra le filladi quarzifere tipiche e gli scisti biotitici / micascisti è continuo e pertanto la previsione dei confini delle zone omogenee

Homogenbereichsgrenzen mit Unsicherheit presenta delle incertezze. behaftet.

- **Strukturen und Störungen**

Der metamorphe Lagebau wird von offenen Falten mit flachen nach WSW einfallenden Faltenachsen (F4a-IQP Falten) großräumig verfaltet. Die dominante S3-IQP Schieferung besitzt eine flache bis mäßig nach NW bis SW einfallende Orientierung. Abschnittsweise wird dieses Gefüge von einer nach NW bis W einfallenden Scherbandschieferung überprägt.

Größere zu erwartende Sprödstörungen in diesem Homogenbereich lassen sich in folgende Störungssysteme gliedern:

- Wipptal Störungssystem: IT-11943
- Halsl Störungssystem: IT-12051

Es ist zu beachten, dass zwischen km 12,0 und 13,3 weitere Störungszonen unterschiedlicher Systeme auftreten können, welche jedoch nicht näher lokalisierbar sind (siehe Geotechnischer Längenschnitt Zeile 26).

5.1.3 Abschnitt von km 12+800 bis 13+750 ca.: „Hangende Serie“ der Innsbrucker Quarzphyllitzone

- **Grundlagen der geologischen Prognose**

Die Prognose beruht dabei sowohl auf den Ergebnissen der Erkundungen aus der Einreichphase des Brenner-Basistunnels, als auch insbesondere der im Zuge des Vortriebes des Erkundungsstollens Innsbruck-Ahrental gewonnenen Erkenntnissen.

- **Lithologische Beschreibung**

In diesem Abschnitt wird übergeordnet Innsbrucker Quarzphyllit mit quarzitischem-gneissigen Lagen prognostiziert. Untergeordnet können Einschaltungen von Metabasiten (Grünschiefer, Chloritschiefer), Graphitphyllit sowie von Kalk-Dolomitmarmor und Porphyroid auftreten.

Der Erkundungsstollen zeigt in diesem Abschnitt

- **Strutture e faglie**

La stratificazione metamorfica viene ripiegata su larga scala presso le pieghe aperte le cui assi di piega (F4a-IQP pieghe) si immergono con pendenza ridotta verso WSW. La scistosità dominante S3-IQP presenta un orientamento che si immerge con pendenza da ridotta a moderata in direzione da NW a SW. In singoli tratti tale struttura viene sovrainpressa da scistosità di shearband immergente verso NW-W.

In questa zona omogenea si prevedono delle faglie fragili di entità maggiore che possono essere suddivise nei sistemi di faglie di seguito indicate:

- Sistema di faglie Wipptal: IT-11943
- Sistema di faglie Halsl: IT-12051

Va osservato che tra il km 12,0 ed il km 13,3 è possibile la presenza di ulteriori zone di faglie di sistemi differenti che non sono però localizzabili con maggiore precisione (vedi profilo longitudinale riga 26).

5.1.3 Tratto dal km 12+800 al km 13+750 ca.: "Serie a tetto" della Fillade quarzifera di Innsbruck

- **Basi della previsione geologica**

La previsione si basa sia sui risultati delle prospezioni effettuate in fase di progettazione definitiva della Galleria di Base del Brennero sia sulle conoscenze acquisite nel corso dello scavo del cunicolo esplorativo Innsbruck – Ahrental.

- **Descrizione litologia**

Per questa sezione si prevede prevalentemente la presenza della fillade quarzifera di Innsbruck con strati quarzítico-gneissici. In via subordinata sono possibili delle intercalazioni di metabasiti (scisti verdi, scisti cloritici), fillade grafítica nonché di marmi calcarei-dolomitici e di porfiroidi.

In questa sezione, il cunicolo esplorativo presenta

monotone Abfolgen von Quarzphyllit mit quarzitisch-gneisigen Lagen. In der Ortsbrustdokumentation wurden diese als Quarzphyllit und Quarzitschiefer beschrieben. Beide Gesteine kennzeichnen sich durch einen fließenden Übergang ineinander. Die Unterscheidung beider Gesteine liegt dabei in der mengenmäßigen Verteilung an Quarz und Glimmer. Ein höherer Anteil an Quarz und Feldspat gegenüber dem Quarzphyllit bewirkt, dass der Quarzitschiefer eher plattig bricht und eine höhere Gesteinsdruckfestigkeit zeigt.

• **Strukturen und Störungen**

Der metamorphe Lagebau wird von offenen Falten mit flachen nach WSW einfallenden Faltenachsen (F4a-IQP Falten) großräumig verfaltet. Die dominante S3-IQP Schieferung besitzt eine flache bis mäßig nach NW bis SW einfallende Orientierung. Abschnittsweise wird dieses Gefüge von einer nach NW bis W einfallenden Scherbandschieferung überprägt.

Größere zu erwartende Sprödstörungen in diesem Homogenbereich lassen sich in folgende Störungssysteme gliedern:

- Wipptal Störungssystem: ESI-f2088, ESI-f2349
- Halsl Störungssystem: ESI-f2378

Als bedeutende Störungszone wird die parallel bis schräg zur Tunnelachse orientierte Störungszone ESI-f2088 (SZ-IQP-AS1) prognostiziert, eine NE-fallende Störung mit vermutlich abschiebendem Versatz. Im Erkundungsstollen wurde in diesem Bereich über einen längeren Zeitraum fortlaufend druckhaftes Gebirgsverhalten mit kriechender Verformung beobachtet.

Es ist zu beachten, dass zwischen km 12,8 und 13,1 weitere Störungszonen unterschiedlicher Systeme auftreten können, welche jedoch nicht näher lokalisierbar sind (siehe Geotechnischer Längenschnitt Zeile 26).

delle sequenze monotone di fillade quarzifera con strati quarzitico-gneissici. Nella documentazione relativa al fronte di scavo esse sono state descritte come fillade quarzifera e scisti quarzitici. Entrambi i litotipi sono caratterizzati da un passaggio fluido tra di loro. La differenza tra i due litotipi è data dalla ripartizione quantitativa di quarzo e mica. Una aliquota più elevata di quarzo e feldspati rispetto alla fillade quarzifera comporta che gli scisti quarzitici frantumano in modo piuttosto piastriforme e presentano una più elevata resistenza alla compressione dell'ammasso roccioso.

• **Strutture e faglie**

La stratificazione metamorfica viene ripiegata su larga scala presso le pieghe aperte le cui assi di piega (F4a-IQP pieghe) si immergono con pendenza ridotta verso WSW. La scistosità dominante S3-IQP presenta un orientamento che si immerge con pendenza da ridotta a moderata in direzione da NW a SW. In singoli tratti tale struttura viene sovrainpressa da scistosità di shearband immergente verso NW-W.

In questa zona omogenea si prevedono delle faglie fragili di entità maggiore che possono essere suddivise nei sistemi di faglie di seguito indicate:

- Sistema di faglie Wipptal: ESI-f2088, ESI-f2349
- Sistema di faglie Halsl: ESI-f2378

Si prevede una zona di faglia importante ovvero la zona di faglia ESI-f2088 (SZ-IQP-AS1) con orientamento da parallelo a inclinato rispetto all'asse della galleria; è una faglia immergente verso NE con possibile dislocazione di faglia normale. Nel cunicolo esplorativo è stato osservato, per il tratto in oggetto e per un periodo prolungato, un comportamento dell'ammasso roccioso continuamente spingente con deformazioni scorrenti.

Va osservato che tra il km 12,8 ed il km 13,1 è possibile la presenza di ulteriori zone di faglie di sistemi differenti che non sono però localizzabili con maggiore precisione (vedi profilo longitudinale riga 26).

5.1.4 Orientierung der Störungen in Bezug auf die Tunnelachse des Verbindungstunnels Ost

In Abbildung 19 und 20 werden die räumlichen Orientierungen der prognostizierten Störungssysteme in Bezug auf die Tunnelachse der Verbindungstunnel Ost (und West) in der Lagekugeldarstellung abgebildet.

Wipptal Störungssystem (AS, grüne Fläche; flach bis steil W- und E-fallend): Die Orientierung der Störung (Abschiebungen) zum Hohlraum ist im Nordabschnitt querschlägig und im Südabschnitt parallel bis schräg.

Halsl Störungssystem (HS, rote Farbe; NW-SE-streichend, saiger bis steil SW- und NE-fallend): schleifende bis schräge Orientierung zum Hohlraum im Nordabschnitt und parallele bis schleifende Orientierung im Südabschnitt.

Inntal Störungssystem (IT, gelbe Fläche; NE-SW-streichend, saiger bis steil SE- und NW-fallend): Dieses Störungssystem ist nur im Nordabschnitt zu erwarten. Die Orientierung der Störung zum Tunnel ist dabei parallel bis schleifend.

Ahrental Störungssystem (A, blaue Fläche; flach bis mittelsteil NW-fallend): parallele bis schleifende Orientierung zum Hohlraum im Nordabschnitt und schräge bis querschlägige Orientierung im Südabschnitt.

Lanserbach Störungssystem (LA, orange Fläche; SE-NW-streichend, mäßig steil bis steil S- und N-fallend): Dieses Störungssystem ist nur im Nordabschnitt zu erwarten. Die Orientierung der Störung zum Tunnel ist dabei schleifend.

5.1.4 Orientamento delle faglie rispetto all'asse della galleria di collegamento est

Nelle fig. 19 ed 20 sono rappresentati gli orientamenti spaziali dei sistemi di faglie previsti rispetto all'asse di galleria delle gallerie di collegamento est (ed ovest) sotto forma di rappresentazioni stereografiche (reticolo equiareale di Schmidt).

Sistema di faglia della Wipptal (AS, area verde; immergente con pendenza da ridotta a elevata verso ovest ed est): Rispetto alla cavità, la faglia (faglia normale) presenta un orientamento trasversale nel tratto settentrionale e un orientamento da parallelo a inclinato nel tratto meridionale.

Nel caso di sistema di faglie Halsl (HS, rappresentato in rosso; in direzione NO-SE, immergente con pendenza da verticale e ripida in direzione SO e NE): rispetto alla cavità, presentano un orientamento da sub parallelo a inclinato nel tratto settentrionale e un orientamento da parallelo a sub parallelo nel tratto meridionale.

Sistema di faglia della Inntal (IT, area in giallo; in direzione NE-SO, immergente con pendenza da verticale e ripida in direzione SE e NO): Questo sistema di faglie viene pronosticato solo nel tratto settentrionale. Rispetto alla galleria la faglia presenta un orientamento da parallelo a sub parallelo.

Nel caso del sistema di faglie Ahrental (A, rappresentato in blu) si tratta di faglie che si immergono con pendenza da leggera a mediamente ripida in direzione NO e che, rispetto alla cavità, presentano un orientamento da parallelo a sub parallelo nel tratto settentrionale e un orientamento da inclinato a trasversale nel tratto meridionale.

Sistema di faglie Lanserbach (LA, area in arancione; direzione SE-NO, pendenza da moderatamente elevata fino a subverticale in direzione S e N): Questo sistema di faglie viene pronosticato solo nel tratto settentrionale. Rispetto alla galleria la faglia presenta un orientamento sub parallelo.

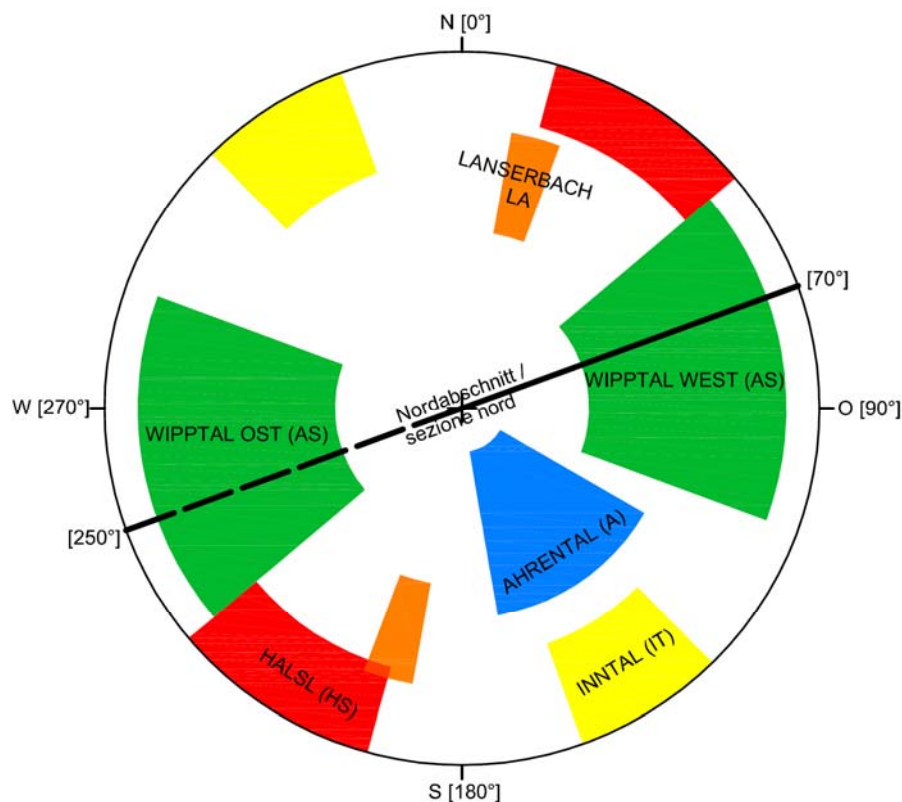


Abb. 19 Lagekugeldarstellung mit aufgetragenen Störungszonen Verbindungstunnel Nordabschnitt

Fig. 19 Rappresentazione stereografica (reticolo equiareale di Schmidt) delle zone di faglie presenti nel tratto settentrionale delle gallerie di collegamento

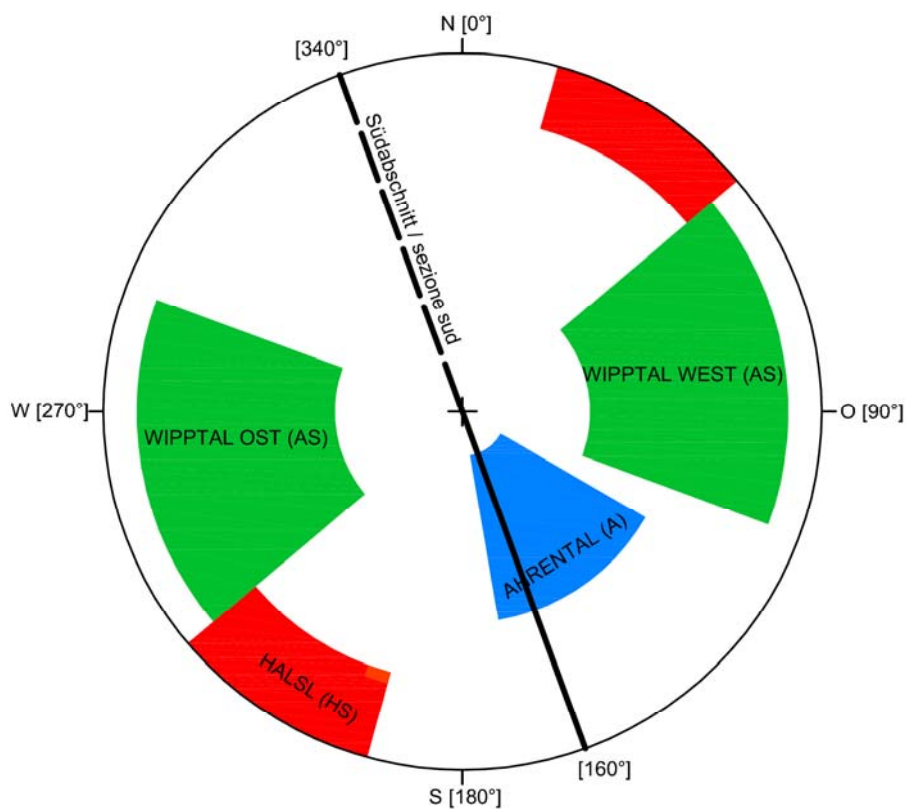


Abb. 20 Lagekugeldarstellung mit aufgetragenen Störungszonen Verbindungstunnel Südabschnitt

Fig. 20 Rappresentazione stereografica (reticolo equiareale di Schmidt) delle zone di faglie presenti nel tratto meridionale delle gallerie di collegamento

5.2 HYDROGEOLOGISCHE PROGNOSE

Bei den Prognosen der instationären und stationären Zutritte handelt es sich um Mengen, die bei Auffahren des behandelten Tunnels zu erwarten sind, die jedoch abhängig vom Bauablauf, durch das gleichzeitige oder vorzeitige Auffahren anderer Röhren beeinflusst werden, und dahingehend eine weitere Reduzierung erfahren können.

5.2.1 Hydrogeologische Homogenbereiche

Zur Ermittlung der Wasserzutritte im Tunnel wird die Trasse des Verbindungstunnels Ost in folgende hydroeingeologische Homogenbereiche unterteilt. Die Homogenbereiche sind im geologischen Längsschnitt in der Zeile 26 Hydrogeologische Homogenbereiche dargestellt.

Homogenbereich 1:

Länge: 1375m (TM 10.575 bis TM 11.950)

Lage des Tunnels: Der Tunnel liegt bergseitig bzw. im Nahbereich des bereits bestehenden, dränierend wirkenden Tunnel „Umfahrung Innsbruck“. Aus geologischer Sicht liegt der Tunnelabschnitt in einem Gebirge, das durch den Umfahrungstunnel bereits durchörtert wurde. Einzelne tektonische Strukturen, welche durch den Umfahrungstunnel aufgefahren wurden, werden auch im Verbindungstunnel Ost prognostiziert.

Lithologie: vorrangig sind Quarzphyllite und Quarzschiefer, aus hydrogeologischer Sicht sind die untergeordnet und als isoliert auftretende Karbonatkörper (Kalk- und Dolomitmarmore) zu erwähnen.

Störungen: Aus hydrogeologischer Sicht dominieren Störungen mit NW-SE Streichen, die aufgrund ihres abschiebenden Charakters, der schiefer- und phyllitreichen Lithologien und der Nähe des bereits dränierend wirkenden Tunnels als nicht relevant eingestuft werden.

Hydraulische Durchlässigkeiten: generell liegen

5.2 PREVISIONE IDROGEOLOGICA

Le previsioni delle venute in regime stazionario e non stazionario forniscono dei valori sulle quantità di acqua da aspettarsi durante i lavori di scavo della galleria in oggetto; tuttavia dipendono dallo svolgimento dei lavori, possono variare conseguentemente all'avanzamento contemporaneo o precedente su altri fronti e di conseguenza diminuire ulteriormente.

5.2.1 Settori idrogeologici omogenei

Per determinare le venute d'acqua in galleria, il tracciato della galleria di interconnessione est viene suddivisa nei seguenti settori omogenei dal punto di vista idrogeologico. I settori omogenei sono rappresentati nel profilo geologico alla riga 26 - Settori Idrogeologici Omogenei.

Settore omogeneo 1:

Lunghezza: 1375m (da progr. 10.575 fino a progr. 11.950)

Ubicazione della galleria: La galleria si trova a monte e/o nelle vicinanze della galleria già esistente e drenante della circonvallazione di Innsbruck. Dal punto di vista geologico il tratto di galleria si trova in un ammasso roccioso che è già stato attraversato dalla galleria della circonvallazione. Alcune singole strutture tettoniche intersecate dalla galleria di circonvallazione sono previste anche per lo scavo della galleria di interconnessione est.

Litologia: sono prevalenti le filladi di quarzo e gli scisti di quarzo; dal punto di vista idrogeologico vanno citati i corpi carbonatici (marmi calcarei e dolomitici) di poco rilievo e presenti in modo isolato.

Faglie: Dal punto di vista idrogeologico dominano le faglie con andamento NW-SE, che per le loro caratteristiche di faglie dirette o normali, le litologie scistose e filladiche e la vicinanza della galleria che già esercita un effetto drenante sono da considerarsi irrilevanti.

Conducibilità idrauliche: la conducibilità

gering durchlässige Gesteine ($K < 10^{-8} \text{ m/s}$) vor, ausgenommen in den Störungszonen, in denen die hydraulischen Durchlässigkeiten insbesondere in den aufgelockerten Bereichen (Damage zones) leicht ansteigen können. Dabei verhindern aber die phyllitischen Gesteine größere hydraulische Durchlässigkeiten, welche im Bereich von $10^{-6} \text{ m/s} > K > 10^{-8} \text{ m/s}$ liegen. Ebenso können eventuell vorkommende Karbonatkörper letztgenannte hydraulische Durchlässigkeiten erreichen.

Hydraulische Druckhöhen: Die hydraulischen Druckhöhen auf Tunnelniveau erreichen in diesem Homogenbereich aufgrund der Nähe des dränierend wirkenden Tunnels der Umfahrung Innsbruck 0 - 100m. Sobald der Tunnel den Einwirkungsbereich des bestehenden Tunnels verläßt, können die Wasserdrucke der sehr gering ergiebigen Formationswasservorkommen auch darüber liegen (Klasse >100-300m).

Hydraulische Verbindungen: Der Homogenbereich weist aufgrund des Vorkommens von gering durchlässigen Gesteinen insbesondere der phyllitreichen Lithologien und der flachen Lagerung des Gebirgsbaus (Schieferung) keine bis geringe hydraulische Verbindungen mit seicht liegenden Grundwasserkörpern bzw. hydraulischen Elementen auf.

Instationäre Wasserzutritte: Es wird Großteils von trockenen Gebirgsverhältnissen ausgegangen. Tropfwasser bis einzelne leicht rinnende Wasserzutritte sind möglich (Klasse: 0 bis $0,2 \text{ l/s}$). Die Zutritte nehmen rasch ab. Trotz der Nähe des dränierend wirkenden Tunnels der Umfahrung Innsbruck aber aufgrund der geringen hydraulischen Durchlässigkeiten und damit gering weiten Absenkbereiche von Tunnelbauwerken werden auch Zutritte prognostiziert, die insbesondere auch beim Vorkommen von nicht dränierten Karbonatlinsen kurzfristig (einige Tage) mehrere l/s erreichen können.

Homogenbereich 2:

Länge: 1.150m (TM 11.950 bis TM 13.100)

Der Tunnel quert den Mittelgebirgsbereich, der in

dell'ammasso roccioso è generalmente bassa ($K < 10^{-8} \text{ m/s}$), tranne che nelle zone di faglia in cui la conducibilità idraulica potrebbe aumentare leggermente, in particolare nelle zone fratturate (Damage zones). In questo caso tuttavia gli ammassi filladici impediscono conducibilità idrauliche maggiori attorno a $10^{-6} \text{ m/s} > K > 10^{-8} \text{ m/s}$. Anche gli eventuali corpi carbonatici presenti possono raggiungere questi livelli di conducibilità idraulica.

Livelli piezometrici: I livelli piezometrici a quota galleria si estendono, in questo settore omogeneo, da 0 a 100m a causa della vicinanza della galleria della circonvallazione di Innsbruck che ha un effetto drenante. Non appena la galleria lascia l'area d'influenza della circonvallazione, i livelli dei corpi idrici presenti e dalla portata molto bassa possono essere anche superiori (Classe >100-300m).

Collegamenti idraulici: Data la presenza di ammassi poco permeabili soprattutto con litologie filladiche e l'orientamento piano dell'ammasso (scistosità), il settore omogeneo non presenta collegamenti idraulici (o ne presenta molto pochi) con i corpi d'acqua a poca profondità o con altri elementi idraulici.

Venute d'acqua non stazionarie: In genere, è prevista la presenza di ammassi rocciosi asciutti. Sono possibili anche stillicidi oppure singole venute d'acqua di portata limitata (Classe: da 0 a $0,2 \text{ l/s}$). Le venute d'acqua diminuiscono rapidamente. Nonostante la vicinanza della galleria della circonvallazione di Innsbruck abbia un effetto drenante, a causa delle basse conducibilità idrauliche e le conseguenti ridotte dimensioni delle aree di abbassamento delle opere in galleria, sono previste anche venute che soprattutto in presenza di lenti carbonatiche non drenate potrebbero per un breve periodo (alcuni giorni) raggiungere portate di diversi l/s .

Settore omogeneo 2:

Lunghezza: 1.150m (da progr. 11.950 fino a progr. 13.100)

La galleria attraversa la zona dell'altopiano che in

diesem Abschnitt durch keinen bestehenden Tunnel durchörtert ist. Aus geologischer Sicht liegt der Tunnelabschnitt jedoch in einem Gebirge, das durch die nahe gelegenen Tunneln ausreichend bekannt ist.

Lithologie: vorrangig sind verschiedene Formen von Schiefern, es überwiegen die Quarzschiefer und Chloritschiefer. Dominant sind auch Quarzphyllite und Quarzschiefer; aus hydrogeologischer Sicht sind die sehr untergeordnet und als isoliert auftretende Karbonatkörper (Kalk- und Dolomitmarmore) zu erwähnen.

Störungen: Aus hydrogeologischer Sicht sind Kleinstörungen bzw. nicht lokalisierbare spröde Störungen des Nord-Süd streichenden Wipptal Störungssystems möglich, die aufgrund ihres abschiebenden Charakters, der schiefer- und phyllitreichen Lithologien als nicht relevant eingestuft werden.

Hydraulische Durchlässigkeiten: generell liegen gering durchlässige Gesteine ($K < 10^{-8} \text{ m/s}$) vor, ausgenommen in den Störungszonen, in denen die hydraulischen Durchlässigkeiten insbesondere in den aufgelockerten Bereichen (Damage zones) leicht ansteigen können. Dabei verhindern aber die phyllitischen Gesteine größere hydraulische Durchlässigkeiten, welche im Bereich von $10^{-6} \text{ m/s} > K > 10^{-8} \text{ m/s}$ liegen. Ebenso können eventuell vorkommende Karbonatkörper letztgenannte hydraulische Durchlässigkeiten erreichen.

Hydraulische Druckhöhen: Die hydraulischen Druckhöhen auf Tunnelniveau erreichen in diesem Homogenbereich 100 bis 300m.

Hydraulische Verbindungen: Der Homogenbereich weist aufgrund des Vorkommens von gering durchlässigen Gesteinen insbesondere der phyllitreichen Lithologien und der flachen Lagerung des Gebirgsbaus (Schieferung) keine bis geringe hydraulische Verbindungen mit seicht liegenden Grundwasserkörpern bzw. hydraulischen Elementen auf.

Instationäre Wasserzutritte: Es wird größtenteils von trockenen Gebirgsverhältnissen bis Tropfwasser ausgegangen, einzelne leicht rinnende kleine

questo tratto non è intersecato da alcuna galleria già esistente. Dal punto di vista geologico tuttavia il tratto di galleria passa per un ammasso roccioso le cui caratteristiche sono sufficientemente note grazie alle gallerie nelle vicinanze.

Litologie: sono prevalenti i diversi tipi di scisti e soprattutto scisti quarzitici cloritici. Predominano le filladi di quarzo e gli scisti di quarzo; dal punto di vista idrogeologico vanno citati i corpi carbonatici (marmi calcarei e dolomitici) di poco rilievo e presenti in modo isolato.

Faglie: Dal punto di vista idrogeologico, è possibile la presenza di faglie piccole nonché di faglie fragili non localizzabili appartenenti al sistema di faglie del Wipptal che si estende da nord a sud e da classificare come irrilevanti, sia perché si presentano frequentemente come faglie dirette o normali che per la litologia ricca di scisti e filladi.

Conducibilità idrauliche: la conducibilità dell'ammasso roccioso è generalmente bassa ($K < 10^{-8} \text{ m/s}$), tranne che nelle zone di faglia in cui la conducibilità idraulica potrebbe aumentare leggermente, in particolare nelle zone fratturate (Damage zones). In questo caso, gli ammassi filladici impediscono conducibilità idrauliche maggiori attorno a $10^{-6} \text{ m/s} > K > 10^{-8} \text{ m/s}$. Anche gli eventuali corpi carbonatici presenti possono raggiungere questi livelli di conducibilità idraulica.

Livelli piezometrici: I livelli piezometrici a quota galleria si estendono, in questo settore omogeneo, da 100 a 300m.

Collegamenti idraulici: Data la presenza di ammassi poco permeabili soprattutto con litologie filladiche e l'orientamento piano dell'ammasso (scistosità), il settore omogeneo non presenta collegamenti idraulici (o ne presenta molto pochi) con i corpi d'acqua a poca profondità o con altri elementi idraulici.

Venute d'acqua non stazionarie: In genere, è prevista la presenza di ammassi rocciosi asciutti o con stillicidi, sono possibili alcune singole venute

diskrete Wasserzutritte sind möglich (Klasse: 0 bis 0,2l/s). Die Zutritte nehmen rasch ab.

Homogenbereich 3:

Länge: 650m (TM 13.100 bis TM 13.750)

Der Tunnel quert den Mittelgebirgsbereich, der in diesem Abschnitt durch den bestehenden Erkundungsstollen Innsbruck-Ahrental bereits durchörtert ist und der im Nahbereich des aufzufahrenden Verbindungstunnel liegt.

Lithologie: vorrangig sind Quarzphyllite, es treten auch verschiedene Formen von Schiefern auf, es überwiegen die Quarzschiefer und Chloritschiefer; aus hydrogeologischer Sicht sind die sehr untergeordnet und als isoliert auftretende Karbonatkörper (Kalk- und Dolomitmarmore) zu erwähnen.

Störungen: Aus hydrogeologischer Sicht sind Kleinstörungen bzw. nicht lokalisierbare spröde Störungen des Nord-Süd streichenden Wipptal Störungssystems möglich, die aufgrund ihres abschiebenden Charakters, der schiefer- und phyllitreichen Lithologien als nicht relevant eingestuft werden.

Hydraulische Durchlässigkeiten: generell liegen gering durchlässige Gesteine ($K < 10^{-8} \text{ m/s}$) vor, ausgenommen in den Störungszonen, in denen die hydraulischen Durchlässigkeiten insbesondere in den aufgelockerten Bereichen (Damage zones) leicht ansteigen können. Dabei verhindern aber die phyllitischen Gesteine größere hydraulische Durchlässigkeiten, welche im Bereich von $10^{-6} \text{ m/s} > K > 10^{-8} \text{ m/s}$ liegen. Ebenso können eventuell vorkommende Karbonatkörper letztgenannte hydraulische Durchlässigkeiten erreichen.

Hydraulische Druckhöhen: Die hydraulischen Druckhöhen auf Tunnelniveau erreichen in diesem Homogenbereich 100 bis 300m, da trotz der Nähe und der dränierenden Wirkung des Erkundungstunnels, aber aufgrund der geringen hydraulischen Durchlässigkeiten von steilen Absenkrichtern um bestehende Tunnel

d'acqua di dimensioni ridotte e portata limitata (Classe: da 0 a 0,2l/s). Le venute d'acqua diminuiscono rapidamente.

Settore omogeneo 3:

Lunghezza: 650m (da TM 13.100 fino a TM 13.750)

La galleria attraversa la zona dell'altopiano che in questo tratto è già intersecato dal cunicolo esplorativo Innsbruck-Ahrental e si trova nelle vicinanze della galleria di interconnessione ancora da scavare.

Litologie: predominano le filladi di quarzo ma sono presenti anche diverse forme scistose, soprattutto scisti quarzose e cloritici; dal punto di vista idrogeologico vanno citati i corpi carbonatici (marmi calcarei e dolomitici) di poco rilievo e presenti in modo isolato.

Faglie: Dal punto di vista idrogeologico, è possibile la presenza di faglie piccole nonché di faglie fragili non localizzabili appartenenti al sistema di faglie del Wipptal che si estende da nord a sud e da classificare come irrilevanti, sia perché si presentano frequentemente come faglie dirette o normali che per la litologia ricca di scisti e filladi.

Conducibilità idrauliche: la conducibilità dell'ammasso roccioso è generalmente bassa ($K < 10^{-8} \text{ m/s}$), tranne che nelle zone di faglia in cui la conducibilità idraulica potrebbe aumentare leggermente, in particolare nelle zone fratturate (Damage zones). In questo caso tuttavia gli ammassi filladici impediscono conducibilità idrauliche maggiori attorno a $10^{-6} \text{ m/s} > K > 10^{-8} \text{ m/s}$. Anche gli eventuali corpi carbonatici presenti possono raggiungere questi livelli di conducibilità idraulica.

Livelli piezometrici: I livelli piezometrici a quota galleria variano, in questo settore omogeneo, da 100 a 300m, dato che nonostante la vicinanza e l'effetto drenante del cunicolo esplorativo, vista la bassa conducibilità idraulica si presume la presenza di stretti coni di depressione attorno alle

ausgegangen wird.

Hydraulische Verbindungen: Der Homogenbereich weist aufgrund des Vorkommens von gering durchlässigen Gesteinen insbesondere der phyllitreichen Lithologien und der flachen Lagerung des Gebirgsbaus (Schieferung) keine bis geringe hydraulische Verbindungen mit seicht liegenden Grundwasserkörpern bzw. hydraulischen Elementen auf.

Instationäre Wasserzutritte: Es wird großteils von trockenen Gebirgsverhältnissen bis Tropfwasser ausgegangen, (Klasse: 0 bis 0,2l/s). Einzelne leicht rinnende kleine diskrete Wasserzutritte sind möglich (Klasse: >0,2 bis 2l/s). Die Zutritte nehmen rasch ab.

5.2.2 Stationäre Abflüsse

Wie die bereits aufgefahrenden Tunnel zeigen, sind auch bei anfänglich größeren instationären Wasserzutritten ($Q > 1\text{l/s}$) die stationären Wasserzutritte gering. Eine Ausnahme können dabei Wasserzutritte aus Karbonatkörpern sein, deren Erstreckung als gering prognostiziert werden.

Wie in der Zeile 32 des Profils Verbindungstunnel Ost angeführt, werden die stationären Wasserzutritte für das Bauwerk mit $Q_{\text{stat}} < 3\text{l/s}$ prognostiziert. Diesbezüglich handelt es sich um einen Maximalwert, der insbesondere dem eventuellen Auftreten von Karbonatkörpern Rechnung trägt.

gallerie esistenti.

Collegamenti idraulici: Data la presenza di ammassi poco permeabili soprattutto con litologie filladiche e l'orientamento piano dell'ammasso (scistosità), il settore omogeneo non presenta collegamenti idraulici (o ne presenta molto pochi) con i corpi d'acqua a poca profondità o con altri elementi idraulici.

Venute d'acqua non stazionarie: In genere, è prevista la presenza di ammassi rocciosi asciutti o con stillicidi (Classe: da 0 a 0,2l/s). Sono possibili alcune singole venute d'acqua di dimensioni ridotte e portata limitata (Classe: da >0,2 a 2l/s). Le venute d'acqua diminuiscono rapidamente.

5.2.2 Deflussi in regime stazionario

Come è dimostrato dalle gallerie già scavate, anche in caso di venute d'acqua a regime transitorio inizialmente più elevate ($Q > 1\text{l/s}$), le venute d'acqua in regime stazionario sono modeste. Un'eccezione potrebbe essere rappresentata unicamente dalle venute d'acqua provenienti da corpi carbonatici, di cui è prevista un'estensione limitata.

Come indicato nella riga 32 del profilo "galleria di collegamento est", si prevedono venute d'acqua in regime stazionario per l'opera pari a $Q_{\text{stat}} < 3\text{l/s}$. Si tratta di un valore massimo che tiene conto soprattutto dell'eventuale presenza di corpi carbonatici.

6 VERBINDUNGSTUNNEL WEST

6.1 GEOLOGISCHE PROGNOSE

6.1.1 Abschnitt von km 10+578 bis 11+740 ca.: „Hangende Serie“ der Innsbrucker Quarzphyllitzone

- **Grundlagen der geologischen Prognose**

Die Prognose beruht dabei sowohl auf den Ergebnissen der Erkundungen aus der Einreichphase des Brenner-Basistunnels, der baugeologischen Dokumentation des Inntaltunnels, als auch auf den 2009 durchgeführten Erkundungsbohrungen im Bereich Lans.

- **Lithologische Beschreibung**

In diesem Abschnitt wird übergeordnet Innsbrucker Quarzphyllit mit quarzitisch-gneisigen Lagen prognostiziert. Untergeordnet treten Einschaltungen von Grünschiefern und Chloritschiefern, sowie von Porphyroiden und Graphitphylliten auf. Karbonateinlagerungen in Form von grauen und weißen Kalk- und Dolomitmarmoren treten im Quarzphyllit als dm- bis m-mächtige schieferungsparallele Lagen sowie als bis zu mehrere m-mächtige linsenförmige Körper auf.

- **Strukturen und Störungen**

Der metamorphe Lagebau wird von offenen Falten mit flachen nach WSW einfallenden Faltenachsen (F4a-IQP Falten) großräumig verfaltet. Die dominante S3-IQP Schieferung besitzt eine flache bis mäßig nach NW bis SW einfallende Orientierung. Abschnittsweise wird dieses Gefüge von einer nach NW bis W einfallenden Scherbandschieferung überprägt.

Größere zu erwartende Sprödstörungen in diesem Homogenbereich lassen sich in folgende Störungssysteme gliedern:

- Wipptal Störungssystem (AS): IT-10623, IT-10706, IT-11153
- Halsl Störungssystem: IT-11417, IT-11543

6 GALLERIA DI COLLEGAMENTO OVEST

6.1 PREVISIONE GEOLOGICA

6.1.1 Tratto dal km 10+578 al km 11+740 ca.: "Serie a tetto" della Fillade quarzifera di Innsbruck

- **Basi della previsione geologica**

La previsione si basa sia sui risultati delle prospezioni effettuate in fase di progettazione definitiva della Galleria di Base del Brennero, sia sulla documentazione geologico-costruttiva della galleria dell'Inntal sia sui sondaggi geognostici eseguiti nella zona di Lans nel 2009.

- **Descrizione litologia**

Per questa sezione si prevede prevalentemente la presenza della fillade quarzifera di Innsbruck con strati quarzitico-gneissici. In modo subordinato sono presenti delle intercalazioni di scisti verdi e scisti cloritici nonché di porfiroidi e di fillade grafitica. Nella fillade quarzifera sono presenti delle intercalazioni carbonatiche di marmi calcarei e dolomitici grigi e bianchi sotto forma di strati paralleli alla scistosità con spessori tra decimetri e metri nonché sotto forma di corpi lenticolari con spessore fino a diversi metri.

- **Strutture e faglie**

La stratificazione metamorfica viene ripiegata su larga scala presso le pieghe aperte le cui assi di piega (F4a-IQP pieghe) si immergono con pendenza ridotta verso WSW. La scistosità dominante S3-IQP presenta un orientamento che si immerge con pendenza da ridotta a moderata in direzione da NW a SW. In singoli tratti tale struttura viene sovrainpressa da scistosità di shearband immergente verso NW-W.

In questa zona omogenea si prevedono delle faglie fragili di entità maggiore che possono essere suddivise nei sistemi di faglie di seguito indicate:

- Sistema di faglie Wipptal (AS): IT-10623, IT-10706, IT-11153
- Sistema di faglie Halsl: IT-11417, IT-11543

- Lanserbach Störungssystem: IT-10888, IT-10922, IT-10949

- Sistema di faglie Lanserbach: IT-10888, IT-10922, IT-10949

6.1.2 Abschnitt von km 11+740 bis 12+790 ca.:
Höher metamorpher Anteil der Innsbrucker Quarzphyllitzone mit gehäuftem Auftreten von Grünschiefer

6.1.2 Tratto dal km 11+740 al km 12+790 ca.:
Settore di grado metamorfico più elevato della Zona delle Filladi quarzifere di Innsbruck con presenza più frequente di scisti verdi

• **Grundlagen der geologischen Prognose**

• **Basi della previsione geologica**

Die Prognose beruht dabei sowohl auf den Ergebnissen der Erkundungen aus der Einreichphase des Brenner-Basistunnels, als auch der 2009 durchgeführten Erkundungsbohrungen im Bereich Lans.

La previsione si basa sia sui risultati delle prospezioni effettuate in fase di progettazione definitiva della Galleria di Base del Brennero sia sui sondaggi geognostici eseguiti nella zona di Lans nel 2009.

Zwischen km 12,1 und 12,9 ca. unterfährt der Tunnel die quartärbedeckte Senke von Vill – Lanser See. Hier ist die Lage der Felsoberkante durch die 2009 abgeteufte Erkundungsbohrungen ausreichend erkundet worden.

Tra il km 12,1 e il km 12,9 ca., la galleria sottopassa l'avvallamento di Vill-Lansersee, coperto da depositi quaternari. In questa zona il bordo superiore della roccia è stato soggetto a vaste ricognizione attraverso i sondaggi geognostici eseguiti nel 2009.

• **Lithologische Beschreibung**

• **Descrizione litologia**

Im diesem Teilstück treten neben Quarzphyllit auch Biotitschiefer und Glimmerschiefer, sowie quarzitisch-gneisige Lagen auf. Daneben ist mit einem grünschieferreichen Abschnitt zwischen km 12,0 bis 12,5 zu rechnen. In der Bohrung La-B-03/09 wurden Metabasit-Horizonte (Grünschiefer, Chloritschiefer, Chloritphyllit) mit Mächtigkeiten von wenigen Metern bis ca. 20 m angetroffen. Falls diese nicht durch Scherbahnen oder Sprödstörungen vom Quarzphyllit getrennt sind, zeigen die Metabasit-Einschaltungen kontinuierliche Übergänge in den Quarzphyllit. Untergeordnet können Einschaltungen von Graphitphyllit und Porphyroiden, sowie Einlagerungen von dm- bis m-mächtigen Kalk- und Dolomitmarmoren auftreten.

In questo tratto sono presenti, oltre alla fillade quarzifera, anche scisti biotitici e micascisti nonché strati quarzitico-gneissici. Si prevede anche un tratto ricco di scisti verdi tra il km 12,0 e il km 12,5. Nel sondaggio La-B-03/09 sono stati intercettati degli orizzonti di metabasiti (scisti verdi, scisti cloritici, fillade cloritica) con spessori da pochi metri fino a circa 20 m. Dove questi orizzonti non sono separati dalla fillade quarzifera a causa della presenza di vie di taglio o faglie fragili, le intercalazioni di metabasiti presentano dei passaggi continui verso la fillade quarzifera. In via subordinato è possibile la presenza di intercalazioni di fillade grafitica e porfiroidi nonché di intercalazioni di marmi calcarei e dolomitici con spessori tra decimetri e metri.

In der Bohrung La-B-03/09 bzw. La-B-05/09 wurden Graphitphyllit- bzw. Gneisabschnitte bis zu einer Mächtigkeit von ca. knapp 10 m durchörtet.

Nei sondaggi La-B-03/09 e La-B-05/09 sono stati attraversati tratti di fillade grafitica e di gneiss con uno spessore poco inferiore ai 10 m circa.

Die Grenze zwischen typischen Quarzphylliten und Biotitschiefern/Glimmerschiefern ist fließend, und daher ist auch die Prognose der Homogenbereichsgrenzen mit Unsicherheit

Il passaggio tra le filladi quarzifere tipiche e gli scisti biotitici / micascisti è continuo e pertanto la previsione dei confini delle zone omogenee presenta delle incertezze.

behaftet.

- **Strukturen und Störungen**

Der metamorphe Lagebau wird von offenen Falten mit flachen nach WSW einfallenden Faltenachsen (F4a-IQP Falten) großräumig verfaltet. Die dominante S3-IQP Schieferung besitzt eine flache bis mäßig nach NW bis SW einfallende Orientierung. Abschnittsweise wird dieses Gefüge von einer nach NW bis W einfallenden Scherbandschieferung überprägt.

Größere zu erwartende Sprödstörungen in diesem Homogenbereich lassen sich in folgende Störungssysteme gliedern:

- Wipptal Störungssystem: IT-11943
- Halsl Störungssystem: IT-12051

Es ist zu beachten, dass zwischen km 12,0 und 12,9 weitere Störungszonen unterschiedlicher Systeme auftreten können, welche jedoch nicht näher lokalisierbar sind (siehe Geotechnischer Längenschnitt Zeile 26).

6.1.3 Abschnitt von km 12+790 bis 14+957 ca.: „Hangende Serie“ der Innsbrucker Quarzphyllitzone

- **Grundlagen der geologischen Prognose**

Die Prognose beruht dabei sowohl auf den Ergebnissen der Erkundungen aus der Einreichphase des Brenner-Basistunnels, als auch insbesondere die im Zuge des Vortriebes des Erkundungsstollens Innsbruck-Ahrental gewonnenen Erkenntnisse.

- **Lithologische Beschreibung**

In diesem Abschnitt wird übergeordnet Innsbrucker Quarzphyllit mit quarzitisches-gneisigen Lagen prognostiziert. Untergeordnet können Einschaltungen von Metabasiten (Grünschiefer, Chloritschiefer), Graphitphyllit sowie von Kalk-Dolomitmarmor und Porphyroid auftreten.

Der Erkundungsstollen zeigt in diesem Abschnitt monotone Abfolgen von Quarzphyllit mit

- **Strutture e faglie**

La stratificazione metamorfica viene ripiegata su larga scala presso le pieghe aperte le cui assi di piega (F4a-IQP pieghe) si immergono con pendenza ridotta verso WSW. La scistosità dominante S3-IQP presenta un orientamento che si immerge con pendenza da ridotta a moderata in direzione da NW a SW. In singoli tratti tale struttura viene sovrainpressa da scistosità di shearband immergente verso NW-W.

In questa zona omogenea si prevedono delle faglie fragili di entità maggiore che possono essere suddivise nei sistemi di faglie di seguito indicate:

- Sistema di faglie Wipptal: IT-11943
- Sistema di faglie Halsl: IT-12051

Va osservato che tra il km 12,0 ed il km 12,9 è possibile la presenza di ulteriori zone di faglie di sistemi differenti che non sono però localizzabili con maggiore precisione (vedi profilo longitudinale riga 26).

6.1.3 Tratto dal km 12+790 al km 14+957 ca.: "Serie a tetto" della Fillade quarzifera di Innsbruck

- **Basi della previsione geologica**

La previsione si basa sia sui risultati delle prospezioni effettuate in fase di progettazione definitiva della Galleria di Base del Brennero sia sulle conoscenze acquisite nel corso dello scavo del cunicolo esplorativo Innsbruck – Ahrental.

- **Descrizione litologia**

Per questa sezione si prevede prevalentemente la presenza della fillade quarzifera di Innsbruck con strati quarzítico-gneissici. In via subordinata sono possibili delle intercalazioni di metabasiti (scisti verdi, scisti cloritici), fillade grafitica nonché di marmi calcarei-dolomitici e di porfiroidi.

In questa sezione, il cunicolo esplorativo presenta delle sequenze monotone di fillade quarzifera con

quarzitisch-gneisigen Lagen. In der Ortsbrustdokumentation wurden diese als Quarzphyllit und Quarzitschiefer beschrieben. Beide Gesteine kennzeichnen sich durch einen fließenden Übergang ineinander. Die Unterscheidung beider Gesteine liegt dabei in der mengenmäßigen Verteilung an Quarz und Glimmer. Ein höherer Anteil an Quarz und Feldspat gegenüber dem Quarzphyllit bewirkt, dass der Quarzitschiefer eher plattig bricht und eine höhere Gesteinsdruckfestigkeit zeigt.

• Strukturen und Störungen

Der metamorphe Lagebau wird von offenen Falten mit flachen nach WSW einfallenden Faltenachsen (F4a-IQP Falten) großräumig verfaltet. Die dominante S3-IQP Schieferung besitzt eine flache bis mäßig nach NW bis SW einfallende Orientierung. Gegen Ende hin (ab km 14,1 ca.) dreht die Schieferung auf NW. Abschnittsweise wird dieses Gefüge von einer nach NW bis W einfallenden Scherbandschieferung überprägt.

Größere zu erwartende Sprödstörungen in diesem Homogenbereich lassen sich in folgende Störungssysteme gliedern:

- Wipptal Störungssystem: ESI-f1940, ESI-f2088, ESI-f3190, ESI-f3759
- Halsl Störungssystem: ESI-f1913, ESI-f2378
- Ahrental Störungssystem: ESI-2694, ESI-f3630, ESI-3663

Als bedeutende Störungszone wird die parallel bis schräg zur Tunnelachse orientierte Störungszone ESI-f2088 (SZ-IQP-AS1) prognostiziert, eine NE-fallende Störung mit vermutlich abschiebendem Versatz. Im Erkundungsstollen wurde in diesem Bereich über einen längeren Zeitraum fortlaufend druckhaftes Gebirgsverhalten mit kriechender Verformung beobachtet.

Bei km 14,7 ca. wird eine flach nach ENE einfallende duktile bis semiduktile Scherzone (ESI-

strati quarzitico-gneissici. Nella documentazione relativa al fronte di scavo esse sono state descritte come fillade quarzifera e scisti quarzitici. Entrambi i litotipi sono caratterizzati da un passaggio fluido tra di loro. La differenza tra i due litotipi è data dalla ripartizione quantitativa di quarzo e mica. Una aliquota più elevata di quarzo e feldspati rispetto alla fillade quarzifera comporta che gli scisti quarzitici frantumano in modo piuttosto piastriforme e presentano una più elevata resistenza alla compressione dell'ammasso roccioso.

• Strutture e faglie

La stratificazione metamorfica viene ripiegata su larga scala presso le pieghe aperte le cui assi di piega (F4a-IQP pieghe) si immergono con pendenza ridotta verso WSW. La scistosità dominante S3-IQP presenta un orientamento che si immerge con pendenza da ridotta a moderata in direzione da NW a SW. Verso la fine (a partire dal km 14,1 ca.) la scistosità si gira verso NW. In singoli tratti tale struttura viene sovrainpressa da scistosità di shearband immergente verso NW-W.

In questa zona omogenea si prevedono delle faglie fragili di entità maggiore che possono essere suddivise nei sistemi di faglie di seguito indicate:

- Sistema di faglie Wipptal: ESI-f1940, ESI-f2088, ESI-f3190, ESI-f3759
- Sistema di faglie Halsl: ESI-f1913, ESI-f2378
- Sistema di faglie Ahrental: ESI-2694, ESI-f3630, ESI-3663

Si prevede una zona di faglia importante ovvero la zona di faglia ESI-f2088 (SZ-IQP-AS1) con orientamento da parallelo a inclinato rispetto all'asse della galleria; è una faglia immergente verso NE con possibile dislocazione di faglia normale. Nel cunicolo esplorativo è stato osservato, per il tratto in oggetto e per un periodo prolungato, un comportamento dell'ammasso roccioso continuamente spingente con deformazioni scorrenti.

Al km 14,7 ca. si prevede una zona di taglio (ESI-f3325) da duttile a semiduttile che si immerge con

f3325) mit vermutlich abschiebendem Versatz prognostiziert.

Daneben können in diesem Abschnitt weitere Störungszonen unterschiedlicher Systeme auftreten, welche jedoch nicht näher lokalisierbar sind (siehe Geotechnischer Längenschnitt Zeile 26).

6.1.4 Orientierung der Störungen in Bezug auf die Tunnelachse des Verbindungstunnels West

In Abbildung 21 und 22 werden die räumlichen Orientierungen der prognostizierten Störungssysteme in Bezug auf die Tunnelachse der Verbindungstunnel West (und Ost) in der Lagekugeldarstellung abgebildet.

Wipptal Störungssystem (AS, grüne Fläche; flach bis steil W- und E-fallend): Die Orientierung der Störung (Abschiebungen) zum Hohlraum ist im Nordabschnitt querschlägig und im Südabschnitt parallel bis schräg.

Halsl Störungssystem (HS, rote Farbe; NW-SE-streichend, saiger bis steil SW- und NE-fallend): schleifende bis schräge Orientierung zum Hohlraum im Nordabschnitt und parallele bis schleifende Orientierung im Südabschnitt.

Inntal Störungssystem (IT, gelbe Fläche; NE-SW-streichend, saiger bis steil SE- und NW-fallend): Dieses Störungssystem ist nur im Nordabschnitt zu erwarten. Die Orientierung der Störung zum Tunnel ist dabei parallel bis schleifend.

Ahrental Störungssystem (A, blaue Fläche; flach bis mittelsteil NW-fallend): parallele bis schleifende Orientierung zum Hohlraum im Nordabschnitt und schräge bis querschlägige Orientierung im Südabschnitt.

pendenza ridotta verso ENE con presumibile dislocazione di faglia normale.

In questa sezione è possibile la presenza di ulteriori zone di faglie di sistemi differenti che non sono però localizzabili con precisione (vedi profilo longitudinale riga 26).

6.1.4 Orientamento delle faglie rispetto all'asse della galleria di collegamento Ovest

Nelle fig. 21 ed 22 sono rappresentati gli orientamenti spaziali dei sistemi di faglie previsti rispetto all'asse di galleria delle gallerie di collegamento ovest (ed est) sotto forma di rappresentazioni stereografiche (reticolo equiareale di Schmidt).

Sistema di faglia della Wipptal (AS, area verde; immergente con pendenza da ridotta a elevata verso ovest ed est): Rispetto alla cavità, la faglia (faglia normale) presenta un orientamento trasversale nel tratto settentrionale e un orientamento da parallelo a inclinato nel tratto meridionale.

Nel caso di sistema di faglie Halsl (HS, rappresentato in rosso; in direzione NO-SE, immergente con pendenza da verticale e ripida in direzione SO e NE): rispetto alla cavità, presentano un orientamento da sub parallelo a inclinato nel tratto settentrionale e un orientamento da parallelo a sub parallelo nel tratto meridionale.

Sistema di faglia della Inntal (IT, area in giallo; in direzione NE-SO, immergente con pendenza da verticale e ripida in direzione SE e NO): Questo sistema di faglie viene pronosticato solo nel tratto settentrionale. Rispetto alla galleria la faglia presenta un orientamento da parallelo a sub parallelo.

Nel caso del sistema di faglie Ahrental (A, rappresentato in blu) si tratta di faglie che si immergono con pendenza da leggera a mediamente ripida in direzione NO e che, rispetto alla cavità, presentano un orientamento da parallelo a sub parallelo nel tratto settentrionale e un orientamento da inclinato a trasversale nel

tratto meridionale.

Lanserbach Störungssystem (LA, orange Fläche; SE-NW-streichend, mäßig steil bis steil S- und N-fallend): Dieses Störungssystem ist nur im Nordabschnitt zu erwarten. Die Orientierung der Störung zum Tunnel ist dabei schleifend.

Sistema di faglie Lanserbach (LA, area in arancione; direzione SE-NO, pendenza da moderatamente elevata fino a subverticale in direzione S e N): Questo sistema di faglie viene pronosticato solo nel tratto settentrionale. Rispetto alla galleria la faglia presenta un orientamento sub parallelo.

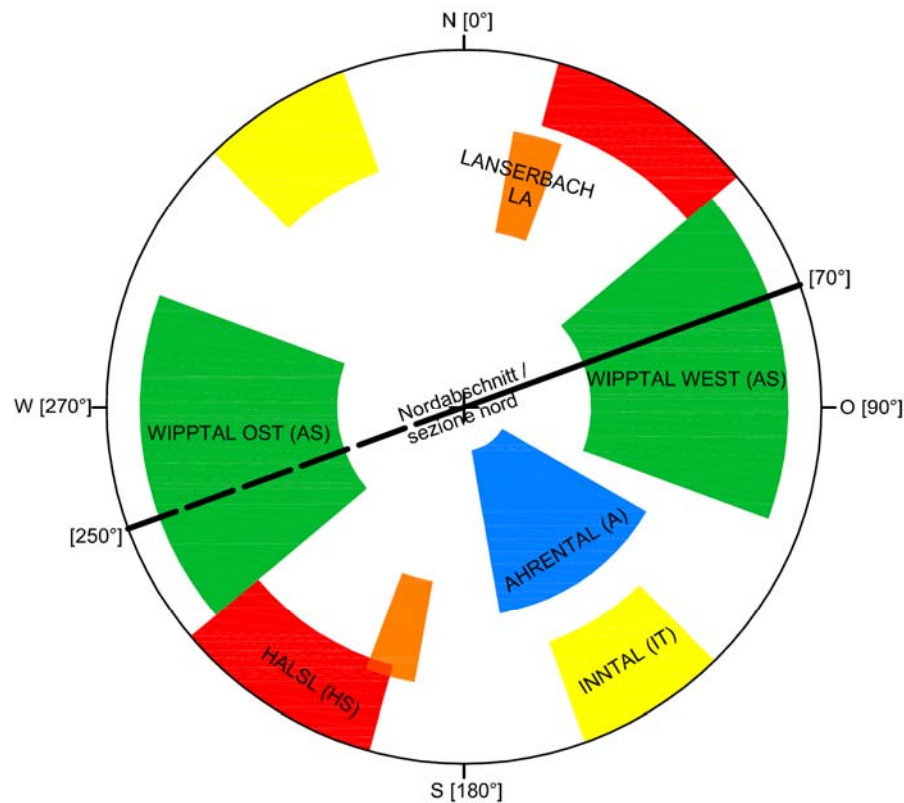


Abb. 21 Lagekugeldarstellung mit aufgetragenen Störungszonen Verbindungstunnel Nordabschnitt

Fig. 21 Rappresentazione stereografica (reticolo equiareale di Schmidt) delle zone di faglie presenti nel tratto settentrionale delle gallerie di collegamento

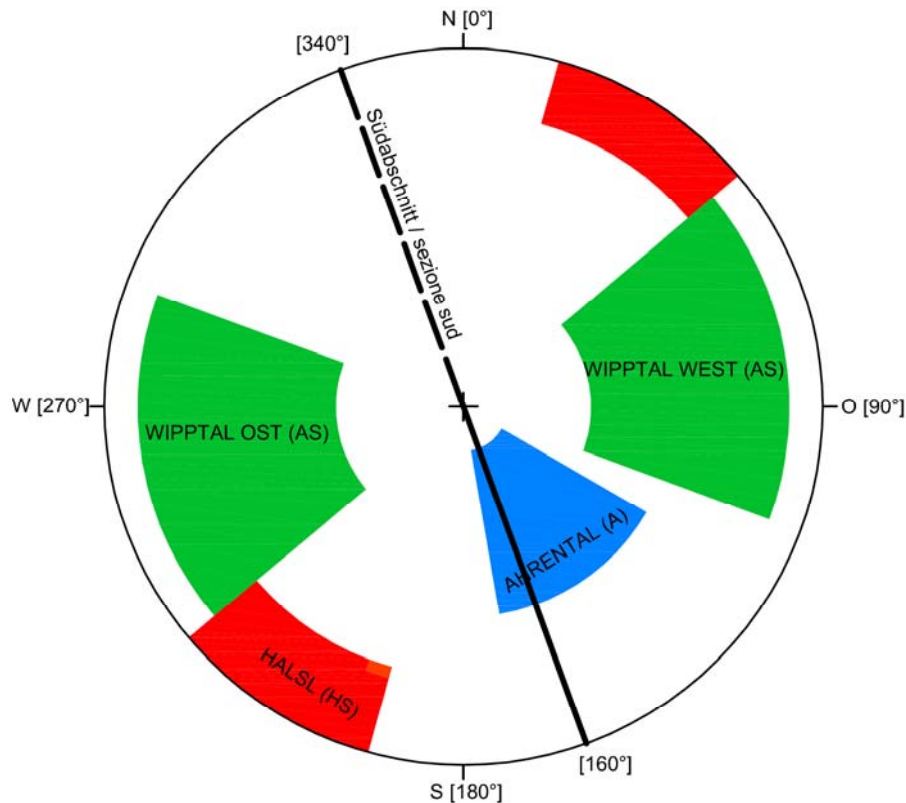


Abb. 22 Lagekugeldarstellung mit aufgetragenen Störungszonen Verbindungstunnel Südabschnitt

Fig. 22 Rappresentazione stereografica (reticolo equiareale di Schmidt) delle zone di faglie presenti nel tratto meridionale delle gallerie di collegamento

6.2 HYDROGEOLOGISCHE PROGNOSE

Bei den Prognosen der instationären und stationären Zutritte handelt es sich um Mengen, die bei Auffahren des behandelten Tunnels zu erwarten sind, die jedoch abhängig vom Bauablauf, durch das gleichzeitige oder vorzeitige Auffahren anderer Röhren beeinflusst werden, und dahingehend eine weitere Reduzierung erfahren können.

6.2.1 Hydrogeologische Homogenbereiche

Zur Ermittlung der Wasserzutritte im Tunnel wird die Trasse des Verbindungstunnels West in folgende hydrogeologische Abschnitte unterteilt. Die Homogenbereiche sind im geologischen Längsschnitt in der Zeile 26 Hydrogeologische Homogenbereiche dargestellt.

Homogenbereich 1:

Länge: 1375m (TM 10.575 bis TM 11.950)

Lage des Tunnels: Der Tunnel liegt bergseitig bzw. im Nahbereich des bereits bestehenden,

6.2 PREVISIONE IDROGEOLOGICA

Le previsioni delle venute in regime stazionario e non stazionario forniscono dei valori sulle quantità di acqua da aspettarsi durante i lavori di scavo della galleria in oggetto; tuttavia dipendono dallo svolgimento dei lavori, possono variare conseguentemente all'avanzamento contemporaneo o precedente su altri fronti e di conseguenza diminuire ulteriormente.

6.2.1 Settori idrogeologici omogenei

Per determinare le venute d'acqua in galleria, il tracciato della galleria di connessione ovest viene suddivisa nei seguenti settori idrogeologici. I settori omogenei sono rappresentati nel profilo geologico alla riga 26 - Settori Idrogeologici Omogenei.

Settore omogeneo 1:

Lunghezza: 1375m (da progr. 10.575 fino a progr. 11.950)

Ubicazione della galleria: La galleria si trova a monte e/o nelle vicinanze della galleria già

dränierend wirkenden Tunnels „Umfahrung Innsbruck“. Aus geologischer Sicht liegt der Tunnelabschnitt in einem Gebirge, das durch den Umfahrungstunnel bereits durchörtert wurde. Einzelne tektonische Strukturen, welche durch den Umfahrungstunnel aufgeföhren wurden, werden auch im Verbindungstunnel West prognostiziert.

Lithologie: vorrangig sind Quarzphyllite und Quarzschiefer, aus hydrogeologischer Sicht sind die untergeordnet und als isoliert auftretende Karbonatkörper (Kalk-und Dolomitmarmore) zu erwöhnen.

Störungen: Aus hydrogeologischer Sicht dominieren Störungen mit NW-SE Streichen, die aufgrund ihres abschiebenden Charakters, der schiefer- und phyllitreichen Lithologien und der Nähe des bereits dränierend wirkenden Tunnels als nicht relevant eingestuft werden.

Hydraulische Durchlässigkeiten: generell liegen gering durchlässige Gesteine ($K < 10^{-8} \text{ m/s}$) vor, ausgenommen in den Störungszonen, in denen die hydraulischen Durchlässigkeiten insbesondere in den aufgelockerten Bereichen (Damage zones) leicht ansteigen können. Dabei verhindern aber die phyllitischen Gesteine größere hydraulische Durchlässigkeiten, welche im Bereich ($10^{-6} \text{ m/s} > K > 10^{-8} \text{ m/s}$) liegen. Ebenso können eventuell vorkommende Karbonatkörper letztgenannte hydraulische Durchlässigkeiten erreichen.

Hydraulische Druckhöhen: Die hydraulischen Druckhöhen auf Tunnelniveau erreichen in diesem Homogenbereich aufgrund der Nähe des dränierend wirkenden Tunnels der Umfahrung Innsbruck 0 - 100m. Sobald der Tunnel den Einwirkungsbereich des bestehenden Tunnels verläßt, können die Wasserdrucke der sehr gering ergiebigen Formationswasservorkommen auch darüber liegen (Klasse >100-300m).

Hydraulische Verbindungen: Der Homogenbereich weist aufgrund des Vorkommens von gering durchlässigen Gesteinen insbesondere der phyllitreichen Lithologien und der flachen Lagerung des Gebirgsbaus (Schieferung) keine bis geringe hydraulische Verbindungen mit seicht liegenden

esistente e drenante della circonvallazione di Innsbruck. Dal punto di vista geologico il tratto di galleria si trova in un ammasso roccioso che è già stato attraversato dalla galleria della circonvallazione. Alcune singole strutture tettoniche intersecate dalla galleria di circonvallazione sono previste anche per lo scavo della galleria di interconnessione.

Litologia: sono prevalenti le filladi di quarzo e gli scisti di quarzo; dal punto di vista idrogeologico vanno citati i corpi carbonatici (marmi calcarei e dolomitici) di poco rilievo e presenti in modo isolato.

Faglie: Dal punto di vista idrogeologico dominano le faglie con andamento NW-SE, che per le loro caratteristiche di faglie dirette o normali, le litologie scistose e filladiche e la vicinanza della galleria che già esercita un effetto drenante sono da considerarsi irrilevanti.

Conducibilità idrauliche: la conducibilità dell'ammasso roccioso è generalmente bassa ($K < 10^{-8} \text{ m/s}$), tranne che nelle zone di faglia in cui la conducibilità idraulica potrebbe aumentare leggermente, in particolare nelle zone fratturate (Damage zones). In questo caso, gli ammassi filladici impediscono conducibilità idrauliche maggiori attorno a $10^{-6} \text{ m/s} > K > 10^{-8} \text{ m/s}$. Anche gli eventuali corpi carbonatici presenti possono raggiungere questi livelli di conducibilità idraulica.

Livelli piezometrici: I livelli piezometrici a quota galleria si estendono, in questo settore omogeneo, da 0 a 100m a causa della vicinanza della galleria della circonvallazione di Innsbruck che ha un effetto drenante. Non appena la galleria lascia l'area d'influenza della circonvallazione, i livelli dei corpi idrici presenti e dalla portata molto bassa possono essere anche superiori (Classe >100-300m).

Collegamenti idraulici: Data la presenza di ammassi poco permeabili soprattutto con litologie filladiche e l'orientamento piano dell'ammasso (scistosità), il settore omogeneo non presenta collegamenti idraulici (o ne presenta molto pochi) con i corpi d'acqua a poca profondità o con altri

Grundwasserkörpern bzw. hydraulischen Elementen auf. elementi idraulici.

Instationäre Wasserzutritte: Es wird großteils von trockenen Gebirgsverhältnissen ausgegangen. Tropfwasser bis einzelne leicht rinnende Wasserzutritte sind möglich (Klasse: 0 bis 0,2 l/s). Die Zutritte nehmen rasch ab. Trotz der Nähe des dränierend wirkenden Tunnels der Umfahrung Innsbruck aber aufgrund der geringen hydraulischen Durchlässigkeiten und damit gering weiten Absenkbereiche von Tunnelbauwerken werden auch Zutritte prognostiziert, die insbesondere auch beim Vorkommen von nicht dränierten Karbonatlinsen kurzfristig (einige Tage) mehrere l/s erreichen können.

Homogenbereich 2:

Länge: 950m (TM 11.950 bis TM 12.900)

Der Tunnel quert den Mittelgebirgsbereich, der in diesem Abschnitt durch keinen bestehenden Tunnel durchörtert ist. Aus geologischer Sicht liegt der Tunnelabschnitt jedoch in einem Gebirge, das durch die nahe gelegenen Tunneln ausreichend bekannt ist.

Lithologie: vorrangig sind verschiedene Formen von Schiefen, es überwiegen die Quarzschiefer und Chloritschiefer. Dominant sind auch Quarzphyllite und Quarzschiefer; aus hydrogeologischer Sicht sind die sehr untergeordnet und als isoliert auftretenden Karbonatkörper (Kalk- und Dolomitmarmor) zu erwähnen.

Störungen: Aus hydrogeologischer Sicht sind Kleinstörungen bzw. nicht lokalisierbare spröde Störungen des Nord-Süd streichenden Wipptal Störungssystems möglich, die aufgrund ihres abschiebenden Charakters, der schiefer- und phyllitreichen Lithologien als hydraulisch nicht relevant eingestuft werden.

Hydraulische Durchlässigkeiten: generell liegen gering durchlässige Gesteine ($K < 10^{-8}$ m/s) vor, ausgenommen in den Störungszonen, in denen die hydraulischen Durchlässigkeiten insbesondere in

Venute d'acqua non stazionarie: In genere, è prevista la presenza di ammassi rocciosi asciutti. Sono possibili anche stillicidi oppure singole venute d'acqua di portata limitata (Classe: da 0 a 0,2 l/s). Le venute d'acqua diminuiscono rapidamente. Nonostante la vicinanza della galleria della circonvallazione di Innsbruck abbia un effetto drenante, a causa delle basse conducibilità idrauliche e le conseguenti ridotte dimensioni delle aree di abbassamento delle opere in galleria, sono previste anche venute che soprattutto in presenza di lenti carbonatiche non drenate potrebbero per un breve periodo (alcuni giorni) raggiungere portate di diversi l/s.

Settore omogeneo 2:

Lunghezza: 950m (da progr. 11.950 fino a progr. 12.900)

La galleria attraversa la zona dell'altopiano che in questo tratto non è intersecato da alcuna galleria già esistente. Dal punto di vista geologico tuttavia il tratto di galleria passa per un ammasso roccioso le cui caratteristiche sono sufficientemente note grazie alle gallerie nelle vicinanze.

Litologie: sono prevalenti i diversi tipi di scisti e soprattutto scisti quarzatici cloritici. Predominano le filladi di quarzo e gli scisti di quarzo; dal punto di vista idrogeologico vanno citati i corpi carbonatici (marmi calcarei e dolomitici) di poco rilievo e presenti in modo isolato.

Faglie: Dal punto di vista idrogeologico, è possibile la presenza di faglie piccole nonché di faglie fragili non localizzabili appartenenti al sistema di faglie del Wipptal che si estende da nord a sud e da classificare come irrilevanti, sia perché si presentano frequentemente come faglie dirette o normali che per la litologia ricca di scisti e filladi.

Conducibilità idrauliche: la conducibilità dell'ammasso roccioso è generalmente bassa ($K < 10^{-8}$ m/s), tranne che nelle zone di faglia in cui la conducibilità idraulica potrebbe aumentare

den aufgelockerten Bereichen (Damage zones) leicht ansteigen können. Dabei verhindern aber die phyllitischen Gesteine größere hydraulische Durchlässigkeiten, welche im Bereich von $10\text{-}6\text{m/s} > K < 10\text{-}8\text{m/s}$ liegen. Ebenso können eventuell vorkommende Karbonatkörper letztgenannte hydraulische Durchlässigkeiten erreichen.

Hydraulische Druckhöhen: Die hydraulischen Druckhöhen auf Tunnelniveau erreichen in diesem Homogenbereich 100 bis 300m.

Hydraulische Verbindungen: Der Homogenbereich weist aufgrund des Vorkommens von gering durchlässigen Gesteinen insbesondere der phyllitreichen Lithologien und der flachen Lagerung des Gebirgsbaus (Schieferung) keine bis geringe hydraulische Verbindungen mit seicht liegenden Grundwasserkörpern bzw. hydraulischen Elementen auf.

Instationäre Wasserzutritte: Es wird großteils von trockenen Gebirgsverhältnissen bis Tropfwasser ausgegangen, einzelne leicht rinnende kleine diskrete Wasserzutritte sind möglich (Klasse: 0,2 bis 0,2 l/s). Die Zutritte nehmen rasch ab.

Homogenbereich 3:

Länge: 1.600m (TM 12.900 bis 14.500)

Der Tunnel quert den Mittelgebirgsbereich, der in diesem Abschnitt durch den bestehenden Erkundungsstollen Innsbruck-Ahrental bereits durchörtert ist und im Nahbereich zum aufzufahrenden Tunnel liegt.

Lithologie: vorrangig sind Quarzphyllite, es treten auch verschiedene Formen von Schieferen auf (es überwiegen die Quarzschiefer und Chloritschiefer); aus hydrogeologischer Sicht sind die sehr untergeordnet und als isoliert auftretende Karbonatkörper (Kalk- und Dolomitmarmore) zu erwähnen.

Störungen: Aus hydrogeologischer Sicht sind Kleinstörungen bzw. nicht lokalisierbare spröde Störungen des Nord-Süd streichenden Wipptal Störungssystems möglich, die aufgrund ihres

leggermente, in particolare nelle zone fratturate (Damage zones). In questo caso, gli ammassi filladici impediscono conducibilità idrauliche maggiori attorno a $10\text{-}6\text{m/s} > K < 10\text{-}8\text{m/s}$. Anche gli eventuali corpi carbonatici presenti possono raggiungere questi livelli di conducibilità idraulica.

Livelli piezometrici: I livelli piezometrici a quota galleria si estendono, in questo settore omogeneo, da 100 a 300m.

Collegamenti idraulici: Data la presenza di ammassi poco permeabili soprattutto con litologie filladiche e l'orientamento piano dell'ammasso (scistosità), il settore omogeneo non presenta collegamenti idraulici (o ne presenta molto pochi) con i corpi d'acqua a poca profondità o con altri elementi idraulici.

Venute d'acqua non stazionarie: In genere, è prevista la presenza di ammassi rocciosi asciutti o con stillicidi, sono possibili alcune singole venute d'acqua di dimensioni ridotte e portata limitata (Classe: da 0,2 a 0,2 l/s). Le venute d'acqua diminuiscono rapidamente.

Settore omogeneo 3:

Lunghezza: 1.600m (da progr. 12.900 fino a progr. 14.500)

La galleria attraversa la zona dell'altopiano che in questo tratto è già intersecato dal cunicolo esplorativo Innsbruck-Ahrental esistente e si trova nelle vicinanze della galleria ancora da scavare.

Litologie: predominano le filladi di quarzo ma sono presenti anche diverse forme scistose (soprattutto scisti quarzitici cloritici); dal punto di vista idrogeologico vanno citati i corpi carbonatici (marmi calcarei e dolomitici) di poco rilievo e presenti in modo isolato.

Faglie: Dal punto di vista idrogeologico, è possibile la presenza di faglie piccole nonché di faglie fragili non localizzabili appartenenti al sistema di faglie del Wipptal che si estende da nord a sud e da

abschiebenden Charakters, der schiefer- und phyllitreichen Lithologien als nicht relevant eingestuft werden.

Hydraulische Durchlässigkeiten: generell liegen gering durchlässige Gesteine ($K < 10^{-8} \text{ m/s}$) vor, ausgenommen in den Störungszonen, in denen die hydraulischen Durchlässigkeiten insbesondere in den aufgelockerten Bereichen (Damage zones) leicht ansteigen können. Dabei verhindern aber die phyllitischen Gesteine größere hydraulische Durchlässigkeiten, welche im Bereich von $10^{-6} \text{ m/s} > K > 10^{-8} \text{ m/s}$ liegen. Ebenso können eventuell vorkommende Karbonatkörper letztgenannte hydraulische Durchlässigkeiten erreichen.

Hydraulische Druckhöhen: Die hydraulischen Druckhöhen auf Tunnelniveau erreichen in diesem Homogenbereich 100 bis 300m, da trotz der Nähe und der dränierenden Wirkung des Erkundungstunnels, aber aufgrund der geringen hydraulischen Durchlässigkeiten von steilen Absenkrichtern um bestehende Tunnel ausgegangen wird.

Hydraulische Verbindungen: Der Homogenbereich weist aufgrund des Vorkommens von gering durchlässigen Gesteinen insbesondere der phyllitreichen Lithologien und der flachen Lagerung des Gebirgsbaus (Schieferung) keine bis geringe hydraulische Verbindungen mit seicht liegenden Grundwasserkörpern bzw. hydraulischen Elementen auf.

Instationäre Wasserzutritte: Es wird größtenteils von trockenen Gebirgsverhältnissen bis Tropfwasser ausgegangen, (Klasse: 0 bis $0,2 \text{ l/s}$). Einzelne leicht rinnende kleine diskrete Wasserzutritte sind möglich (Klasse: $>0,2$ bis 2 l/s). Die Zutritte nehmen rasch ab.

Homogenbereich 4:

Länge: 500m (TM 14.500 bis 15.000)

Der Tunnel quert den Hangfuß des Nordabhanges des Patscherkofels, der in diesem Abschnitt durch den bestehenden Erkundungstollen Innsbruck-Ahrental bereits durchörtert ist. Die

klassifizieren als irrelevant, da sie sich häufig als direkte oder normale für die lithologie reiche Schieferung und Fillade.

Conducibilità idrauliche: la conducibilità dell'ammasso roccioso è generalmente bassa ($K < 10^{-8} \text{ m/s}$), tranne che nelle zone di faglia in cui la conducibilità idraulica potrebbe aumentare leggermente, in particolare nelle zone fratturate (Damage zones). In questo caso tuttavia gli ammassi filladici impediscono conducibilità idrauliche maggiori attorno a $10^{-6} \text{ m/s} > K > 10^{-8} \text{ m/s}$. Anche gli eventuali corpi carbonatici presenti possono raggiungere questi livelli di conducibilità idraulica.

Livelli piezometrici: I livelli piezometrici a quota galleria variano, in questo settore omogeneo, da 100 a 300m, dato che nonostante la vicinanza e l'effetto drenante del cunicolo esplorativo, vista la bassa conducibilità idraulica si presume la presenza di stretti coni di depressione attorno alle gallerie esistenti.

Collegamenti idraulici: Data la presenza di ammassi poco permeabili soprattutto con litologie filladiche e l'orientamento piano dell'ammasso (scistosità), il settore omogeneo non presenta collegamenti idraulici (o ne presenta molto pochi) con i corpi d'acqua a poca profondità o con altri elementi idraulici.

Venute d'acqua non stazionarie: In genere, è prevista la presenza di ammassi rocciosi asciutti o con stillicidi (Classe: da 0 a $0,2 \text{ l/s}$). Sono possibili alcune singole venute d'acqua di dimensioni ridotte e portata limitata (Classe: da $>0,2$ a 2 l/s). Le venute d'acqua diminuiscono rapidamente.

Settore omogeneo 4:

Lunghezza: 500m (da progr. 14.500 fino a progr. 15.000)

La galleria attraversa il piede del versante nord del monte Patscherkofel che, in questo tratto, viene già stato attraversato dal cunicolo esplorativo Innsbruck - Ahrental esistente. Le coperture

Überlagerungen steigen in Richtung Süden.

Lithologie: vorrangig sind Quarzphyllite, es treten auch verschiedene Formen von Schieferen auf, dabei überwiegen die Quarzschiefer und Chloritschiefer; aus hydrogeologischer Sicht sind die sehr untergeordnet und als isoliert auftretende Karbonatkörper (Kalk- und Dolomitmarmore) zu erwähnen.

Störungen: Aus hydrogeologischer Sicht sind Kleinstörungen bzw. nicht lokalisierbare spröde Störungen des Nord-Süd streichenden Wipptal Störungssystems möglich sowie einzelne ca. Ost – West streichende Störungen. Generell sind die Störungen aufgrund ihres häufig abschiebenden Charakters, der schiefer- und phyllitreichen Lithologien als nicht relevant einzustufen.

Hydraulische Durchlässigkeiten: generell liegen gering durchlässige Gesteine ($K < 10^{-8} \text{ m/s}$) vor, auch Störzonen sind aufgrund der größeren Überlagerungshöhen und der vorkommenden Lithologien in dieser Größenordnung einzustufen. Dabei verhindern aber die phyllitischen Gesteine größere hydraulische Durchlässigkeiten, welche im Bereich von $10^{-6} \text{ m/s} > K > 10^{-8} \text{ m/s}$ liegen. Ebenso können eventuell vorkommende Karbonatkörper letztgenannte hydraulische Durchlässigkeiten erreichen.

Hydraulische Druckhöhen: Wasser mit äußerst geringer Ergiebigkeit auf Tunnelniveau können in diesem Homogenbereich auch hydraulische Druckhöhen der Klasse > 300 bis 600 m erreichen, da trotz der Nähe und der dränierenden Wirkung des Erkundungstunnels, aber aufgrund der großen Überlagerungen und der geringen hydraulischen Durchlässigkeiten von sehr steilen Absenktrichtern um bestehende Tunnel ausgegangen wird.

Hydraulische Verbindungen: Der Homogenbereich weist aufgrund des Vorkommens von gering durchlässigen Gesteinen insbesondere der phyllitreichen Lithologien und der flachen Lagerung des Gebirgsbaus (Schieferung) keine bis geringe hydraulische Verbindungen mit seicht liegenden Grundwasserkörpern bzw. hydraulischen

aumentano in direzione sud.

Litologie: predominano le filladi di quarzo ma sono presenti anche diverse forme scistose, soprattutto scisti quarzitici e cloritici; dal punto di vista idrogeologico vanno citati i corpi carbonatici (marmi calcarei e dolomitici) di poco rilievo e presenti in modo isolato.

Faglie: Dal punto di vista idrogeologico, è possibile la presenza di faglie piccole nonché di faglie fragili non localizzabili appartenenti al sistema di faglie del Wipptal che si estende da nord a sud e di singole faglie con orientamento est-ovest. In genere, le faglie sono da classificare come irrilevanti, sia perché si presentano frequentemente come faglie dirette o normali che per la litologia ricca di scisti e filladi.

Permeabilità idrauliche: troviamo in genere ammassi rocciosi permeabili ($K < 10^{-8} \text{ m/s}$) e anche le zone di faglia vanno classificate in quest'ordine di grandezza a causa delle coperture maggiori e delle litologie presenti. In questo caso, gli ammassi filladici impediscono conducibilità idrauliche maggiori attorno a $10^{-6} \text{ m/s} > K > 10^{-8} \text{ m/s}$. Anche gli eventuali corpi carbonatici presenti possono raggiungere questi livelli di conducibilità idraulica.

Livelli piezometrici: Le acque dalla portata estremamente ridotta al livello della galleria possono raggiungere in questo settore omogeneo anche livelli piezometrici della classe da > 300 fino a 600 m , dato che nonostante la vicinanza e l'effetto drenante del cunicolo esplorativo, viste le coperture significative e la bassa permeabilità idraulica si presume la presenza di coni di depressione molto stretti attorno alle gallerie esistenti.

Collegamenti idraulici: Data la presenza di ammassi poco permeabili soprattutto con litologie filladiche e l'orientamento piano dell'ammasso (scistosità), il settore omogeneo non presenta collegamenti idraulici (o ne presenta molto pochi) con i corpi d'acqua a poca profondità o con altri elementi idraulici.

Elementen auf.

Instationäre Wasserzutritte: Es wird von trockenen Gebirgsverhältnissen bis Tropfwasser ausgegangen, (Klasse: 0 bis 0,2l/s).

6.2.2 Stationäre Abflüsse

Wie die bereits aufgefahrenen Tunnel zeigen, sind auch bei anfänglich größeren instationären Wasserzutritten ($Q > 1\text{l/s}$) die stationären Wasserzutritte gering. Eine Ausnahme können dabei Wasserzutritte aus Karbonatkörpern sein, deren Erstreckung als gering prognostiziert werden.

Wie in der Zeile 32 des Profils Verbindungstunnel West angeführt, werden die stationären Wasserzutritte für das Bauwerk mit $Q_{\text{stat}} < 5\text{l/s}$ prognostiziert. Diesbezüglich handelt es sich um einen Maximalwert, der insbesondere dem eventuellen Auftreten von Karbonatkörpern Rechnung trägt.

Venute d'acqua non stazionarie: In genere, è prevista la presenza di ammassi rocciosi asciutti o con stillicidi (Classe: da 0 a 0,2l/s).

6.2.2 Deflussi in regime stazionario

Come è dimostrato dalle gallerie già scavate, anche in caso di venute d'acqua a regime transitorio inizialmente più elevate ($Q > 1\text{l/s}$), le venute d'acqua in regime stazionario sono modeste. Un'eccezione potrebbe essere rappresentata unicamente dalle venute d'acqua provenienti da corpi carbonatici, di cui è prevista un'estensione limitata.

Come indicato nella riga 32 del profilo "galleria di collegamento est", si prevedono venute d'acqua in regime stazionario per l'opera pari a $Q_{\text{stat}} < 5\text{l/s}$. Si tratta di un valore massimo che tiene conto soprattutto dell'eventuale presenza di corpi carbonatici.

7 BBT OSTRÖHRE VON KM 4+839,183 BIS KM 5+980

7.1 GEOLOGISCHE PROGNOSE

• Grundlagen der geologischen Prognose

Grundlage für die Prognose sind dabei sowohl die Ergebnisse der Erkundungen aus der Einreichphase des Brenner-Basistunnels, als auch insbesondere die im Zuge des Vortriebes des Erkundungsstollens Innsbruck- Ahrental und des Zugangstunnel Ahrental gewonnenen Erkenntnisse.

7.1.1 Abschnitt von km 4+839,183 bis 5+280 ca.: „Hangende Serie“ der Innsbrucker Quarzphyllitzone

• Lithologische Beschreibung

In diesem Abschnitt wird übergeordnet Innsbrucker Quarzphyllit mit quarzitisch-gneisigen Lagen prognostiziert. Untergeordnet können Einschaltungen von Metabasiten (Grünschiefer, Chloritschiefer), Graphitphyllit sowie von Kalk-Dolomitmarmor und Porphyroid auftreten.

Der Erkundungsstollen zeigt in diesem Abschnitt monotone Abfolgen von Quarzphyllit mit quarzitisch-gneisigen Lagen. In der Ortsbrustdokumentation wurden diese als Quarzphyllit und Quarzitschiefer beschrieben. Beide Gesteine kennzeichnen sich durch einen fließenden Übergang ineinander. Die Unterscheidung beider Gesteine liegt dabei in der mengenmäßigen Verteilung an Quarz und Glimmer.

• Strukturen und Störungen

Der metamorphe Lagebau wird von offenen F4a-IQP Falten großräumig verfaltet. Die dominante S3-IQP Schieferung besitzt eine flache nach SW bis NW einfallende Orientierung.

Größere zu erwartende Sprödstörungen in diesem Homogenbereich lassen sich in folgende Störungssysteme gliedern:

7 CANNA EST BBT DALLA PROGR. KM 4+839,183 ALLA PROGR. KM 5+980

7.1 PREVISIONE GEOLOGICA

• Basi della previsione geologica

La previsione si basa sia sui risultati delle prospezioni effettuate in fase di progettazione definitiva della Galleria di Base del Brennero, sia, in particolare, sulle conoscenze acquisite nel corso dello scavo del cunicolo esplorativo Innsbruck-Ahrental e della galleria di accesso di Ahrental.

7.1.1 Tratto dal km 4+839,183 al km 5+280 ca.: "Serie a tetto" della Fillade quarzifera di Innsbruck

• Descrizione litologia

Per questa sezione si prevede prevalentemente la presenza della fillade quarzifera di Innsbruck con strati quarzitico-gneissici. In via subordinata sono possibili delle intercalazioni di metabasiti (scisti verdi, scisti cloritici), fillade grafitica nonché di marmi calcarei-dolomitici e di porfiroidi.

In questa sezione, il cunicolo esplorativo presenta delle sequenze monotone di fillade quarzifera con strati quarzitico-gneissici. Nella documentazione relativa al fronte di scavo queste sono state descritte come fillade quarzifera e scisti quarzitici. Entrambi i litotipi sono caratterizzati da un passaggio fluido tra di loro. La differenza tra i due litotipi è data dalla ripartizione quantitativa di quarzo e mica.

• Strutture e faglie

La stratificazione metamorfica viene ripiegata su larga scala presso le pieghe aperte (F4a-IQP pieghe). La scistosità dominante S3-IQP presenta un orientamento che si immerge con pendenza ridotta in direzione da SO a NO.

In questa zona omogenea si prevedono delle faglie fragili di entità maggiore che possono essere suddivise nei sistemi di faglie di seguito indicate:

- Wipptal Störungssystem: ESI-f3190, ESI-f3389 Sistema di faglie Wipptal: ESI-f3190, ESI-f3389
- Halsl Störungssystem: ESI-f2812 • Sistema di faglie Halsl: ESI-f2812
- Ahrental Störungssystem: ESI-2694, • Sistema di faglie Ahrental: ESI-2694,

Für Störungen der Systeme Halsl und Wipptal muss von tw. stark schleifende Verschnitten mit der geplanten Tunnelachse ausgegangen werden.

Per le faglie di questi due sistemi si prevedono delle intersezioni con andamento in parte fortemente subparallelo all'asse della galleria progettata.

7.1.2 Abschnitt von km 5+280 bis 5+365 ca.: Höher metamorpher Anteil der Innsbrucker Quarzphyllitzone mit gehäuftem Auftreten von Grünschiefer

• Lithologische Beschreibung

Im diesem Teilstück treten übergeordnet Biotitschiefer und Quarzitschiefer mit mächtigen Lagen von Metabasiten (Grünschiefer, Chloritschiefer) auf. Untergeordnet werden Einschaltungen von Amphiboliten, Graphitphyllit, Porphyroiden und einzelnen Kalkmarmorlagen prognostiziert.

Die Grenze zwischen typischen Quarzphylliten und Biotitschiefern ist fließend, und daher ist auch die Prognose der Homogenbereichsgrenzen mit Unsicherheit behaftet.

Im Erkundungsstollen wurden in diesem Bereich ein ca. 45 m mächtiger Abschnitt von grau-braunem Biotitschiefer-Paragneis mit engständiger flach einfallender Schieferung und Grünschiefereinschaltungen aufgefahren. Daneben wurde über einen Bereich von ca. 20 m wurde ein graugrüner feinkörniger Amphibolith angetroffen.

• Strukturen und Störungen

Der metamorphe Lagebau wird von offenen F4a-IQP Falten großräumig verfaltet. Die dominante S3-IQP Schieferung besitzt eine flache nach SW bis NW einfallende Orientierung.

Auf Tunnelniveau werden in diesem Homogenbereich keine relevanten Störungszonen prognostiziert.

7.1.2 Tratto dal km5+280 al km 5+365 ca.: Settore di grado metamorfico più elevato della Zona delle Filladi quarzifere di Innsbruck con presenza più frequente di scisti verdi

• Descrizione litologia

In questo tratto parziale sono presenti prevalentemente scisti di biotite e quarzo con strati spessi di metabasiti (scisti verdi, cloritoscisti). Sono previsti in misura minore intercalazioni di anfiboliti, filladi di grafite, porfiroidi e singoli strati di marmo calcareo.

Il passaggio tra le filladi quarzifere tipiche e gli scisti di biotite è continuo e pertanto la previsione dei confini delle zone omogenee presenta delle incertezze.

Nel cunicolo esplorativo è stato intersecato in questa zona un tratto dallo spessore di ca. 45 m con scisti di biotite e paragneis presentante scistosità accentuata e immergente con pendenza ridotta; sono presenti anche intercalazioni di scisti verdi. Inoltre, è stato intersecato un tratto di ca. 20 m di anfibolite a grana fine e di colore grigioverde.

• Strutture e faglie

La stratificazione metamorfica viene ripiegata su larga scala presso le pieghe aperte (F4a-IQP pieghe). La scistosità dominante S3-IQP presenta un orientamento che si immerge con pendenza ridotta in direzione da SO a NO.

Non sono previste zone di faglia rilevanti a quota galleria in questo settore omogeneo.

7.1.3 Abschnitt von km 4+839,183 bis 5+280 ca.: „Hangende Serie“ der Innsbrucker Quarzphyllitzone

- **Lithologische Beschreibung**

In diesem Abschnitt wird übergeordnet Innsbrucker Quarzphyllit mit quarzitisch-gneisigen Lagen prognostiziert. Untergeordnet können Einschaltungen von Metabasiten (Grünschiefer, Chloritschiefer), Graphitphyllit sowie von Kalk-Dolomitmarmor und Porphyroid auftreten.

Dieser Abschnitt unterscheidet sich vom ersten Homogenbereich im Wesentlichen durch das vermehrte Auftreten von Lagen aus Quarzitschiefer und Gneisen. An der Ortsbrust werden diese Getseine als Übergangsform von Quarzphyllit zu quarzitischem Schiefer, teilweise als mehrere 10er Meter mächtige klar differenzierbare reine Quarzitschiefer beschrieben. Beide Lithologien enthalten makroskopisch erkennbar primär Quarz- und Hellglimmerminerale, wobei im Quarzitschiefer der Quarzanteil überwiegt.

- **Strukturen und Störungen**

Der metamorphe Lagenbau wird von offenen F4a-IQP Falten großräumig verfaltet. Die dominante S3-IQP Schieferung besitzt eine flache nach NNW bis ENE einfallende Orientierung.

Größere zu erwartende Sprödstörungen in diesem Homogenbereich lassen sich in folgende Störungssysteme gliedern:

- Wipptal Störungssystem: ESI-f3759
- Ahrental Störungssystem: ESI-f3630, ESI-3663

7.1.4 Orientierung der Störung in Bezug auf Tunnelachse BBT Oströhre von km 4+939,183 bis km 5+280

In Abbildung 21 werden die räumlichen Orientierungen der prognostizierten Störungssysteme in Bezug auf die Tunnelachse der BBT Oströhre von km 4+939,183 bis km 5+280 in der Lagekugeldarstellung abgebildet.

7.1.3 Tratto dal km4+839,183 al km 5+280 ca.: "Serie a tetto" della Fillade quarzifera di Innsbruck

- **Descrizione litologia**

Per questa sezione si prevede prevalentemente la presenza della fillade quarzifera di Innsbruck con strati quarzitico-gneissici. In via subordinata sono possibili delle intercalazioni di metabasiti (scisti verdi, scisti cloritici), fillade grafitica nonché di marmi calcarei-dolomitici e di porfiroidi.

Questo tratto si differenzia dal primo settore omogeneo sostanzialmente per la presenza crescente di strati di scisti quarzitici e gneiss. Al fronte di scavo queste rocce sono descritte come forma di transizione dalla fillade quarzifera agli scisti quarzitici, in parte come zone spesse diverse decine di metri formati da scisti quarzitici puri chiaramente differenziabili. In entrambe le litologie sono riconoscibili percentuali macroscopici soprattutto di quarzi e miche chiare con prevalenza di quarzo negli scisti quarzitici.

- **Strutture e faglie**

La stratificazione metamorfica viene ripiegata su larga scala presso le pieghe aperte (F4a-IQP pieghe). La scistosità dominante S3-IQP presenta un orientamento che si immerge con pendenza ridotta in direzione da NNO a ONO.

In questa zona omogenea si prevedono delle faglie fragili di entità maggiore che possono essere suddivise nei sistemi di faglie di seguito indicate:

- Sistema di faglie Wipptal: ESI-f3759
- Sistema di faglie Ahrental: ESI-2694, ESI-f3630, ESI-3663

7.1.4 Orientamento della faglia rispetto all'asse della canna est della BBT dalla progr. km 4+939,183 alla progr. km 5+280

Nella fig. 21 sono rappresentati gli orientamenti spaziali dei sistemi di faglie previsti rispetto all'asse di galleria della canna est della BBT dalla progr. km 4+939,183 alla progr. km 5+280 sotto forma di rappresentazioni stereografiche (reticolo

equiareale di Schmidt).

Wipptal Störungssystem (AS, grüne Fläche; flach bis steil W- und E-fallend): Die Orientierung der Störung (Abschiebungen) zum Hohlraum ist parallel bis schräg.

Sistema di faglia della Wipptal (AS, area verde; immergente con pendenza da ridotta a elevata verso ovest ed est): Rispetto alla cavità, la faglia (faglia normale) presenta un orientamento da parallelo a inclinato.

Halsl Störungssystem (HS, rote Farbe; NW-SE-streichend, saiger bis steil SW- und NE-fallend): stark schleifende bis schräge Orientierung zum Hohlraum.

Nel caso di sistema di faglie Halsl (HS, rappresentato in rosso; in direzione NO-SE, immergente con pendenza da verticale e ripida in direzione SO e NE): rispetto alla cavità, presentano un orientamento da sub parallelo a inclinato.

Ahrental Störungssystem (A, blaue Fläche; flach bis mittelsteil NW-fallend): schräge bis querschlägige Orientierung zum Hohlraum.

Nel caso del sistema di faglie Ahrental (A, rappresentato in blu; con pendenza da leggera a mediamente ripida in direzione NO): rispetto alla cavità, presentano un orientamento da inclinato a trasversale.

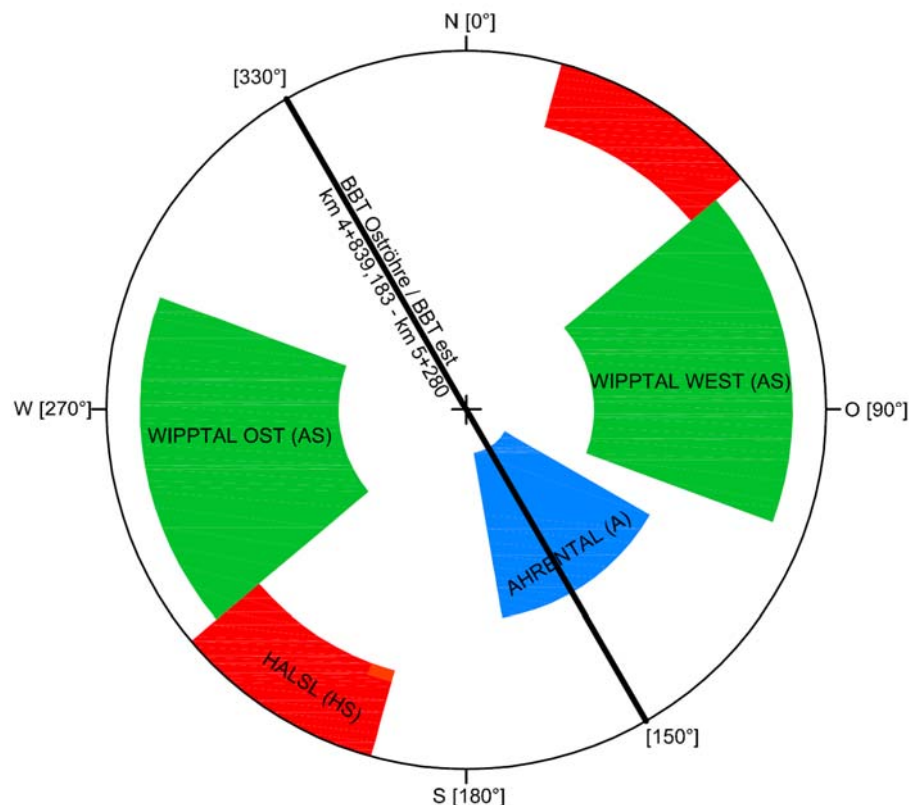


Abb. 23 Lagekugeldarstellung mit aufgetragenen Störungszonen der BBT Oströhre von km 4+839,183 bis km 5+980

Fig. 23 Rappresentazione stereografica (reticolo equiareale di Schmidt) delle zone di faglie presenti nella galleria BBT est da km km 4+839,183 a km 5+980

7.2 HYDROGEOLOGISCHE PROGNOSE

Bei den Prognosen der instationären und stationären Zutritte handelt es sich um Mengen, die bei Auffahren des behandelten Tunnels zu erwarten sind, die jedoch abhängig vom Bauablauf, durch das gleichzeitige oder vorzeitige Auffahren anderer Röhren beeinflusst werden, und dahingehend eine weitere Reduzierung erfahren können.

7.2.1 Hydrogeologische Homogenbereiche

Zur Ermittlung der Wasserzutritte in den Tunnel wird dieser Trassenabschnitt der BBT Oströhre in folgende hydrogeologische Homogenbereiche unterteilt. Die Homogenbereiche sind im geologischen Längsschnitt in der Zeile 26 Hydrogeologische Homogenbereiche dargestellt.

Homogenbereich 1:

Länge: 681m (TM 4.839 bis TM 5.520)

Der Tunnel quert den Mittelgebirgsbereich, der in diesem Abschnitt durch den bestehenden Erkundungsstollen Innsbruck-Ahrental bereits durchörtert ist, und im Nahbereich zum aufzufahrenden Tunnel liegt.

Lithologie: vorrangig sind Quarzphyllite, es treten auch verschiedene Formen von Schiefern, es überwiegen die Quarzschiefer und Chloritschiefer; aus hydrogeologischer Sicht sind die sehr untergeordnet und als isoliert auftretende Karbonatkörper (Kalk- und Dolomitmarmore) zu erwähnen.

Störungen: aus hydrogeologischer Sicht sind Kleinstörungen bzw. nicht lokalisierbare spröde Störungen des Nord-Süd streichenden Wipptal Störungssystems möglich, die aufgrund ihres abschiebenden Charakters, der schiefer- und phyllitreichen Lithologien als nicht relevant eingestuft werden.

Dokumentierte Wasserzutritte: die Ortsbrust war zumeist bergfeucht bzw. trocken. In Störzonen sowie in der damage Zone einer Störzone wurden 0 bis <10 l/min pro 10m ab der Ortsbrust angetroffen. Innerhalb der Störzonen wurden

7.2 PREVISIONE IDROGEOLOGICA

Le previsioni delle venute in regime stazionario e non stazionario forniscono dei valori sulle quantità di acqua da aspettarsi durante i lavori di scavo della galleria in oggetto; tuttavia dipendono dallo svolgimento dei lavori, possono variare conseguentemente all'avanzamento contemporaneo o precedente su altri fronti e di conseguenza diminuire ulteriormente.

7.2.1 Settori idrogeologici omogenei

Per determinare le venute d'acqua in galleria, il tracciato della canna est della Galleria di Base viene suddiviso nei seguenti settori omogenei dal punto di vista idrogeologico. I settori omogenei sono rappresentati nel profilo geologico alla riga 26 - Settori Idrogeologici Omogenei.

Settore omogeneo 1:

Lunghezza: 681m (da progr. 4.893 fino a progr. 5.520)

La galleria attraversa la zona dell'altopiano che in questo tratto è già intersecato dal cunicolo esplorativo Innsbruck-Ahrental esistente e si trova nelle vicinanze della galleria ancora da scavare.

Litologie: predominano le filladi di quarzo ma sono presenti anche diverse forme scistose, soprattutto scisti quarzitici cloritici; dal punto di vista idrogeologico vanno citati i corpi carbonatici (marmi calcarei e dolomitici) di poco rilievo e presenti in modo isolato.

Faglie: Dal punto di vista idrogeologico, è possibile la presenza di faglie piccole nonché di faglie fragili non localizzabili appartenenti al sistema di faglie del Wipptal che si estende da nord a sud e da classificare come irrilevanti, sia perché si presentano frequentemente come faglie dirette o normali che per la litologia ricca di scisti e filladi.

Venute d'acqua documentate: il fronte di scavo si presentava prevalentemente con umidità limitata oppure asciutta. Nelle zone di faglia e nelle zone di danneggiamento sono state riscontrate venute di 0 fino a <10 l/min a partire dal fronte di scavo.

punktuell Tropfwasserzutritte und schwaches Rinnwasser mit max. 0,2 l/s dokumentiert.

Hydraulische Durchlässigkeiten: generell liegen gering durchlässige Gesteine ($K < 10^{-8} \text{ m/s}$) vor, ausgenommen in den Störungszonen, in denen die hydraulischen Durchlässigkeiten insbesondere in den aufgelockerten Bereichen (Damage zones) leicht ansteigen können. Dabei verhindern aber die phyllitischen Gesteine größere hydraulische Durchlässigkeiten, welche im Bereich von $10^{-6} \text{ m/s} > K > 10^{-8} \text{ m/s}$ liegen. Ebenso können eventuell vorkommende Karbonatkörper letztgenannte hydraulische Durchlässigkeiten erreichen.

Hydraulische Druckhöhen: Die hydraulischen Druckhöhen auf Tunnelniveau erreichen in diesem Homogenbereich 100 bis 300m, da trotz der Nähe und der dränierenden Wirkung des Erkundungstunnels, aber aufgrund der geringen hydraulischen Durchlässigkeiten von steilen Absenkrichtern um bestehende Tunnel ausgegangen wird.

Hydraulische Verbindungen: Der Homogenbereich weist aufgrund des Vorkommens von gering durchlässigen Gesteinen insbesondere der phyllitreichen Lithologien und der flachen Lagerung des Gebirgsbaus (Schieferung) keine bis geringe hydraulische Verbindungen mit seicht liegenden Grundwasserkörpern bzw. hydraulischen Elementen auf.

Instationäre Wasserzutritte: Es wird größtenteils von trockenen Gebirgsverhältnissen bis Tropfwasser ausgegangen, (Klasse: 0 bis 0,2l/s). Einzelne leicht rinnende kleine diskrete Wasserzutritte sind möglich (Klasse: $< 0,2 \text{ l/s}$). Die Zutritte nehmen rasch ab.

Homogenbereich 2:

Länge: 460m (TM 5.520 bis 5980)

Der Tunnel quert den Hangfuß des Nordwestabhanges des Patscherkofels, der in diesem Abschnitt durch den bestehenden

All'interno delle zone di faglia sono stati documentati degli stillicidi e venute d'acqua scorrenti di portata ridotta con un massimo di 0,2 l/s .

Conducibilità idrauliche: la conducibilità dell'ammasso roccioso è generalmente bassa ($K < 10^{-8} \text{ m/s}$), tranne che nelle zone di faglia in cui la conducibilità idraulica potrebbe aumentare leggermente, in particolare nelle zone fratturate (Damage zones). In questo caso tuttavia gli ammassi filladici impediscono conducibilità idrauliche maggiori attorno a $10^{-6} \text{ m/s} > K > 10^{-8} \text{ m/s}$. Anche gli eventuali corpi carbonatici presenti possono raggiungere questi livelli di conducibilità idraulica.

Livelli piezometrici: I livelli piezometrici a quota galleria variano, in questo settore omogeneo, da 100 a 300m, dato che nonostante la vicinanza e l'effetto drenante del cunicolo esplorativo, vista la bassa conducibilità idraulica si presume la presenza di stretti coni di depressione attorno alle gallerie esistenti.

Collegamenti idraulici: Data la presenza di ammassi poco permeabili soprattutto con litologie filladiche e l'orientamento piano dell'ammasso (scistosità), il settore omogeneo non presenta collegamenti idraulici (o ne presenta molto pochi) con i corpi d'acqua a poca profondità o con altri elementi idraulici.

Venute d'acqua non stazionarie: In genere, è prevista la presenza di ammassi rocciosi asciutti o con stillicidi (Classe: da 0 a 0,2l/s). Sono possibili alcune singole venute d'acqua di dimensioni ridotte e portata limitata (Classe: $< 0,2 \text{ l/s}$). Le venute d'acqua diminuiscono rapidamente.

Settore omogeneo 2:

Lunghezza: 460m (da progr. 5.520 fino a progr. 5.980)

La galleria attraversa il piede del versante nordovest del monte Patscherkofel che, in questo tratto, viene già stato intersecato dal cunicolo

Erkundungsstollen Innsbruck-Ahrental bereits durchörtert ist. Die Überlagerungen steigen in Richtung Süden.

Lithologie: vorrangig sind Quarzphyllite, es treten auch verschiedene Formen von Schiefern auf, dabei überwiegen die Quarzschiefer und Chloritschiefer; aus hydrogeologischer Sicht sind die sehr untergeordnet und als isoliert auftretende Karbonatkörper (Kalk- und Dolomitmarmore) zu erwähnen.

Störungen: aus hydrogeologischer Sicht sind Kleinstörungen bzw. nicht lokalisierbare spröde Störungen des Nord-Süd streichenden Wipptal Störungssystems möglich sowie einzelne ca. Ost – West streichende Störungen. Generell sind die Störungen aufgrund ihres häufig abschiebenden Charakters, der schiefer- und phyllitreichen Lithologien als nicht relevant einzustufen.

Dokumentierte Wasserzutritte: die Ortsbrust war zumeist bergfeucht bzw. trocken. In Störzonen sowie in der damage Zone einer Störzone wurden 0 bis <10 l/min pro 10m ab der Ortsbrust angetroffen. Innerhalb der Störzonen wurden punktuell Tropfwasserzutritte und schwaches Rinnwasser mit max. 0,2 l/s dokumentiert.

Hydraulische Durchlässigkeiten: generell liegen gering durchlässige Gesteine ($K < 10^{-8} \text{ m/s}$) vor, auch Störzonen sind aufgrund der größeren Überlagerungshöhen und der vorkommenden Lithologien in dieser Größenordnung einzustufen. Dabei verhindern aber die phyllitischen Gesteine größere hydraulische Durchlässigkeiten, welche im Bereich von $10^{-6} \text{ m/s} > K > 10^{-8} \text{ m/s}$ liegen. Ebenso können eventuell vorkommende Karbonatkörper letztgenannte hydraulische Durchlässigkeiten erreichen.

Hydraulische Druckhöhen: Wasser mit äußerst geringer Ergiebigkeit auf Tunnelniveau können in diesem Homogenbereich auch hydraulische Druckhöhen der Klasse >300 bis 600m erreichen, da trotz der Nähe und der dränierenden Wirkung des Erkundungstunnels, aber aufgrund der großen

esplorativo Innsbruck - Ahrental existente. Le coperture aumentano in direzione sud.

Litologie: predominano le filladi di quarzo ma sono presenti anche diverse forme scistose, soprattutto scisti quarzitici e cloritici; dal punto di vista idrogeologico vanno citati i corpi carbonatici (marmi calcarei e dolomitici) di poco rilievo e presenti in modo isolato.

Faglie: Dal punto di vista idrogeologico, è possibile la presenza di faglie piccole nonché di faglie fragili non localizzabili appartenenti al sistema di faglie del Wipptal che si estende da nord a sud e di singole faglie con orientamento est-ovest. In genere, le faglie sono da classificare come irrilevanti, sia perché si presentano frequentemente come faglie dirette o normali che per la litologia ricca di scisti e filladi.

Venute d'acqua documentate: il fronte di scavo si presentava prevalentemente con umidità limitata oppure asciutta. Nelle zone di faglia e nelle zone di danneggiamento sono state riscontrate venute di 0 fino a <10 l/min a partire dal fronte di scavo. All'interno delle zone di faglia sono stati documentati degli stillicidi e venute d'acqua scorrenti di portata ridotta con un massimo di 0,2 l/s.

Permeabilità idrauliche: troviamo in genere ammassi rocciosi permeabili ($K < 10^{-8} \text{ m/s}$) e anche le zone di faglia vanno classificate in quest'ordine di grandezza a causa delle coperture maggiori e delle litologie presenti. In questo caso, gli ammassi filladici impediscono conducibilità idrauliche maggiori attorno a $10^{-6} \text{ m/s} > K > 10^{-8} \text{ m/s}$. Anche gli eventuali corpi carbonatici presenti possono raggiungere questi livelli di conducibilità idraulica.

Livelli piezometrici: Le acque dalla portata estremamente ridotta al livello della galleria possono raggiungere in questo settore omogeneo anche livelli piezometrici della classe da >300 fino a 600m, dato che nonostante la vicinanza e l'effetto drenante del cunicolo esplorativo, viste le

Überlagerungen und der geringen hydraulischen Durchlässigkeiten von sehr steilen Absenktrichtern um bestehende Tunnel ausgegangen wird.

Hydraulische Verbindungen: Der Homogenbereich weist aufgrund des Vorkommens von gering durchlässigen Gesteinen insbesondere der phyllitreichen Lithologien und der flachen Lagerung des Gebirgsbaus (Schieferung) keine bis geringe hydraulische Verbindungen mit seicht liegenden Grundwasserkörpern bzw. hydraulischen Elementen auf.

Instationäre Wasserzutritte: Es wird von trockenen Gebirgsverhältnissen bis Tropfwasser ausgegangen, (Klasse: 0 bis 0,2l/s).

7.2.2 Stationäre Abflüsse

Wie die bereits aufgefahrenen Tunnel zeigen, nehmen die instationären Wasserzutritten stark ab, die stationären Wasserzutritte sind gering.

Wie in der Zeile 33 des Profils der BBT Oströhre von km 4+939,183 bis km 5+280 angeführt, werden die stationären Wasserzutritte für das Bauwerk mit $Q_{stat} < 1$ l/s prognostiziert.

coperture significative e la bassa permeabilità idraulica si presume la presenza di coni di depressione molto stretti attorno alle gallerie esistenti.

Collegamenti idraulici: Data la presenza di ammassi poco permeabili soprattutto con litologie filladiche e l'orientamento piano dell'ammasso (scistosità), il settore omogeneo non presenta collegamenti idraulici (o ne presenta molto pochi) con i corpi d'acqua a poca profondità o con altri elementi idraulici.

Venute d'acqua non stazionarie: In genere, è prevista la presenza di ammassi rocciosi asciutti o con stillicidi (Classe: da 0 a 0,2l/s).

7.2.2 Deflussi in regime stazionario

Come è dimostrato dalle gallerie già scavate, le portate delle venute d'acqua a regime transitorio diminuiscono fortemente, le venute d'acqua in regime stazionario sono modeste.

Come indicato nella riga 33 del profilo "galleria di collegamento est", si prevedono venute d'acqua in regime stazionario per l'opera pari a $Q_{stat} < 1$ l/s.

8 QUERKAVERNE DER NOTHALTESTELLE INNSBRUCK

8.1 GEOLOGISCHE PROGNOSE

- **Grundlagen der geologischen Prognose**

Die Prognose beruht sowohl auf den Ergebnissen der Erkundungen aus der Einreichphase des Brenner-Basistunnels, als auch insbesondere der im Zuge des Vortriebes des Erkundungsstollens Innsbruck-Ahrental gewonnenen Erkenntnissen.

- **Lithologische Beschreibung**

Die geplante Querkavern der Nothaltestelle liegt zur Gänze in der "Hangenden Serie" der Innsbrucker Quarzphyllitzone, welche hier im Wesentlichen durch Quarzphyllit mit quarzitisch-gneisigen Lagen gekennzeichnet ist. Daneben können untergeordnet Einschaltungen von Metabasiten (Grünschiefer, Chloritschiefer), Graphitphyllit sowie Kalk- und Dolomitmarmoren auftreten.

- **Strukturen und Störungen**

Die dominante S3-IQP Schieferung besitzt eine flache nach NNW bis ENE einfallende Orientierung.

Als größere zu erwartende Sprödstörung entlang der Trasse der Querkaverne wird die ESI-f3759 des Wipptal Störungssysteme prognostiziert:

Bei TM 15,0 ca. wird eine flach nach ENE einfallende duktile bis semiduktile Scherzone (ESI-f3325) mit vermutlich abschiebendem Versatz prognostiziert.

8.2 HYDROGEOLOGISCHE PROGNOSE

Bei den Prognosen der instationären und stationären Zutritte handelt es sich um Mengen, die bei Auffahren des behandelten Tunnels zu erwarten sind, die jedoch abhängig vom Bauablauf, durch das gleichzeitige oder vorzeitige Auffahren anderer Röhren beeinflusst werden, und dahingehend eine weitere Reduzierung erfahren können.

8 CAMERONE TRASVERSALE DELLA FERMATA DI EMERGENZA DI INNSBRUCK

8.1 PREVISIONE GEOLOGICA

- **Basi della previsione geologica**

La previsione si basa sia sui risultati delle prospezioni effettuate in fase di progettazione definitiva della Galleria di Base del Brennero sia sulle conoscenze acquisite nel corso dello scavo del cunicolo esplorativo Innsbruck – Ahrental.

- **Descrizione litologia**

Il camerone trasversale previsto per la fermata di emergenza si trova integralmente nella "serie a tetto" della zona delle filladi di quarzo di Innsbruck, caratterizzata sostanzialmente da filladi quarzifere con strati quarzitici e di gneiss. In via subordinata è possibile la presenza di intercalazioni di metabasiti (scisti verdi, scisti cloritici), di fillade grafite nonch  di marmi calcarei-dolomitici.

- **Strutture e faglie**

La scistosità dominante S3-IQP presenta un orientamento che si immerge con pendenza ridotta in direzione da NNO a ONO.

Le previsioni indicano, come maggiore faglia fragile lungo il tracciato del camerone trasversale, la faglia ESI-f3759 appartenente al sistema di faglia della Wipptal:

Al TM 15,0 ca. si prevede una zona di taglio (ESI-f3325) da duttile a semiduttile che si immerge con pendenza ridotta verso ENE con presumibile dislocazione di faglia normale.

8.2 PREVISIONE IDROGEOLOGICA

Le previsioni delle venute in regime stazionario e non stazionario forniscono dei valori sulle quantità di acqua da aspettarsi durante i lavori di scavo della galleria in oggetto; tuttavia dipendono dallo svolgimento dei lavori, possono variare conseguentemente all'avanzamento contemporaneo o precedente su altri fronti e di conseguenza diminuire ulteriormente.

8.2.1 Hydrogeologische Homogenbereiche

Zur Ermittlung der Wasserzutritte in den Tunnel wird die Trasse der Querkaverne in folgenden hydrogeologischen Homogenbereich eingeteilt. Dieser Homogenbereich ist im geologischen Längsschnitt in der Zeile 26 Hydrogeologische Homogenbereiche dargestellt.

Homogenbereich 1:

Länge: 120m (TM 0,0 bis TM 120)

Die Querkaverne streicht parallel zum Hangfuß des Nordwestabhangs des Patscherkofels, der in diesem Abschnitt durch den bestehenden Erkundungsstollen Innsbruck-Ahrental bereits durchörtert ist.

Lithologie: vorrangig sind Quarzphyllite, es treten auch verschiedene Formen von Schiefern auf, dabei überwiegen die Quarzschiefer und Chloritschiefer; aus hydrogeologischer Sicht sind die sehr untergeordnet und als isoliert auftretende Karbonatkörper (Kalk- und Dolomitmarmore) zu erwähnen.

Störungen: aus hydrogeologischer Sicht sind Kleinstörungen bzw. nicht lokalisierbare spröde Störungen des Nord-Süd streichenden Wipptal Störungssystems möglich sowie einzelne ca. Ost – West streichende Störungen. Generell sind die Störungen aufgrund ihres häufig abschiebenden Charakters und der schiefer- und phyllitreichen Lithologien als nicht relevant einzustufen.

Hydraulische Durchlässigkeiten: generell liegen gering durchlässige Gesteine ($K < 10^{-8} \text{ m/s}$) vor, auch Störzonen sind aufgrund der größeren Überlagerungshöhen und der vorkommenden Lithologien in dieser Größenordnung einzustufen. Dabei verhindern aber die phyllitischen Gesteine größere hydraulische Durchlässigkeiten, welche im Bereich von $10^{-6} \text{ m/s} > K > 10^{-8} \text{ m/s}$ liegen. Ebenso können eventuell vorkommende Karbonatkörper letztgenannte hydraulische Durchlässigkeiten erreichen.

Hydraulische Druckhöhen: Die hydraulischen Druckhöhen auf Tunnelniveau erreichen in diesem

8.2.1 Settori idrogeologici omogenei

Per determinare le venute d'acqua in galleria, il tracciato del camerone trasversale viene inserito nel seguente settore omogeneo dal punto di vista idrogeologico. Questo settore omogeneo è rappresentato nel profilo geologico alla riga 26 - Settori Idrogeologici Omogenei.

Settore omogeneo 1:

Lunghezza: 120m (da progr. 0,0 fino a progr. 120)

Il camerone trasversale è situato parallelamente al piede del versante nordovest del monte Patscherkofel che, in questo tratto, è già stato intersecato dal cunicolo esplorativo Innsbruck - Ahrental esistente.

Litologie: predominano le filladi di quarzo ma sono presenti anche diverse forme scistose, soprattutto scisti quarzitici e cloritici; dal punto di vista idrogeologico vanno citati i corpi carbonatici (marmi calcarei e dolomitici) di poco rilievo e presenti in modo isolato.

Faglie: Dal punto di vista idrogeologico, è possibile la presenza di faglie piccole nonché di faglie fragili non localizzabili appartenenti al sistema di faglie del Wipptal che si estende da nord a sud e di singole faglie con orientamento est-ovest. In genere, le faglie sono da classificare come irrilevanti, sia perché si presentano frequentemente come faglie dirette o normali che per la litologia ricca di scisti e filladi.

Permeabilità idrauliche: troviamo in genere ammassi rocciosi permeabili ($K < 10^{-8} \text{ m/s}$) e anche le zone di faglia vanno classificate in quest'ordine di grandezza a causa delle coperture maggiori e delle litologie presenti. In questo caso, gli ammassi filladici impediscono conducibilità idrauliche maggiori attorno a $10^{-6} \text{ m/s} > K > 10^{-8} \text{ m/s}$. Anche gli eventuali corpi carbonatici presenti possono raggiungere questi livelli di conducibilità idraulica.

Livelli piezometrici: I livelli piezometrici a quota galleria si estendono, in questo settore omogeneo,

Homogenbereich 0 - 100m.

Hydraulische Verbindungen: Der Homogenbereich weist aufgrund des Vorkommens von gering durchlässigen Gesteinen insbesondere der phyllitreichen Lithologien und der flachen Lagerung des Gebirgsbaus (Schieferung) keine bis geringe hydraulische Verbindungen mit seicht liegenden Grundwasserkörpern bzw. hydraulischen Elementen auf.

Instationäre Wasserzutritte: Es wird von trockenen Gebirgsverhältnissen bis Tropfwasser ausgegangen, (Klasse: 0 bis 0,2l/s).

8.2.2 Stationäre Abflüsse

Wie die bereits aufgefahrenen Tunnel zeigen, nehmen die instationären Wasserzutritten stark ab, die stationären Wasserzutritte sind gering.

Wie in der Zeile 33 des Profils der Querkaverne der Nothaltestelle angeführt, werden die stationären Wasserzutritte für das Bauwerk mit $Q_{stat} < 0,5 \text{ l/s}$ prognostiziert.

da 0 a 100m.

Collegamenti idraulici: Data la presenza di ammassi poco permeabili soprattutto con litologie filladiche e l'orientamento piano dell'ammasso (scistosità), il settore omogeneo non presenta collegamenti idraulici (o ne presenta molto pochi) con i corpi d'acqua a poca profondità o con altri elementi idraulici.

Venute d'acqua non stazionarie: In genere, è prevista la presenza di ammassi rocciosi asciutti o con stillicidi (Classe: da 0 a 0,2l/s).

8.2.2 Deflussi in regime stazionario

Come è dimostrato dalle gallerie già scavate, le portate delle venute d'acqua a regime transitorio diminuiscono fortemente, le venute d'acqua in regime stazionario sono modeste.

Come indicato nella riga 33 del profilo "galleria di collegamento est", si prevedono venute d'acqua in regime stazionario per l'opera pari a $Q_{stat} < 0,5 \text{ l/s}$.

9 VERBINDUNGSRAMPE OST

9.1 GEOLOGISCHE PROGNOSE

• Grundlagen der geologischen Prognose

Die Prognose beruht sowohl auf den Ergebnissen der Erkundungen aus der Einreichphase des Brenner-Basistunnels, als auch insbesondere der im Zuge des Vortriebes des Erkundungsstollens Innsbruck-Ahrental gewonnenen Erkenntnissen.

• Lithologische Beschreibung

Im Bereich der Verbindungsrampe Ost wird übergeordnet Innsbrucker Quarzphyllit mit quarzitisch-gneisigen Lagen prognostiziert ("Hangende Serie" der Innsbrucker Quarzphyllitzone). Untergeordnet können Einschaltungen von Metabasiten (Grünschiefer, Chloritschiefer), Graphitphyllit sowie von Porphyroid und Kalk-Dolomitmarmor auftreten.

Im Erkundungsstollen wurden im unmittelbaren Bereich der Einbindung der Rampe eine monotone Abfolge von Quarzphyllit mit quarzitisch-gneisigen Lagen angetroffen wobei sich beide Gesteine durch einen fließenden Übergang ineinander kennzeichnen. In der Ortsbrustdokumentation werden diese als Quarzphyllit mit Einschaltungen von Quarzitlinsen und -knauern beschrieben.

• Strukturen und Störungen

Die dominante S3-IQP Schieferung besitzt in diesem Abschnitt eine flache nach W einfallende Orientierung.

Größere zu erwartende Sprödstörungen in diesem Homogenbereich lassen sich in folgende Störungssysteme gliedern:

- Wipptal Störungssystem: ESI-f2088
- Halsl Störungssystem: ESI-f1913

Im unmittelbaren Bereich der Einbindung der Rampe in den Erkundungsstollen wurde beim Vortrieb des Erkundungsstollens die Störungszone ESI-f2088 (SZ-IQP-AS1) aufgeföhren, eine NE-fallende Störung mit scheinbar abschiebendem Versatz. Im Erkundungsstollen wurde in diesem

9 RAMPA DI COLLEGAMENTO EST

9.1 PREVISIONE GEOLOGICA

• Basi della previsione geologica

La previsione si basa sia sui risultati delle prospezioni effettuate in fase di progettazione definitiva della Galleria di Base del Brennero sia sulle conoscenze acquisite nel corso dello scavo del cunicolo esplorativo Innsbruck – Ahrental.

• Descrizione litologia

Nella zona della rampa di collegamento est è prevista la presenza delle filladi di quarzo di Innsbruck con strati di quarzite e gneiss ("serie a tetto" della zona delle filladi di quarzo di Innsbruck). In via subordinata è possibile la presenza di intercalazioni di metabasiti (scisti verdi, scisti cloritici), fillade grafite nonch  di porfiroidi e marmi calcarei-dolomitici.

Nel cunicolo esplorativo   stata intersecata nelle immediate vicinanze dell'allacciamento alla rampa una sequenza monotona di filladi di quarzo con strati quarzitici e di gneiss, ove il confine tra i due tipi di roccia non si presenta nettamente delineato. Nella documentazione del fronte di scavo, le rocce sono descritte come filladi di quarzo con inclusioni lenticolari e noduli di quarzo.

• Strutture e faglie

La scistosit  dominante S3-IQP presenta in questo tratto un orientamento che si immerge a O con pendenza ridotta.

In questa zona omogenea si prevedono delle faglie fragili di entit  maggiore che possono essere suddivise nei sistemi di faglie di seguito indicate:

- Sistema di faglie Wipptal: ESI-f2088
- Sistema di faglie Halsl: ESI-f1913

Nelle immediate vicinanze dell'allacciamento alla rampa al cunicolo esplorativo e nel corso dell'avanzamento di quest'opera è stata incrociata la zona di faglia ESI-f2088 (SZ-IQP-AS1), una faglia che si immerge a NE con possibile dislocazione di faglia normale. Nel cunicolo

Bereich über einen längeren Zeitraum fortlaufend druckhaftes Gebirgsverhalten mit kriechender Verformung beobachtet.

9.2 HYDROGEOLOGISCHE PROGNOSE

Bei den Prognosen der instationären und stationären Zutritte handelt es sich um Mengen, die bei Auffahren des behandelten Tunnels zu erwarten sind, die jedoch abhängig vom Bauablauf, durch das gleichzeitige oder vorzeitige Auffahren anderer Röhren beeinflusst werden, und dahingehend eine weitere Reduzierung erfahren können.

9.2.1 Hydrogeologische Homogenbereiche

Zur Ermittlung der Wasserzutritte in den Tunnel wird die Trasse der Verbindungsrampe Ost in folgenden hydrogeologischen Homogenbereich eingeteilt. Dieser Homogenbereich ist im geologischen Längsschnitt in der Zeile 26 Hydrogeologische Homogenbereiche dargestellt.

Homogenbereich 1:

Länge: 239,901m (TM 0,000 bis TM 239,901)

Der Tunnel quert den nördlichen Bereich des Mittelgebirges, der in diesem Abschnitt durch den bestehenden Erkundungstollen Innsbruck-Ahrental bereits durchörtert ist, und im Nahbereich zum aufzufahrenden Tunnel liegt.

Lithologie: vorrangig sind verschiedene Formen von Schiefern, es überwiegen die Quarzschiefer und Chloritschiefer. Dominant sind auch Quarzphyllite und Quarzschiefer; aus hydrogeologischer Sicht sind die sehr untergeordnet und als isoliert auftretende Karbonatkörper (Kalk- und Dolomitmarmore) zu erwähnen.

Störungen: Aus hydrogeologischer Sicht sind Kleinstörungen bzw. spröde Störungen des Nord-Süd streichenden Wipptal Störungssystems möglich, die aufgrund ihres abschiebenden Charakters, der schiefer- und phyllitreichen Lithologien, aus hydrogeologischer Sicht als nicht

explorativ ist beobachtet, für den Trakt in Betracht und für eine längere Zeit, ein Verhalten des Gesteinsmasses kontinuierlich drückend mit Verformungen verlaufend.

9.2 PREVISIONE IDROGEOLOGICA

Le previsioni delle venute in regime stazionario e non stazionario forniscono dei valori sulle quantità di acqua da aspettarsi durante i lavori di scavo della galleria in oggetto; tuttavia dipendono dallo svolgimento dei lavori, possono variare conseguentemente all'avanzamento contemporaneo o precedente su altri fronti e di conseguenza diminuire ulteriormente.

9.2.1 Settori idrogeologici omogenei

Per determinare le venute d'acqua in galleria, il tracciato della rampa di collegamento est viene inserito nel seguente settore omogeneo dal punto di vista idrogeologico. Questo settore omogeneo è rappresentato nel profilo geologico alla riga 26 - Settori Idrogeologici Omogenei.

Settore omogeneo 1:

Lunghezza: 239,901m (da progr. 0,000 fino a progr. 239,901)

La galleria attraversa la zona nord dell'altopiano che in questo tratto è già intersecato dal cunicolo esplorativo Innsbruck-Ahrental esistente e si trova nelle vicinanze della galleria ancora da scavare.

Litologie: sono prevalenti i diversi tipi di scisti e soprattutto scisti quarzatici cloritici. Predominano le filladi di quarzo e gli scisti di quarzo; dal punto di vista idrogeologico vanno citati i corpi carbonatici (marmi calcarei e dolomitici) di poco rilievo e presenti in modo isolato.

Faglie: Dal punto di vista idrogeologico, è possibile la presenza di faglie piccole nonché di faglie fragili appartenenti al sistema di faglie del Wipptal che si estende da nord a sud e da classificare dal punto di vista idrogeologico come irrilevanti, sia perché si presentano frequentemente come faglie dirette o

relevant eingestuft werden.

Dokumentierte Wasserzutritte: die Ortsbrust war zumeist bergfeucht bzw. trocken.

Hydraulische Durchlässigkeiten: generell liegen gering durchlässige Gesteine ($K < 10^{-8} \text{ m/s}$) vor, ausgenommen in den Störungszonen, in denen die hydraulischen Durchlässigkeiten insbesondere in den aufgelockerten Bereichen (Damage zones) leicht ansteigen können. Dabei verhindern aber die phyllitischen Gesteine größere hydraulische Durchlässigkeiten, welche im Bereich von $10^{-6} \text{ m/s} > K > 10^{-8} \text{ m/s}$ liegen. Ebenso können eventuell vorkommende Karbonatkörper letztgenannte hydraulische Durchlässigkeiten erreichen.

Hydraulische Druckhöhen: Die hydraulischen Druckhöhen auf Tunnelniveau erreichen in diesem Homogenbereich 0 bis 100m.

Hydraulische Verbindungen: Der Homogenbereich weist aufgrund des Vorkommens von gering durchlässigen Gesteinen insbesondere der phyllitreichen Lithologien und der flachen Lagerung des Gebirgsbaus (Schieferung) keine bis geringe hydraulische Verbindungen mit seicht liegenden Grundwasserkörpern bzw. hydraulischen Elementen auf.

Instationäre Wasserzutritte: Es wird großteils von trockenen Gebirgsverhältnissen bis Tropfwasser ausgegangen, einzelne leicht rinnende kleine diskrete Wasserzutritte sind möglich (Klasse: 0 bis $0,2 \text{ l/s}$). Die Zutritte nehmen rasch ab.

9.2.2 Stationäre Abflüsse

Wie die bereits aufgefahrenen Tunnel zeigen, nehmen die instationären Wasserzutritten stark ab, die stationären Wasserzutritte sind gering.

Wie in der Zeile 33 des Profils der Verbindungsrampe Ost angeführt, werden die stationären Wasserzutritte für das Bauwerk mit $Q_{\text{stat}} < 0,5 \text{ l/s}$ prognostiziert.

normali che per la litologia ricca di scisti e filladi.

Venute d'acqua documentate: il fronte di scavo si presentava prevalentemente con umidità limitata oppure asciutta.

Conducibilità idrauliche: la conducibilità dell'ammasso roccioso è generalmente bassa ($K < 10^{-8} \text{ m/s}$), tranne che nelle zone di faglia in cui la conducibilità idraulica potrebbe aumentare leggermente, in particolare nelle zone fratturate (Damage zones). In questo caso, gli ammassi filladici impediscono conducibilità idrauliche maggiori attorno a $10^{-6} \text{ m/s} > K > 10^{-8} \text{ m/s}$. Anche gli eventuali corpi carbonatici presenti possono raggiungere questi livelli di conducibilità idraulica.

Livelli piezometrici: I livelli piezometrici a quota galleria si estendono, in questo settore omogeneo, da 0 a 100m.

Collegamenti idraulici: Data la presenza di ammassi poco permeabili soprattutto con litologie filladiche e l'orientamento piano dell'ammasso (scistosità), il settore omogeneo non presenta collegamenti idraulici (o ne presenta molto pochi) con i corpi d'acqua a poca profondità o con altri elementi idraulici.

Venute d'acqua non stazionarie: In genere, è prevista la presenza di ammassi rocciosi asciutti o con stillicidi, sono possibili alcune singole venute d'acqua di dimensioni ridotte e portata limitata (Classe: da 0 a $0,2 \text{ l/s}$). Le venute d'acqua diminuiscono rapidamente.

9.2.2 Deflussi in regime stazionario

Come è dimostrato dalle gallerie già scavate, le portate delle venute d'acqua a regime transitorio diminuiscono fortemente, le venute d'acqua in regime stazionario sono modeste.

Come indicato nella riga 33 del profilo "galleria di collegamento est", si prevedono venute d'acqua in regime stazionario per l'opera pari a $Q_{\text{stat}} < 0,5 \text{ l/s}$.

10 VERBINDUNGSRAMPE WEST

10.1 GEOLOGISCHE PROGNOSE

- **Grundlagen der geologischen Prognose**

Die Prognose beruht sowohl auf den Ergebnissen der Erkundungen aus der Einreichphase des Brenner-Basistunnels, als auch insbesondere der im Zuge des Vortriebes des Erkundungsstollens Innsbruck-Ahrental gewonnenen Erkenntnissen.

- **Lithologische Beschreibung**

Die geplante Verbindungsrampe West lässt sich in drei Homogenbereiche gliedern:

Von km 0 bis km 0+190 ca. wird die "Hangende Serie" der Innsbrucker Quarzphyllitzone, welche hier im Wesentlichen durch Quarzphyllit mit quarzitisch-gneisigen Lagen gekennzeichnet ist, prognostiziert. Untergeordnet können Einschaltungen von Metabasiten (Grünschiefer, Chloritschiefer), Graphitphyllit sowie von Porphyroid und Kalk-Dolomitmarmor auftreten.

Im zentralen Bereich von km 0+190 bis km 0+205 ca. wird Grünschiefer mit untergeordnet quarzitisch-gneisigen Lagen sowie Quarzphyllit des Höher metamorphen Anteils der Innsbrucker Quarzphyllitzone prognostiziert.

Im Erkundungsstollen wurde in diesem Bereich ein ca. 30 m mächtiger Abschnitt mit Metabasiten (Grünschiefer, Chloritschiefer, Chloritphyllit) angetroffen. Falls diese nicht durch Scherbahnen oder Sprödstörungen vom Quarzphyllit getrennt sind, zeigen die Metabasit-Einschaltungen kontinuierliche Übergänge in den Quarzphyllit.

Von km 0+208 bis zur Einbindung in den Erkundungsstollen bei km 0+253,208 wird in der Verbindungsrampe West Biotitschiefer und Quarzitschiefer des Höher metamorphen Anteils der Innsbrucker Quarzphyllitzone prognostiziert.

Im Erkundungsstollen wurden im unmittelbaren Bereich der Einbindung der Rampe Quarzit-/Biotitschiefer bzw. -gneiss mit

10 RAMPA DI COLLEGAMENTO OVEST

10.1 PREVISIONE GEOLOGICA

- **Basi della previsione geologica**

La previsione si basa sia sui risultati delle prospezioni effettuate in fase di progettazione definitiva della Galleria di Base del Brennero sia sulle conoscenze acquisite nel corso dello scavo del cunicolo esplorativo Innsbruck – Ahrental.

- **Descrizione litologia**

La progettata rampa di collegamento ovest può essere suddivisa in tre settori omogenei:

Dal km 0 alla progr. 0+190 ca. è prevista la presenza della "serie a tetto" della zona delle filladi di quarzo di Innsbruck, caratterizzata sostanzialmente da filladi quarzifere con strati quarzitici e di gneiss. In via subordinata è possibile la presenza di intercalazioni di metabasiti (scisti verdi, scisti cloritici), fillade grafite nonch  di porfiroidi e marmi calcarei-dolomitici.

Nella zona centrale dalla progr. km 0+190 fino alla progr. km 0+205 ca.   prevista la presenza di scisti verdi con strati quarzitici e di gneiss in misura minore e filladi di quarzo della parte della zona delle filladi di quarzo di Innsbruck caratterizzata da un elevato grado di metamorfismo.

Nel cunicolo esplorativo   stato intersecato in questa zona un tratto dallo spessore di ca. 30 m con metabasiti (scisti verdi, cloritoscisti, fillade cloritica). Dove questi orizzonti non sono separati dalla fillade quarzifera a causa della presenza di vie di taglio o faglie fragili, le intercalazioni di metabasiti presentano dei passaggi continui verso la fillade quarzifera.

Dalla progressiva 0+208 fino all'allacciamento al cunicolo esplorativo alla progr. 0+253,208 sono previsti nella rampa di collegamento ovest scisti di biotite e quarzite presenti in quella parte della fillade quarzifera di Innsbruck caratterizzata da elevato metamorfismo.

Nel cunicolo esplorativo sono state intersecate nelle immediate vicinanze dell'allacciamento alla rampa scisti di quarzite e biotite con inclusioni di

Grünschiefereinschaltungen angetroffen, wobei sich Gesteine durch einen fließenden Übergang ineinander kennzeichnen.

• **Strukturen und Störungen**

Die dominante S3-IQP Schieferung besitzt eine flache nach W bis WNW einfallende Orientierung.

Als größere zu erwartende Sprödstörung im zweiten Homogenbereich (Grünschiefer - Höher metamorpher Anteil der Innsbrucker Quarzphyllitzone) wird die Störung ESI-f3190 des Wipptal Störungssystems prognostiziert.

10.2 HYDROGEOLOGISCHE PROGNOSE

Bei den Prognosen der instationären und stationären Zutritte handelt es sich um Mengen, die bei Auffahren des behandelten Tunnels zu erwarten sind, die jedoch abhängig vom Bauablauf, durch das gleichzeitige oder vorzeitige Auffahren anderer Röhren beeinflusst werden, und dahingehend eine weitere Reduzierung erfahren können.

10.2.1 Hydrogeologische Homogenbereiche

Zur Ermittlung der Wasserzutritte im Tunnel wird die Trasse der Verbindungsrampe West in folgenden hydrogeologischen Homogenbereich eingeteilt. Dieser Homogenbereich ist im geologischen Längsschnitt in der Zeile 26 Hydrogeologische Homogenbereiche dargestellt.

Homogenbereich 1:

Länge: 253,208m (TM 0,000 bis TM 253,208)

Der Tunnel quert den Mittelgebirgsbereich, der in diesem Abschnitt durch den bestehenden Erkundungsstollen Innsbruck-Ahrental bereits durchörtert ist und im Nahbereich zum aufzufahrenden Tunnel liegt.

Lithologie: vorrangig sind Quarzphyllite, es treten auch verschiedene Formen von Schiefen, es überwiegen die Quarzschiefer und Chloritschiefer auf; aus hydrogeologischer Sicht sind die sehr untergeordnet und als isoliert auftretende

scisti verdi, ove il confine tra i tipi di roccia non si presenta nettamente delineato.

• **Strutture e faglie**

La scistosità dominante S3-IQP presenta un orientamento che si immerge con pendenza ridotta a moderata in direzione da O a ONO.

Le previsioni indicano, come maggiore faglia fragile nel secondo settore omogeneo (scisti verdi - parte della fillade quarzifera di Innsbruck caratterizzata da elevato metamorfismo), la faglia ESI-f3190 appartenente al sistema di faglia della Wipptal.

10.2 PREVISIONE IDROGEOLOGICA

Le previsioni delle venute in regime stazionario e non stazionario forniscono dei valori sulle quantità di acqua da aspettarsi durante i lavori di scavo della galleria in oggetto; tuttavia dipendono dallo svolgimento dei lavori, possono variare conseguentemente all'avanzamento contemporaneo o precedente su altri fronti e di conseguenza diminuire ulteriormente.

10.2.1 Settori idrogeologici omogenei

Per determinare le venute d'acqua in galleria, il tracciato della rampa di collegamento ovest viene inserito nel seguente settore omogeneo dal punto di vista idrogeologico. Questo settore omogeneo è rappresentato nel profilo geologico alla riga 26 - Settori Idrogeologici Omogenei.

Settore omogeneo 1:

Lunghezza: 253,208m (da progr. 0,000 fino a progr. 253,208)

La galleria attraversa la zona dell'altopiano che in questo tratto è già intersecato dal cunicolo esplorativo Innsbruck-Ahrental esistente e si trova nelle vicinanze della galleria ancora da scavare.

Litologie: predominano le filladi di quarzo ma sono presenti anche diverse forme scistose, soprattutto scisti quarzitici cloritici; dal punto di vista idrogeologico vanno citati i corpi carbonatici (marmi calcarei e dolomitici) di poco rilievo e

Karbonatkörper (Kalk- und Dolomitmarmore) zu erwähnen. presenti in modo isolato.

Störungen: Aus hydrogeologischer Sicht sind Kleinstörungen bzw. spröde Störungen des Nord-Süd streichenden Wipptal Störungssystems möglich, die aufgrund ihres abschiebenden Charakters, der schiefer- und phyllitreichen Lithologien als nicht relevant eingestuft werden.

Faglie: Dal punto di vista idrogeologico, è possibile la presenza di faglie piccole nonché di faglie fragili appartenenti al sistema di faglie del Wipptal che si estende da nord a sud e da classificare come irrilevanti, sia perché si presentano frequentemente come faglie dirette o normali che per la litologia ricca di scisti e filladi.

Hydraulische Durchlässigkeiten: generell liegen gering durchlässige Gesteine ($K < 10^{-8} \text{ m/s}$) vor, ausgenommen in den Störungszonen, in denen die hydraulischen Durchlässigkeiten insbesondere in den aufgelockerten Bereichen (Damage zones) leicht ansteigen können. Dabei verhindern aber die phyllitischen Gesteine größere hydraulische Durchlässigkeiten, welche im Bereich von $10^{-6} \text{ m/s} > K > 10^{-8} \text{ m/s}$ liegen. Ebenso können eventuell vorkommende Karbonatkörper letztgenannte hydraulische Durchlässigkeiten erreichen.

Conducibilità idrauliche: la conducibilità dell'ammasso roccioso è generalmente bassa ($K < 10^{-8} \text{ m/s}$), tranne che nelle zone di faglia in cui la conducibilità idraulica potrebbe aumentare leggermente, in particolare nelle zone fratturate (Damage zones). In questo caso tuttavia gli ammassi filladici impediscono conducibilità idrauliche maggiori attorno a $10^{-6} \text{ m/s} > K > 10^{-8} \text{ m/s}$. Anche gli eventuali corpi carbonatici presenti possono raggiungere questi livelli di conducibilità idraulica.

Hydraulische Druckhöhen: Die hydraulischen Druckhöhen auf Tunnelniveau erreichen in diesem Homogenbereich 0 bis 100m.

Livelli piezometrici: I livelli piezometrici a quota galleria variano, in questo settore omogeneo, da 0 a 100m.

Dokumentierte Wasserzutritte: die Ortsbrust war zumeist bergfeucht bzw. trocken. In Störzonen sowie in der damage Zone einer Störzone wurden 0 bis $< 10 \text{ l/min}$ pro 10 m ab der Ortsbrust angetroffen. Innerhalb der Störzonen wurden punktuell Tropfwasserzutritte und schwaches Rinnwasser mit max. $0,2 \text{ l/s}$ dokumentiert.

Venute d'acqua documentate: il fronte di scavo si presentava prevalentemente con umidità limitata oppure asciutta. Nelle zone di faglia e nelle zone di danneggiamento sono state riscontrate venute di 0 fino a $< 10 \text{ l/min/m}$ a partire dal fronte di scavo. All'interno delle zone di faglia sono stati documentati degli stillicidi e venute d'acqua scorrenti di portata ridotta con un massimo di $0,2 \text{ l/s}$.

Hydraulische Verbindungen: Der Homogenbereich weist aufgrund des Vorkommens von gering durchlässigen Gesteinen insbesondere der phyllitreichen Lithologien und der flachen Lagerung des Gebirgsbaus (Schieferung) keine bis geringe hydraulische Verbindungen mit seicht liegenden Grundwasserkörpern bzw. hydraulischen Elementen auf.

Collegamenti idraulici: Data la presenza di ammassi poco permeabili soprattutto con litologie filladiche e l'orientamento piano dell'ammasso (scistosità), il settore omogeneo non presenta collegamenti idraulici (o ne presenta molto pochi) con i corpi d'acqua a poca profondità o con altri elementi idraulici.

Instationäre Wasserzutritte: Es wird großteils von trockenen Gebirgsverhältnissen bis Tropfwasser ausgegangen, (Klasse: 0 bis $0,2 \text{ l/s}$. Die Zutritte

Venute d'acqua non stazionarie: In genere, è prevista la presenza di ammassi rocciosi asciutti o con stillicidi (Classe: da 0 a $0,2 \text{ l/s}$). Le venute

nehmen rasch ab.

10.2.2 Stationäre Abflüsse

Wie die bereits aufgefahrenen Tunnel zeigen, nehmen die instationären Wasserzutritten stark ab, die stationären Wasserzutritte sind gering.

Wie in der Zeile 33 des Profils der Verbindungsrampe West angeführt, werden die stationären Wasserzutritte für das Bauwerk mit $Q_{stat} < 0,5 \text{ l/s}$ prognostiziert.

d'acqua diminuiscono rapidamente.

10.2.2 Deflussi in regime stazionario

Come è dimostrato dalle gallerie già scavate, le portate delle venute d'acqua a regime transitorio diminuiscono fortemente, le venute d'acqua in regime stazionario sono modeste.

Come indicato nella riga 33 del profilo "galleria di collegamento est", si prevedono venute d'acqua in regime stazionario per l'opera pari a $Q_{stat} < 0,5 \text{ l/s}$.

11 ZUGANGSTUNNEL ZUR NOTHALTESTELLE INNSBRUCK

11.1 GEOLOGISCHE PROGNOSE

- **Grundlagen der geologischen Prognose**

Die Prognose beruht sowohl auf den Ergebnissen der Erkundungen aus der Einreichphase des Brenner-Basistunnels, als auch insbesondere der im Zuge des Vortriebes des Erkundungsstollens Innsbruck-Ahrental und des Zugangstunnel Ahrental gewonnenen Erkenntnissen.

- **Lithologische Beschreibung**

Der geplante Zugangstunnel zur Nothaltestelle liegt zur Gänze in der "Hangenden Serie" der Innsbrucker Quarzphyllitzone, welche hier im Wesentlichen durch Quarzphyllit mit quarzitisch-gneisigen Lagen gekennzeichnet ist. Daneben können untergeordnet Einschaltungen von Metabasiten (Grünschiefer, Chloritschiefer), Graphitphyllit sowie Porphyroid und Kalk- und Dolomitmarmoren auftreten.

Im Zugangstunnel Ahrental wurden im unmittelbaren Bereich der Einbindung des Zufahrtstunnels eine flach liegende Wechsellagerung von Quarzphyllit und Quarzitschiefer angetroffen, wobei sich Gesteine durch einen fließenden Übergang ineinander kennzeichnen.

- **Strukturen und Störungen**

Die dominante S3-IQP Schieferung besitzt eine flache nach NNW einfallende Orientierung.

Auf Tunnelniveau werden keine relevanten Störungszonen prognostiziert.

11.2 HYDROGEOLOGISCHE PROGNOSE

Bei den Prognosen der instationären und stationären Zutritte handelt es sich um Mengen, die bei Auffahren des behandelten Tunnels zu erwarten sind, die jedoch abhängig vom Bauablauf, durch das gleichzeitige oder vorzeitige Auffahren anderer Röhren beeinflusst werden, und dahingehend eine weitere Reduzierung erfahren

11 GALLERIA DI ACCESSO ALLA FERMATA DI EMERGENZA DI INNSBRUCK

11.1 PREVISIONE GEOLOGICA

- **Basi della previsione geologica**

La previsione si basa sia sui risultati delle prospezioni effettuate in fase di progettazione definitiva della Galleria di Base del Brennero sia sulle conoscenze acquisite nel corso dello scavo del cunicolo esplorativo Innsbruck – Ahrental e della galleria di accesso di Ahrental.

- **Descrizione litologia**

La galleria di accesso prevista per la fermata di emergenza si trova integralmente nella "serie a tetto" della zona delle filladi di quarzo di Innsbruck, caratterizzata sostanzialmente da filladi quarzifere con strati quarzitici e di gneiss. In via subordinata è possibile la presenza di intercalazioni di metabasiti (scisti verdi, scisti cloritici), di fillade grafite nonché di porfiroidi e marmi calcarei-dolomitici.

Nella galleria di accesso di Ahrental è stata intersecata nelle immediate vicinanze dell'allacciamento alla rampa un'alternanza a pendenza ridotta di filladi di quarzo e scisti quarzitici, ove il confine tra i tipi di roccia non si presenta nettamente delineato.

- **Strutture e faglie**

La scistosità dominante S3-IQP presenta un orientamento che si immerge con pendenza ridotta in direzione NNO.

Non sono previste zone di faglia rilevanti a quota galleria.

11.2 PREVISIONE IDROGEOLOGICA

Le previsioni delle venute in regime stazionario e non stazionario forniscono dei valori sulle quantità di acqua da aspettarsi durante i lavori di scavo della galleria in oggetto; tuttavia dipendono dallo svolgimento dei lavori, possono variare conseguentemente all'avanzamento contemporaneo o precedente su altri fronti e di

können.

11.2.1 Hydrogeologische Homogenbereiche

Zur Ermittlung der Wasserzutritte im Tunnel wird die Trasse des Zugangstunnels zur Nothaltestelle Innsbruck in folgenden hydrogeologischen Homogenbereich eingeteilt. Dieser Homogenbereich ist im geologischen Längsschnitt in der Zeile 26 Hydrogeologische Homogenbereiche dargestellt.

Homogenbereich 1:

Länge: 328,889m (TM 0,000 bis TM 328,889)

Der Tunnel quert den nördlichen Bereich des Mittelgebirges, der in diesem Abschnitt durch den bestehenden Erkundungstollen Innsbruck-Ahrental bereits durchörtert ist, und im Nahbereich zum aufzufahrenden Tunnel liegt. Die Überlagerungen steigen in Richtung Südosten.

Lithologie: vorrangig sind Quarzphyllite, es treten auch verschiedene Formen von Schieferen auf, dabei überwiegen die Quarzschiefer und Chloritschiefer; aus hydrogeologischer Sicht sind die sehr untergeordnet und als isoliert auftretende Karbonatkörper (Kalk- und Dolomitmarmore) zu erwähnen.

Störungen: keine relevante Störungszone auf Tunnelniveau.

Hydraulische Durchlässigkeiten: generell liegen gering durchlässige Gesteine ($K < 10^{-8} \text{ m/s}$) vor, auch Störzonen sind aufgrund der größeren Überlagerungshöhen und der vorkommenden Lithologien in dieser Größenordnung einzustufen. Dabei verhindern aber die phyllitischen Gesteine größere hydraulische Durchlässigkeiten, welche im Bereich von $10^{-6} \text{ m/s} > K > 10^{-8} \text{ m/s}$ liegen. Ebenso können eventuell vorkommende Karbonatkörper letztgenannte hydraulische Durchlässigkeiten erreichen.

Dokumentierte Wasserzutritte: in vergleichbaren Abschnitten des Zugangstunnel Ahrental und Erkundungstollen Innsbruck war die Ortsbrust zumeist trocken bis maximal Tropfwasser.

consequenza diminuire ulteriormente.

11.2.1 Settori idrogeologici omogenei

Per determinare le venute d'acqua in galleria, il tracciato della galleria di accesso alla fermata di emergenza di Innsbruck viene inserito nel seguente settore omogeneo dal punto di vista idrogeologico. Questo settore omogeneo è rappresentato nel profilo geologico alla riga 26 - Settori Idrogeologici Omogenei.

Settore omogeneo 1:

Lunghezza: 328,889m (da progr. 0,000 fino a progr. 328,889)

La galleria attraversa la zona nord dell'altopiano che in questo tratto è già intersecato dal cunicolo esplorativo Innsbruck-Ahrental esistente e si trova nelle vicinanze della galleria ancora da scavare. Le coperture aumentano in direzione sudest.

Litologie: predominano le filladi di quarzo ma sono presenti anche diverse forme scistose, soprattutto scisti quarzitici e cloritici; dal punto di vista idrogeologico vanno citati i corpi carbonatici (marmi calcarei e dolomitici) di poco rilievo e presenti in modo isolato.

Faglie: nessuna zona di faglia rilevante su livello di galleria.

Permeabilità idrauliche: troviamo in genere ammassi rocciosi permeabili ($K < 10^{-8} \text{ m/s}$) e anche le zone di faglia vanno classificate in quest'ordine di grandezza a causa delle coperture maggiori e delle litologie presenti. In questo caso, gli ammassi filladici impediscono conducibilità idrauliche maggiori attorno a $10^{-6} \text{ m/s} > K > 10^{-8} \text{ m/s}$. Anche gli eventuali corpi carbonatici presenti possono raggiungere questi livelli di conducibilità idraulica.

Venute d'acqua documentate: nei tratti paragonabili della galleria di accesso di Ahrental e del cunicolo esplorativo, il fronte di scavo si presentava prevalentemente asciutto con al

massimo la presenza di stillicidi.

Hydraulische Druckhöhen: Wässer mit äußerst geringer Ergiebigkeit auf Tunnelniveau, können in diesem Homogenbereich auch hydraulische Druckhöhen der Klasse >300 bis 600 m erreichen, da trotz der Nähe und der dränierenden Wirkung des Erkundungstunnels und des ZG Ahrental, aber aufgrund der großen Überlagerungen und der geringen hydraulischen Durchlässigkeiten von sehr steilen Absenktrichtern um bestehende Tunnel ausgegangen wird.

Hydraulische Verbindungen: Der Homogenbereich weist aufgrund des Vorkommens von gering durchlässigen Gesteinen insbesondere der phyllitreichen Lithologien und der flachen Lagerung des Gebirgsbaus (Schieferung) keine bis geringe hydraulische Verbindungen mit seicht liegenden Grundwasserkörpern bzw. hydraulischen Elementen auf.

Instationäre Wasserzutritte: Es wird von trockenen Gebirgsverhältnissen bis Tropfwasser ausgegangen, (Klasse: 0 bis 0,2l/s).

11.2.2 Stationäre Abflüsse

Wie die bereits aufgefahrenen Tunnel zeigen, nehmen die instationären Wasserzutritten stark ab, die stationären Wasserzutritte sind gering.

Wie in der Zeile 33 des Profils des Zugangstunnels zur Nothaltestelle angeführt, werden die stationären Wasserzutritte für das Bauwerk mit $Q_{stat} < 0,5 \text{ l/s}$ prognostiziert.

Livelli piezometrici: Le acque dalla portata estremamente ridotta al livello della galleria possono raggiungere in questo settore omogeneo anche livelli piezometrici della classe da >300 fino a 600m, dato che nonostante la vicinanza e l'effetto drenante del cunicolo esplorativo e della galleria di accesso di Ahrental, viste le coperture significative e la bassa permeabilità idraulica si presume la presenza di coni di depressione molto stretti attorno alle gallerie esistenti.

Collegamenti idraulici: Data la presenza di ammassi poco permeabili soprattutto con litologie filladiche e l'orientamento piano dell'ammasso (scistosità), il settore omogeneo non presenta collegamenti idraulici (o ne presenta molto pochi) con i corpi d'acqua a poca profondità o con altri elementi idraulici.

Venute d'acqua non stazionarie: In genere, è prevista la presenza di ammassi rocciosi asciutti o con stillicidi (Classe: da 0 a 0,2l/s).

11.2.2 Deflussi in regime stazionario

Come è dimostrato dalle gallerie già scavate, le portate delle venute d'acqua a regime transitorio diminuiscono fortemente, le venute d'acqua in regime stazionario sono modeste.

Come indicato nella riga 33 del profilo "galleria di collegamento est", si prevedono venute d'acqua in regime stazionario per l'opera pari a $Q_{stat} < 0,5 \text{ l/s}$.

12 NOTHALTESTELLE INNSBRUCK

12.1 GEOLOGISCHE PROGNOSE

Aufgrund der einzelnen Bauteile im Bereich der Nothaltestelle ist im geologischen Längenschnitt (01 GH4 GP 004 GLS - 00002 00) neben dem Längenschnitt entlang der Achse des Mittelstollens auch ein Horizontalschnitt der gesamten Nothaltestelle auf Niveau der Hauptröhren mit den unterschiedlichen Projektkilometrierungen dargestellt.

- **Grundlagen der geologischen Prognose**

Die Prognose beruht sowohl auf den Ergebnissen der Erkundungen aus der Einreichphase des Brenner-Basistunnels, als auch insbesondere der im Zuge des Vortriebes des Erkundungsstollens Innsbruck-Ahrental und des Zugangstunnels Ahrental gewonnenen Erkenntnissen.

- **Lithologische Beschreibung**

In diesem Abschnitt wird übergeordnet Innsbrucker Quarzphyllit mit quarzitisch-gneisigen Lagen prognostiziert. Untergeordnet können Einschaltungen von Metabasiten (Grünschiefer, Chloritschiefer), Graphitphyllit sowie von Kalk-Dolomitmarmor und Porphyroid auftreten.

Der Erkundungsstollen zeigt in diesem Abschnitt monotone Abfolgen von Quarzphyllit mit quarzitisch-gneisigen Lagen. In der Ortsbrustdokumentation wurden diese als Quarzphyllit und Quarzitschiefer beschrieben. Daneben wurden geringmächtige Einschaltungen von Biotitschiefer /-gneiss angetroffen.

- **Strukturen und Störungen**

Die dominante S3-IQP Schieferung besitzt von km 0 bis km 0+620 ca. (km-Angabe Mittelstollen) eine flache nach NNW bis NNE einfallende Orientierung. Im Abschnitt von km 0+620 bis km 0+840,556 besitzt die Schieferung eine mittelsteile bis steile nach NNW bis NNE einfallende Orientierung.

Als größere zu erwartende Sprödstörungen werden die Störungen ESI-f4158, ESI-f4202, ESI-

12 FERMATA DI EMERGENZA DI INNSBRUCK

12.1 PREVISIONE GEOLOGICA

Date le singole strutture nella zona della fermata d'emergenza, nel profilo geologico longitudinale (01 GH4 GP 004 GLS - 00002 00) è indicato, oltre al profilo longitudinale lungo l'asse del cunicolo centrale anche un profilo orizzontale dell'intera fermata d'emergenza alla quota delle canne principali con le varie progressive chilometriche di progetto.

- **Basi della previsione geologica**

La previsione si basa sia sui risultati delle prospezioni effettuate in fase di progettazione definitiva della Galleria di Base del Brennero sia sulle conoscenze acquisite nel corso dello scavo del cunicolo esplorativo Innsbruck – Ahrental e della galleria di accesso di Ahrental.

- **Descrizione litologia**

Per questa sezione si prevede prevalentemente la presenza della fillade quarzifera di Innsbruck con strati quarzitico-gneissici. In via subordinata sono possibili delle intercalazioni di metabasiti (scisti verdi, scisti cloritici), fillade grafitica nonché di marmi calcarei-dolomitici e di porfiroidi.

In questa sezione, il cunicolo esplorativo presenta delle sequenze monotone di fillade quarzifera con strati quarzitico-gneissici. Nella documentazione relativa al fronte di scavo queste sono state descritte come fillade quarzifera e scisti quarzitici. Sono state inoltre riscontrate inclusioni di dimensioni minori di scisti di biotite e di quarzo.

- **Strutture e faglie**

Dalla progr. km 0 fino alla progr. km 0 +620 ca. (indicazioni relative al cunicolo centrale), la scistosità dominante S3-IQP si immerge con pendenza ridotta e un orientamento NNO - NNE. Nel tratto dalla progressiva 0 +620 sino alla progressiva 0+840,556, la scistosità si immerge con pendenze da medie ad elevate e orientamento NNO - NNE.

Le previsioni indicano come maggiori faglie fragili le faglie ESI-f4158, ESI-f4202 e ESI-f4393

f4393 des Wipptal Störungssystems prognostiziert.

Als bedeutende Störungszone wird die schleifend bis schräg zu den Achsen des Mittelstollens, Ost- und Weströhre orientierte Störungszone ESI-f4158 (SZ-IQP-AS1) prognostiziert, eine mittelsteil westfallende Störungszone bestehend aus 3 unterschiedlich mächtigen Störungen mit ähnlicher Orientierung. Die mächtigste Störung besteht aus 2 bis 3 mehreren dm-mächtigen Scherbahnen fault gouge, die einen etwa 6 m mächtigen Bereich Protokataklasit begrenzen.

Im Erkundungsstollen wurde in diesem Bereich über einen längeren Zeitraum fortlaufend druckhaftes Gebirgsverhalten mit kriechender Verformung beobachtet.

12.1.1 Orientierung der Störung in Bezug auf Tunnelachsen der Bauwerke der NHS Innsbruck

In Abbildung 22 werden die räumlichen Orientierungen der prognostizierten Störungssysteme in Bezug auf die Tunnelachse der Bauwerke der NHS in der Lagekugeldarstellung abgebildet.

Wipptal Störungssystem (AS, grüne Fläche; flach bis steil W- und E-fallend): Die Orientierung der Störung (Abschiebungen) zum Hohlraum ist für die Bauwerke Mittelstollen, BBT Oströhre und BBT Weströhre parallel bis schräg, für die Bauwerke Verbindungsstollen, Abluftquerstollen und Entlastungsstollen schräg bis querschlägig.

appartenenti al sistema di faglie della Wipptal.

Le previsioni indicano come zona di faglia significativa la zona di faglia ESI-f4158 (SZ-IQP-AS1) che presenta un andamento da subparallelo a inclinato rispetto agli assi del cunicolo centrale e delle canne est e ovest; si tratta di una zona di faglia che si immerge ad ovest con pendenza media e comprende 3 faglie di diverso spessore con orientamento simile. La faglia più importante comprende da 2 a 3 piani di taglio con spessore misurabile in diversi dm e fault gouge che delimitano una zona di protocataclasti di ca. 6 m di spessore.

Nel cunicolo esplorativo è stato osservato, per il tratto in oggetto e per un periodo prolungato, un comportamento dell'ammasso roccioso continuamente spingente con deformazioni scorrenti.

12.1.1 Orientamento della faglia rispetto agli assi di galleria delle opere per la fermata d'emergenza di Innsbruck

Nella fig. 22 sono rappresentati gli orientamenti spaziali dei sistemi di faglie previsti rispetto all'asse di galleria relativa alle opere per la fermata di emergenza sotto forma di rappresentazioni stereografiche (reticolo equiareale di Schmidt).

Sistema di faglia della Wipptal (AS, area verde; immergente con pendenza da ridotta a elevata verso ovest ed est): La faglia (faglia normale) presenta un orientamento rispetto alle cavità che va da parallelo a inclinato per le opere del cunicolo centrale e le canne est ed ovest della BBT, mentre si presenta inclinato o trasversale rispetto ai cunicoli di collegamento e i cunicoli trasversali di aspirazione e di scarico.

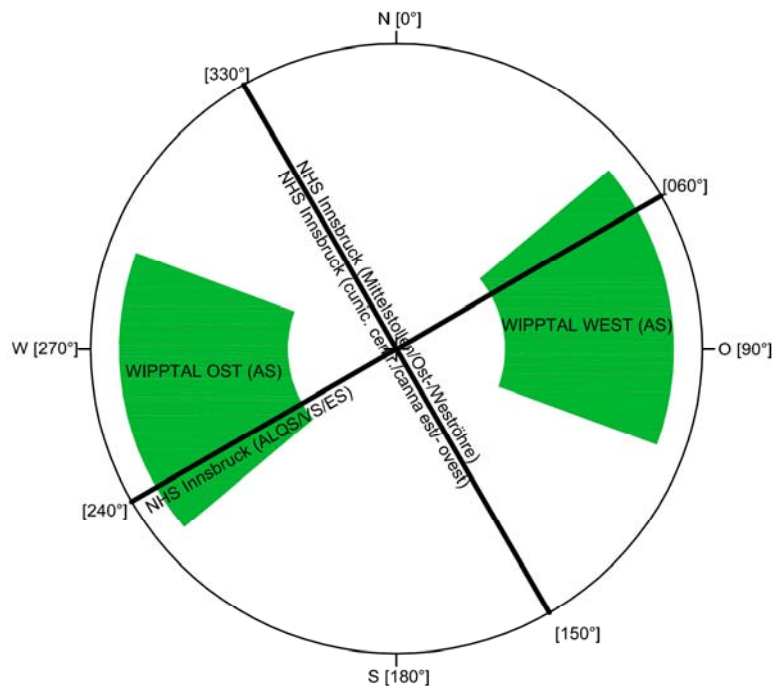


Abb. 24 Lagekugeldarstellung mit aufgetragenen Störungszonen der Bauwerke der Nothaltestelle Innsbruck

Fig. 24 Rappresentazione stereografica (reticolo equiareale di Schmidt) delle zone di faglie presenti nelle costruzioni nella fermata di emergenza di Innsbruck

12.2 HYDROGEOLOGISCHE PROGNOSE

Die Prognose gilt für das erstaufgefahrene Bauwerk. Die Zutritte in den folgenden Bauwerken sind aufgrund der drainierenden Wirkung des ersten Bauwerks nochmals geringer.

12.2.1 Hydrogeologische Homogenbereiche

Zur Ermittlung der Wasserzutritte im Tunnel wird die Trasse der Nothaltestelle Innsbruck in folgenden hydrogeologischen Homogenbereich eingeteilt. Dieser Homogenbereich ist im geologischen Längsschnitt in der Zeile 26 Hydrogeologische Homogenbereiche dargestellt.

Homogenbereich 1:

Länge: 840,556m (TM 0,000 bis 840,556)

Der Tunnel quert den nördlichen Bereich des Patscherkofel Nord-Hanges, der durch den bestehenden Erkundungsstollen Innsbruck-Ahrental bereits durchörtert ist, und im Nahbereich zum aufzufahrenden Tunnel liegt. Die Überlagerungen steigen in Richtung Süden von ca. 500 auf ca. 900 m an, sind also generell hoch.

Lithologie: vorrangig sind Quarzphyllite, es treten

12.2 PREVISIONE IDROGEOLOGICA

La previsione é valida per la messa in opera del primo avanzamento. A causa dell'effetto drenante della prima galleria le venute d'acqua nei avanzamenti seguenti sono minori.

12.2.1 Settori idrogeologici omogenei

Per determinare le venute d'acqua in galleria, il tracciato della fermata di emergenza di Innsbruck viene inserito nel seguente settore omogeneo dal punto di vista idrogeologico. Questo settore omogeneo è rappresentato nel profilo geologico alla riga 26 - Settori Idrogeologici Omogenei.

Settore omogeneo 1:

Lunghezza: 840,556m (da progr. 0,000 fino a progr. 840,556)

La galleria attraversa la zona nord del versante nord del monte Patscherkofel, che è già intersecato dal cunicolo esplorativo Innsbruck-Ahrental esistente e si trova nelle vicinanze della galleria ancora da scavare. Le coperture aumentano in direzione sud da ca. 500 a ca. 900 m, e quindi sono generalmente coperture alti.

Litologie: predominano le filladi di quarzo ma sono

auch verschiedene Formen von Schiefern auf, dabei überwiegen die Quarzschiefer und Chloritschiefer; aus hydrogeologischer Sicht sind die sehr untergeordnet und als isoliert auftretende Karbonatkörper (Kalk- und Dolomitmarmore) zu erwähnen.

Störungen: Aus hydrogeologischer Sicht sind neben Kleinstörungen bzw. nicht lokalisierbare spröde Störungen des Nord-Süd streichenden Wipptal Störungssystems die W-einfallenden Störungen des ESI-f4158, ESI-f4202 und ESI-f4293 zu erwähnen. In und im Nahbereich derselben treten Zutritte der Klasse $>0-10$ l/min/10m auf. Es handelt sich also um geringe Wassermengen. Generell sind die Störungen aufgrund ihres häufig abschiebenden Charakters, der schiefer- und phyllitreichen Lithologien als nicht relevant einzustufen.

Hydraulische Durchlässigkeiten: generell liegen gering durchlässige Gesteine ($K < 10^{-8}$ m/s) vor, auch Störzonen sind aufgrund der größeren Überlagerungshöhen und der vorkommenden Lithologien in dieser Größenordnung einzustufen.

Dokumentierte Wasserzutritte: die Ortsbrust war zumeist bergfeucht bzw. trocken. In Störzonen sowie in der damage Zone einer Störzone wurden 0 bis <10 l/min pro 10m ab der Ortsbrust angetroffen. Innerhalb der Störzonen wurden punktuell Tropfwasserzutritte und schwaches Rinnwasser mit max. 0,2 l/s dokumentiert.

Hydraulische Druckhöhen: Die hydraulischen Druckhöhen auf Tunnelniveau erreichen in diesem Homogenbereich 100 bis 300m, da trotz der Nähe und der dränierenden Wirkung des Erkundungstunnels, aber aufgrund der geringen hydraulischen Durchlässigkeiten von steilen Absenktrichtern um bestehende Tunnel ausgegangen wird.

Hydraulische Verbindungen: Der Homogenbereich weist aufgrund des Vorkommens von gering durchlässigen Gesteinen insbesondere der phyllitreichen Lithologien, der flachen Lagerung des Gebirgsbaus (Schieferung) sowie der großen

presenti anche diversi forme scistose, soprattutto scisti quarzitici e cloritici; dal punto di vista idrogeologico vanno citati i corpi carbonatici (marmi calcarei e dolomitici) di poco rilievo e presenti in modo isolato.

Faglie: Dal punto di vista idrogeologico, apparte della presenza di faglie piccole e di faglie fragili non localizzabili appartenenti al sistema di faglie del Wipptal che si estende da nord a sud, sono da nominare le faglie che immergono in direzione W ESI-f4158, ESI-f4202 und ESI-f4293. In queste e in vicinanza di queste compaiono venute d'acqua della classe $>0-10$ l/min/10m. Comunque si tratta di portate minori. In genere, le faglie sono da classificare come irrilevanti, sia perché si presentano frequentemente come faglie dirette o normali che per la litologia ricca di scisti e filladi.

Permeabilità idrauliche: troviamo in genere ammassi rocciosi permeabili ($K < 10^{-8}$ m/s) e anche le zone di faglia vanno classificate in quest'ordine di grandezza a causa delle coperture maggiori e delle litologie presenti.

Venute d'acqua documentate: il fronte di scavo si presentava prevalentemente con umidità limitata oppure asciutto. Nelle zone di faglia e nelle zone di danneggiamento sono state riscontrate venute di 0 fino a <10 l/min a partire dal fronte di scavo. All'interno delle zone di faglia sono stati documentati degli stillicidi e venute d'acqua scorrenti di portata ridotta con un massimo di 0,2 l/s.

Livelli piezometrici: I livelli piezometrici a quota galleria variano, in questo settore omogeneo, da 100 a 300m, dato che nonostante la vicinanza e l'effetto drenante del cunicolo esplorativo, vista la bassa conducibilità idraulica si presume la presenza di stretti coni di depressione attorno alle gallerie esistenti.

Collegamenti idraulici: Data la presenza di ammassi poco permeabili soprattutto con litologie filladiche, l'orientamento piano dell'ammasso (scistosità) e la copertura elevata, il settore omogeneo non presenta collegamenti idraulici (o

Überlagerungen, keine bis geringe hydraulische Verbindungen mit seicht liegenden Grundwasserkörpern bzw. hydraulischen Elementen auf.

Instationäre Wasserzutritte: Es wird größtenteils von trockenen Gebirgsverhältnissen bis Tropfwasser ausgegangen, (Klasse: 0 bis 0,2l/s). Einzelne leicht rinnende kleine diskrete Wasserzutritte sind im Bereich der prognostizierten Störzonen möglich (Klasse: >0,2 bis 2l/s). Die Zutritte nehmen rasch ab.

12.2.2 Stationäre Abflüsse

Wie die bereits aufgefahrenden Tunnel zeigen, nehmen die instationären Wasserzutritten stark ab, die stationären Wasserzutritte sind gering.

Wie in der Zeile 33 des Profils der Nothaltestelle angeführt, werden die stationären Wasserzutritte für das Bauwerk mit $Q_{stat} < 1 \text{ l/s}$ prognostiziert.

ne presenta molto pochi) con i corpi d'acqua a poca profondità o con altri elementi idraulici.

Venute d'acqua non stazionarie: In genere, è prevista la presenza di ammassi rocciosi asciutti o con stillicidi (Classe: da 0 a 0,2l/s). Sono possibili alcune singole venute d'acqua di dimensioni ridotte e portata limitata nelle zone di faglie pronosticate (Classe: da >0,2 a 2l/s). Le venute d'acqua diminuiscono rapidamente.

12.2.2 Deflussi in regime stazionario

Come è dimostrato dalle gallerie già scavate, le portate delle venute d'acqua a regime transitorio diminuiscono fortemente, le venute d'acqua in regime stazionario sono modeste.

Come indicato nella riga 33 del profilo "galleria di collegamento est", si prevedono venute d'acqua in regime stazionario per l'opera pari a $Q_{stat} < 1 \text{ l/s}$.

13 POTENTIELLER HYDROGEOLOGISCHER EINFLUSSBEREICH UND BEWEISSICHERUNGSRAUM

Der potentielle hydrogeologische Einflussbereich entspricht auch dem wasserwirtschaftlichen Beweissicherungsraum für die Bauwerke (siehe Abb. 25).

Im potentiellen Einflussbereich wird während der Vortriebe in Abhängigkeit von den Ereignissen (Zutritten) beim Vortrieb und in Abhängigkeit des Vortriebsstandes das wasserwirtschaftliche Beweissicherungsprogramm an Quellen, Gerinnen und Grundwassermessstellen intensiviert.

Die Beweissicherung an der Oberfläche wird dahingehend von Vorkommnissen, insbesondere Wasserzutritten, im Tunnel gesteuert.

13 POTENZIALE ZONA DI INFLUENZA IDROGEOLOGICA E AREA DI MONITORAGGIO

La potenziale zona di influenza idrogeologica corrisponde anche alla zona di monitoraggio delle risorse idriche per le opere (vedi fig. 25).

Nella potenziale zona di influenza, nel corso dello scavo, a seconda dei risultati (afflussi) ottenuti nel corso dello scavo e a seconda dello stato di avanzamento, viene intensificato il progetto di monitoraggio delle risorse idriche presso sorgenti, torrenti e piezometri.

In riferimento a ciò, le attività di monitoraggio in superficie vengono gestite da eventi, in particolare da venute d'acqua.

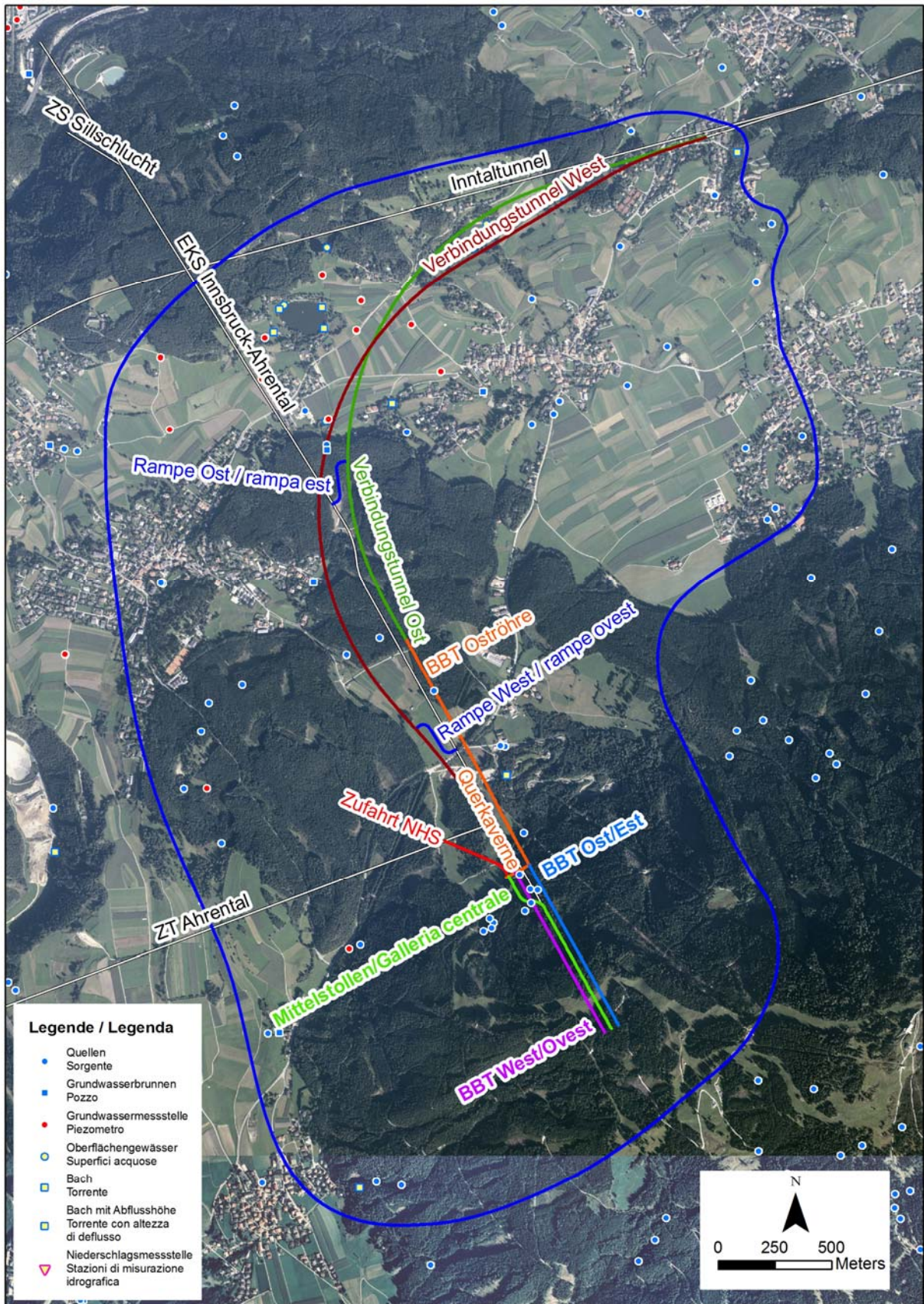


Abb. 25 Wasserwirtschaftlicher Beweissicherungsraum für die Bauwerke.

Fig. 25 Area di monitoraggio delle risorse idriche per le opere costruttive.

14 LITERATURVERZEICHNIS

Haditsch, G. & Mostler, H. (1982): Zeitliche und stoffliche Gliederung der Erzvorkommen im Innsbrucker Quarzphyllit. - Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, 12, p.1-40.

Haditsch, J.-G. & Mostler, H. (1983): The succession of ore mineralization of the lower Austroalpine Innsbruck quartz phyllite. - In: Schneider, H.J. (ed.): Mineral deposits of the Alps, Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, p. 20.

Mostler, H., Heissel, G. & Gasser, G. (1982): Untersuchung von Erzlagerstätten im Innsbrucker Quarzphyllit und auf der Alpeiner Scharte.- Arch. F. Lagerst.forsch. Geol. B.-A. Wien, 1, p. 77-83.

Rockenschaub M., Kolenprat B., Nowotny A. (2003): Innsbrucker Quarzphyllitkomplex, Tarntaler Mesozoikum, Patscherkofelkristallin. - In: Geologische Bundesanstalt (Hrsg.): Arbeitstagung 2003 „Brenner“, Blatt 148 Brenner: 41–58.

14 BIBLIOGRAFIA

Haditsch, G. & Mostler, H. (1982): Zeitliche und stoffliche Gliederung der Erzvorkommen im Innsbrucker Quarzphyllit. - Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, 12, p.1-40.

Haditsch, J.-G. & Mostler, H. (1983): The succession of ore mineralization of the lower Austroalpine Innsbruck quartz phyllite. - In: SCHNEIDER, H.J. (ed.): Mineral deposits of the Alps, Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, p. 20.

Mostler, H., Heissel, G. & Gasser, G. (1982): Untersuchung von Erzlagerstätten im Innsbrucker Quarzphyllit und auf der Alpeiner Scharte.- Arch. F. Lagerst.forsch. Geol. B.-A. Wien, 1, p. 77-83.

Rockenschaub M., Kolenprat B., Nowotny A. (2003): Innsbrucker Quarzphyllitkomplex, Tarntaler Mesozoikum, Patscherkofelkristallin. - In: Geologische Bundesanstalt (Hrsg.): Arbeitstagung 2003 „Brenner“, Blatt 148 Brenner: 41–58.