

Langbericht Nr. Codice generale	Einlage Allegato	Ausfertigung Identificativo copia		
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> AUSBAU EISENBAHNACHSE MÜNCHEN - VERONA </div> <div style="text-align: center;"> POTENZIAMENTO ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;"> BRENNER BASISTUNNEL </div> <div style="text-align: center;"> GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;"> UVE Änderungsoperat Einfahrt Bahnhof Innsbruck </div> <div style="text-align: center;"> DCA Elaborato di modifica Allacciamento stazione di Innsbruck </div> </div>				
<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>Fachbereich</p> <p style="text-align: center;">Umwelt - Mensch</p> <p>Thema</p> <p style="text-align: center;">Erschütterung</p> <p style="text-align: center;">Technischer Bericht</p> <p>Titel</p> <p style="text-align: center;">Erschütterungen und sekundärer Luftschall</p> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>Settore</p> <p style="text-align: center;">Quadro ambientale - Uomo</p> <p>Tema</p> <p style="text-align: center;">Vibrazioni</p> <p style="text-align: center;">Relazione tecnica</p> <p>Titolo</p> <p style="text-align: center;">Vibrazioni e Suono secondario</p> </td> </tr> </table>			<p>Fachbereich</p> <p style="text-align: center;">Umwelt - Mensch</p> <p>Thema</p> <p style="text-align: center;">Erschütterung</p> <p style="text-align: center;">Technischer Bericht</p> <p>Titel</p> <p style="text-align: center;">Erschütterungen und sekundärer Luftschall</p>	<p>Settore</p> <p style="text-align: center;">Quadro ambientale - Uomo</p> <p>Tema</p> <p style="text-align: center;">Vibrazioni</p> <p style="text-align: center;">Relazione tecnica</p> <p>Titolo</p> <p style="text-align: center;">Vibrazioni e Suono secondario</p>
<p>Fachbereich</p> <p style="text-align: center;">Umwelt - Mensch</p> <p>Thema</p> <p style="text-align: center;">Erschütterung</p> <p style="text-align: center;">Technischer Bericht</p> <p>Titel</p> <p style="text-align: center;">Erschütterungen und sekundärer Luftschall</p>	<p>Settore</p> <p style="text-align: center;">Quadro ambientale - Uomo</p> <p>Tema</p> <p style="text-align: center;">Vibrazioni</p> <p style="text-align: center;">Relazione tecnica</p> <p>Titolo</p> <p style="text-align: center;">Vibrazioni e Suono secondario</p>			
Ausgangssprache : Deutsch		Maßstab / Scala		
Lingua di partenza : Tedesco		<p style="font-size: small;">DIESES PROJEKT WIRD VON DER EUROPÄISCHEN UNION KOFINANZIERT</p> <p style="font-size: small;">QUESTO PROGETTO È COFINANZIATO DALL'UNIONE EUROPEA</p> <p style="font-size: small;">Galleria di Base del Brennero Brenner Basistunnel BBT SE</p> <p style="font-size: x-small;">Piazza Stazione, 1 Grabenweg 3 I-39100 Bolzano A-6020 Innsbruck</p> <p style="font-size: x-small;">Vorstand / Organo di gestione</p> <p style="font-size: x-small;">Konrad Bergmeister Raffaele Zurlo</p>		
Projektkilometer / Progressiva di progetto				
Von da 1+008,136	Bis a 4,6+32,002			
Verfasser: Progettista:				
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1;"> <p style="font-weight: bold; font-size: small;">Rutishauser Ingenieurbüro für Bau, Verkehr und Umwelt GmbH</p> </div> <div style="flex: 1; text-align: center;"> </div> </div>				
Fertigung: Firma:				
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1;"> <p style="font-weight: bold; font-size: small;">Adrian Egger</p> </div> <div style="flex: 1; text-align: center;"> </div> </div>				
Datum: Data: 02.05.2011				
Kostenstelle Centro di costo	Anlage Impianto	Kilometrierung Progressiva chilometrica		
Gegenstand Oggetto	Vertrag Contratto	Dok Typ Tipo doc		
Revision Revisione	Nummer Numero	Revision Revisione		
1 00 000 - AU 000 000 - 00 - D0477 - KTB - 00201 - 30				

Bearbeitungsstand Stato di elaborazione			
Revision Revisione	Änderungen Cambiamenti	Verantwortlicher Dokument Responsabile documento	Datum Data
20	Einreichung Presentazione all'autorità	Egger	02.05.2011
21	Einreichung Presentazione all'autorità	Egger	18.05.2011
30	Abgabeexemplar, keine inhaltliche Änderung Copia di consegna, nessuna modifica di contenuto	BBT	12.04.2013

- * DER IN DER TABELLE ANGEFÜHRTE VERANTWORTLICHE IST VERANTWORTLICH FÜR DIE BEARBEITUNG, DIE PRÜFUNG UND DIE NORMPRÜFUNG DES DOKUMENTES
- * IL RESPONSABILE INDICATO NELLA TABELLA É RESPONSABILE PER L'ELABORAZIONE, LA VERIFICA E LA CONFORMITÀ ALLE NORMATIVE

INHALTSVERZEICHNIS INDICE

1.	EINLEITUNG.....	7
1.	INTRODUZIONE	7
2.	AUFGABENSTELLUNG UND KURZBESCHREIBUNG	7
2.	OBIETTIVI DELLO STUDIO E SINTESI	7
2.1.	Untersuchungsraum	7
2.1.	Area d'indagine	7
3.	GRUNDLAGEN UND BEARBEITUNGSZUGANG	9
3.	CONSIDERAZIONI GENERALI E INTRODUZIONE AI LAVORI	9
3.1.	Zielsetzung	9
3.1.	Obiettivo	9
3.2.	Grundlagen.....	9
3.2.	Dati di riferimento	9
3.2.1.	Grenzwerte.....	10
3.2.1.	Valori limite.....	10
3.2.1.1.	Arbeitnehmerschutz.....	11
3.2.1.1.	Sicurezza dei lavoratori	11
3.2.1.2.	Betriebsphase.....	11
3.2.1.2.	Fase di esercizio.....	11
3.2.1.3.	Bauphase.....	13
3.2.1.3.	Fase di costruzione.....	13
3.3.	Bearbeitungszugang	17
3.3.	Introduzione alla metodologia	17
3.3.1.	Vorgangsweise.....	17
3.3.1.	Procedura.....	17
3.3.2.	Erschütterungsproblematik	20
3.3.2.	Problematika delle vibrazioni	20
3.3.3.	Definition der Untersuchungssituationen	22
3.3.3.	Definizione delle situazioni esaminate	22
3.3.4.	Beschreibung der Methoden zur Erschütterungsuntersuchung	22
3.3.4.	Descrizione della metodologia di indagine relativa alle vibrazioni.....	22
3.3.5.	Ermitteln der Betroffenen	23
3.3.5.	Determinazione delle aree interessate	23
4.	ERSCHÜTTERUNGEN.....	25
4.	VIBRAZIONI.....	25
4.1.	Beschreibung und Bewertung der Ist-Situation.....	25
4.1.	Descrizione e valutazione della situazione attuale	25
4.1.1.	Methodik.....	25
4.1.1.	Metodologia.....	25
4.1.1.1.	Definition der Beeinflussungssensibilität	25
4.1.1.1.	Definizione della sensibilità	25

4.1.1.2.	Vorgangsweise zur Beschreibung der Erschütterungs-Ist-Situation	26
4.1.1.2.	Procedura per la descrizione della situazione attuale in relazione alle vibrazioni	26
4.1.1.3.	Bestehende Immissionsquellen – Vorbelastung	27
4.1.1.3.	Fonti d'immissione esistenti – Livello iniziale di inquinamento	27
4.1.2.	Portalbereich Innsbruck / Sillschlucht	28
4.1.2.	Area portale di Innsbruck / Gola del Sill	28
4.1.2.1.	Vorbelastung	28
4.1.2.1.	Livello iniziale di inquinamento	28
4.1.2.2.	Beeinflussungssensibilität	33
4.1.2.2.	Sensibilità	33
4.1.3.	Zusammenfassende Darstellung der Beeinflussungssensibilität	36
4.1.3.	Descrizione sintetica della sensibilità	36
4.2.	Beschreibung und Bewertung der Auswirkungen	36
4.2.	Descrizione e valutazione degli impatti	36
4.2.1.	Methodik	37
4.2.1.	Metodologia	37
4.2.1.1.	Berechnungsgrundlagen	37
4.2.1.1.	Dati di riferimento per il calcolo	37
4.2.1.2.	Immissions-Ermittlung	38
4.2.1.2.	Determinazione delle immissioni	38
4.2.1.3.	Bewertung der Wirkungsintensität	40
4.2.1.3.	Valutazione dell'intensità d'impatto	40
4.2.1.4.	Ermittlung der Eingriffserheblichkeit	42
4.2.1.4.	Rilevamento dell'incisività dell'intervento	42
4.2.2.	Portalbereich Innsbruck / Sillschlucht	42
4.2.2.	Area portale di Innsbruck / Gola del Sill	42
4.2.2.1.	Betriebsphase	42
4.2.2.1.	Fase di esercizio	42
4.2.2.2.	Bauphase	47
4.2.2.2.	Fase di costruzione	47
4.2.3.	Zusammenfassende Darstellung der Wirkungsintensität und Eingriffserheblichkeit	49
4.2.3.	Descrizione conclusiva dell'intensità degli effetti e della rilevanza dell'intervento	49
4.3.	Festlegung von Maßnahmen zur Vermeidung, Verminderung und zum Ausgleich von Auswirkungen	50
4.3.	Individuazione delle misure per evitare, ridurre e compensare gli impatti	50
4.3.1.	Methodik	51
4.3.1.	Metodologia	51
4.3.1.1.	Betriebsphase	51
4.3.1.1.	Fase di esercizio	51
4.3.1.2.	Bauphase	54
4.3.1.2.	Fase di costruzione	54
4.3.2.	Portalbereich Innsbruck / Sillschlucht	56
4.3.2.	Area portale di Innsbruck / Gola del Sill	56
4.3.2.1.	Betriebsphase	56
4.3.2.1.	Fase di esercizio	56
4.3.2.2.	Bauphase	59
4.3.2.2.	Fase di costruzione	59
4.3.3.	Zusammenfassende Darstellung der Maßnahmenwirksamkeit und der Restbelastung	60
4.3.3.	Descrizione conclusiva dell'efficacia degli interventi e degli impatti residui	60

4.4.	Beweissicherung und begleitende Kontrolle	61
4.4.	Accertamento ante operam e relativi controlli	61
4.4.1.	Betriebsphase	61
4.4.1.	Fase di esercizio	61
4.4.2.	Bauphase	62
4.4.2.	Fase di costruzione	62
5.	ZUSAMMENFASSENDE BEURTEILUNG	65
5.	VALUTAZIONE CONCLUSIVA	65
5.1.	Beschreibung von Wechselwirkungen	65
5.1.	Descrizione delle interazioni	65
5.2.	Beschreibung von Schwierigkeiten	66
5.2.	Descrizione delle difficoltà	66
5.3.	Zusammenfassung	67
5.3.	Sintesi	67
6.	VERZEICHNISSE	69
6.	ELENCHI	69
6.1.	Tabellenverzeichnis	69
6.1.	Elenco delle Tabelle	69
6.2.	Abbildungsverzeichnis	71
6.2.	Elenco delle illustrazioni	71
6.3.	Literatur und Quellen	72
6.3.	Bibliografia e fonti	72
6.3.1.	Literatur	72
6.3.1.	Bibliografia	72
6.3.2.	Quellen	72
6.3.2.	Fonti	72
6.4.	Abkürzungsverzeichnis	72
6.4.	Elenco delle abbreviazioni	72
6.5.	Pläne und sonstige Unterlagen	73
6.5.	Elaborati grafici ed ulteriore documentazione	73
6.5.1.	Zugehörige Pläne Oberbau und Erschütterungsschutz	73
6.5.1.	Elaborati grafici attinenti alla sovrastruttura e alla protezione dalle vibrazioni	73

1. EINLEITUNG

Siehe Dokument I0000-TB-00300-30 „Einleitender Technischer Bericht“.

2. AUFGABENSTELLUNG UND KURZBESCHREIBUNG

Gemäß § 1 Abs. 1 UVP-G 2000 ist es Aufgabe der Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) auf fachlicher Grundlage die unmittelbaren und mittelbaren Auswirkungen festzustellen, zu beschreiben und zu bewerten, die ein Vorhaben auf die einzelnen Schutzgüter hat oder haben kann. Im vorliegenden Bericht werden die Schutzgüter „Sachgüter“ (§1, Abs. 1, Z.1, lit. d) und Mensch (§1, Abs. 1, Z.1, lit. a) hinsichtlich der Auswirkungen durch Erschütterungen behandelt. Gemäß § 6 Abs. 3 UVP-G hat die Umweltverträglichkeitserklärung die Auswirkungen der möglicherweise vom Vorhaben erheblich beeinträchtigten Umwelt, wozu der Siedlungs- und Wirtschaftsraum sowie die Raumentwicklung gehört, festzustellen, zu beschreiben und zu bewerten.

Die erschütterungstechnische Bearbeitung befasst sich mit zwei Fragestellungen:

- Die Einwirkungen bezüglich Erschütterungen und sekundären Luftschalls aus dem Betrieb der Strecke, die vor allem das Wohlbefinden der Anrainer betreffen
- Die Erschütterungseinwirkungen durch den Bau der Strecke, die vor allem den Schutz der Gebäude vor Schäden betreffen, wobei aber auch Wohlbefindenskriterien einzuhalten sind.

Das Ausmaß der Beeinträchtigung ergibt sich durch die Lage zum Ort der Erschütterungsemission und die Nutzung der Gebäude.

2.1. Untersuchungsraum

Der Untersuchungsraum wurde prinzipiell so abgegrenzt, dass das Gebiet im Einflussbereich des Vorhabens bezüglich der zu behandelnden Themenbereiche abgedeckt ist. Aufgrund der unterschiedlichen möglichen Auswirkungen in den einzelnen Themenbereichen ist der Untersuchungsraum je nach Themenbereich unterschiedlich weit von der Trasse entfernt zu erfassen.

Der Untersuchungsraum für die Projektänderung Ein-

1. INTRODUZIONE

Vedi documento I0000-TB-00300-30 „Relazione tecnica introduttiva“.

2. OBIETTIVI DELLO STUDIO E SINTESI

Secondo il § 1 par. 1 della Legge VIA 2000, è compito della valutazione di impatto ambientale (VIA) determinare, descrivere e valutare su basi tecniche gli impatti diretti e indiretti che un progetto ha o può avere sui singoli beni da tutelare. Nel presente rapporto si tratta dei beni da tutelare (“beni materiali”) (§1, par. 1, r.1, lit. d) e delle persone (§1, par. 1, r.1, lit. a) in relazione agli impatti delle vibrazioni. Ai sensi del § 6 par. 3 Legge VIA, la dichiarazione di compatibilità ambientale deve determinare, descrivere e valutare gli impatti dei possibili danni gravi causati dal progetto all'ambiente, di cui fan parte l'area residenziale e commerciale e lo sviluppo territoriale.

L'elaborazione tecnica in materia di vibrazioni si occupa di due questioni:

- Gli impatti relativi alle vibrazioni e al rumore secondario originati dall'esercizio del tratto, che interessano principalmente il benessere degli abitanti delle zone adiacenti.
- Gli influssi delle vibrazioni provocate dalla costruzione del tratto, che interessano principalmente la protezione degli edifici, ma dove devono essere rispettati anche criteri legati al benessere.

L'entità del pregiudizio risulta dalla posizione rispetto al punto di emissione delle vibrazioni e dall'utilizzo degli edifici.

2.1. Area d'indagine

In linea di principio, l'area d'indagine è stata delimitata in modo tale da coprire l'area interessata dal progetto in relazione alle tematiche da trattare. A causa delle differenze tra i possibili impatti nelle singole tematiche, l'area d'indagine deve essere studiata in base alle singole tematiche discostandosi in modo differenziato dal tracciato.

L'area di indagine per la modifica progettuale

fahrt Bahnhof Innsbruck beschränkt sich auf den Teilraum:

- Portalbereich Innsbruck / Sillschlucht,

da sich zwischen dem Portal des Haupttunnels in der Sillschlucht bis zum Ende des Untersuchungsraums bei Projektkilometer 4,6+32,002 gegenüber dem ursprünglichen Projekt keine Änderungen bezüglich Immissionen und Erschütterungsschutzmaßnahmen im Teilraum „Haupttunnel Abschnitt Mittelgebirgsstasse (Aldrans bis Patsch)“ ergeben.

Aufgrund der neuen, durchwegs oberirdisch geführten Trassierung der Strecke zwischen der Einbindung in die bestehenden Gleise im Ausgang der Sillschlucht bzw. des Abrückens der Gleistrassen in Richtung Osten gegenüber dem genehmigten Projekt 2008 ist bei den meisten der exponierten Immissionsorten mit leicht negativen Auswirkungen, d.h. mit leicht höheren Erschütterungen und zum Teil auch mit etwas höheren Sekundärschallpegeln zu rechnen.

Dies ist durch den Wegfall der erschütterungsärmeren Tunnelstrecken, die Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit und der angepassten Erschütterungsschutzmaßnahmen für die durchwegs oberirdisch geführte Trassierung der Strecke zurückzuführen.

Gegenüber dem genehmigten Projekt vereinfachen sich die Bauabläufe und die Baustellen liegen zum Teil wesentlich weiter von den Gebäuden an der Klostersgasse entfernt. Dadurch verringern sich auch die Erschütterungsauswirkungen während der Bauphase auf umliegende Gebäude und deren Bewohner.

Die Wirkungsintensität verringert sich bei der Projektänderung Einfahrt Bahnhof Innsbruck vor allem bei den Gebäuden im Bereich der Klostersgasse und Bergiselareal. Die Errichtung tiefer Baugruben und die Durchführung von Sprengungen bzw. Felsabbau nahe bei den Gebäuden entfallen. Damit ist mit der Projektänderung Einfahrt Bahnhof Innsbruck von einer Verbesserung der Umweltauswirkungen in Bezug auf Erschütterungen und Sekundärschall auszugehen.

dell'allacciamento alla stazione di Innsbruck si limita alla seguente area parziale:

- Area portale di Innsbruck / Gola del Sill,

poiché tra il portale della galleria principale nella gola del torrente Sill e le delimitazioni dell'area d'indagine alla progressiva chilometrica di progetto 4,6+32,002 non sono state apportate modifiche di progetto concernenti le immissioni e le misure di protezione dalle vibrazioni nell'area parziale "Galleria principale sezione terrazza dei rilievi centrali (da Aldrans fino a Patsch)".

A seguito del nuovo tracciato, che si sviluppa prevalentemente in superficie, della linea tra l'allacciamento ai binari esistenti presso l'uscita della gola del Sill e/o dello scostamento dei tracciati dei binari in direzione est rispetto al progetto approvato del 2008, nella maggior parte dei luoghi esposti a immissioni sono da aspettarsi effetti leggermente negativi ovvero vibrazioni leggermente più intense e in parte anche livelli di rumore secondario leggermente superiori.

Ciò è dovuto all'eliminazione dei tratti in galleria con poche vibrazioni, all'aumento della velocità di circolazione e alle misure adeguate di protezione dalle vibrazioni per il tracciato della linea che si sviluppa prevalentemente in superficie.

Rispetto al progetto approvato, le sequenze costruttive sono più semplici e una parte dei cantieri è situata più lontana dagli edifici della Klostersgasse. Ciò determina anche una riduzione degli effetti causati dalle vibrazioni sugli edifici circostanti e sui suoi abitanti durante la fase di costruzione.

L'intensità d'impatto nel cambiamento di progetto dell'allacciamento alla stazione di Innsbruck diminuisce soprattutto per gli edifici nella zona della Klostersgasse e nell'areale del Bergisel. La costruzione di profondi scavi, l'esecuzione di brillamenti e/o lo scavo di materiale roccioso nelle vicinanze degli edifici non sono più necessari. Grazie alla modifica progettuale si prevede pertanto un miglioramento degli effetti ambientali in termini di vibrazioni e di rumore secondario.

3. GRUNDLAGEN UND BEARBEITUNGS-ZUGANG

3.1. Zielsetzung

Gemäß §17 UVP-Gesetz gilt:

1. *Emissionen von Schadstoffen sind nach dem Stand der Technik zu begrenzen,*
2. *die Immissionsbelastung zu schützender Güter ist möglichst gering zu halten, wobei jedenfalls Immissionen zu vermeiden sind, die*
 - a) *das Leben oder die Gesundheit von Menschen oder das Eigentum oder sonstige dingliche Rechte der Nachbarn/Nachbarinnen gefährden,*
 - b) *erhebliche Belastungen der Umwelt durch nachhaltige Einwirkungen verursachen, jedenfalls solche, die geeignet sind, den Boden, die Luft, den Pflanzen- oder Tierbestand oder den Zustand der Gewässer bleibend zu schädigen, oder*
 - c) *zu einer unzumutbaren Belästigung der Nachbarn/Nachbarinnen im Sinne des §77 Abs.2 der Gewerbeordnung 1994 führen.*

Die vorliegenden Untersuchungen haben deshalb zum Ziel, die erschütterungstechnischen Auswirkungen des geplanten Bauvorhabens zu quantifizieren und geeignete Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor gesundheitsschädigenden und unzumutbaren Belästigungen darzulegen.

3.2. Grundlagen

Die technische Planung des Vorhabens wird im Fachbereich 3 und 4 bzw. dem Fachbereich 5 abgehandelt. Für die Untersuchungen im gegenständlichen Band Siedlungs- und Wirtschaftsraum werden insbesondere folgende Grundlagen herangezogen (Siehe auch die Literaturangaben im Kapitel 6):

- Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz 2000 (UVP-G 2000)
- ÖNORM S 9001, "Mechanische Schwingungen – Erschütterungen; Allgemeine Grundsätze und Ermittlung von Schwingungsgrößen"
- ÖNORM S 9010, "Bewertung der Einwirkung me-

3. CONSIDERAZIONI GENERALI E INTRODUZIONE AI LAVORI

3.1. Obiettivo

Secondo il §17(2) della Legge di VIA valgono i seguenti punti:

1. *Le emissioni di elementi inquinanti sono da limitare secondo lo stato attuale della tecnica.*
2. *l'inquinamento di beni da tutelare è da tenere il più basso possibile, in tutti i casi evitando immissioni che*
 - a) *mettano in pericolo la vita o la salute di persone o compromettano la proprietà o altri beni e diritti dei vicini,*
 - b) *causino un considerevole inquinamento dell'ambiente per mezzo di azioni persistenti, in tutti i casi immissioni che possano danneggiare permanentemente il suolo, l'aria, le piante, gli animali o lo stato delle acque*
 - c) *portino ad una compromissione non accettabile dei vicini, secondo l'articolo 77 comma 2 dell'ordinanza sul commercio 1994.*

Le investigazioni presenti hanno perciò come obiettivo di quantificare le conseguenze di vibrazioni causate dai lavori progettati e di fissare delle misure adeguate per la protezione della popolazione da disturbi non accettabili e nocivi alla salute.

3.2. Dati di riferimento

La pianificazione tecnica del progetto è trattata all'interno delle tematiche 3 e 4, o 5. Per le indagini nella sezione in oggetto Aree abitate e commerciali si è fatto riferimento, in particolare, ai seguenti dati (vd. anche la bibliografia in allegato al capitolo 6.6):

- Legge sulla valutazione d'impatto ambientale 2000 (UVP-G 2000)
- ÖNORM S 9001, "Oscillazioni meccaniche - vibrazioni; Principi generali ed individuazione delle grandezze oscillatorie"
- ÖNORM S 9010, "Valutazione degli effetti di oscil-

chanischer Schwingungen und Erschütterungen auf den Menschen (ganzer Körper)“

- ÖNORM S 9012, "Beurteilung der Einwirkungen von Schienenverkehrsimmissionen auf Menschen in Gebäuden; Schwingungen und sekundärer Luftschall" Ausgabe 1996 (Betriebsphase)
- ÖNORM S 9012, "Beurteilung der Einwirkungen von Schwingungsimmissionen des landgebundenen Verkehrs auf den Menschen in Gebäuden – Schwingungen und sekundärer Luftschall" Ausgabe 2010 (Betriebsphase)
- ÖNORM S 9020, "Bauwerkserschütterungen - Sprengerschütterungen und vergleichbare impulsförmige Immissionen" (Bauphase)
- DIN 4150-2, "Erschütterungen im Bauwesen - Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden" (Bauphase)
- RVE 04.02.01, "Messen von Erschütterungen und sekundärem Luftschall", Entwurf Stand Juli 2007
- RVE 04.02.02, "Prognose von Erschütterungen und Sekundärschall", Entwurf Stand Juli 2007
- RVE 04.02.03, "Maßnahmen zur Reduktion von Erschütterungen und Sekundärschall", Entwurf Stand Juli 2007
- Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich; 22. Verordnung: „Verordnung Lärm und Vibrationen – VOLV sowie Änderung der Bauarbeiterschutzverordnung und der Verordnung über die Gesundheitsüberwachung am Arbeitsplatz“, 25. Januar 2006, Teil II
- Schienenverkehrszahlen der ÖBB: siehe Tabelle 7: und Tabelle 19:
- Messberichte zur Ist-Zustandsanalyse D0118-00215, D0118-00216, D0118-00282

3.2.1. Grenzwerte

Bei der Bewertung der Erschütterungsbelastung muss generell zwischen dem Schutz der Menschen in Gebäuden und von baulichen Anlagen vor Schäden unterschieden werden.

Die Erschütterungsbelastung während der Betriebsphase ist so gering, dass primäre Gebäudeschäden ausgeschlossen werden können. Während der Bauphase können jedoch gewisse Bauvorgänge Erschütterungen produzieren, die zu Schäden an baulichen Anlagen führen können.

Die Bewertung der Erschütterungsbelastung berücksichtigt deshalb unterschiedliche Normen mit verschiedenen Grenzwerten.

lazioni meccaniche e vibrazioni sull'uomo (intero corpo)“

- ÖNORM S 9012, "Valutazione degli effetti delle immissioni dovute al traffico ferroviario per le persone all'interno di edifici; oscillazioni e rumore aereo secondario" Edizione 1996 (Fase di esercizio)
- ÖNORM S 9012, "Valutazione degli effetti delle immissioni da oscillazioni dovute al traffico terrestre per le persone all'interno di edifici; oscillazioni e suono secondario" Edizione 2010 (Fase di esercizio)
- ÖNORM S 9020, "Vibrazioni di manufatti - Vibrazioni da brillamenti ed immissioni ad impulsi assimilabili" (Fase di costruzione)
- DIN 4150-2, "Le vibrazioni nelle costruzioni - Parte 2: Effetti sull'uomo negli edifici" (Fase di costruzione)
- RVE 04.02.01, "Misurazione di vibrazioni e rumore secondario", bozza datata luglio 2007
- RVE 04.02.02, "Previsione di vibrazioni e rumore secondario", bozza datata luglio 2007
- RVE 04.02.03, "Misure per ridurre le vibrazioni e il rumore secondario", bozza datata luglio 2007
- Gazzetta Ufficiale Federale della Repubblica Austriaca; decreto n° 22: "Decreto sui rumori e le vibrazioni – VOLV nonché modificazione del decreto sulla sicurezza dei lavoratori su cantieri e del decreto sulla sorveglianza della salute sul posto di lavoro", 25 gennaio 2006, parte 2°
- Cifre relative al traffico: cfr. Tabella 7: e Tabella 19:
- Rapporti di misurazione per l'analisi della situazione attuale D0118-00215, D0118-00216, D0118-00282

3.2.1. Valori limite

In linea generale, nella valutazione dell'inquinamento da vibrazioni occorre distinguere una distinzione tra la protezione delle persone negli edifici e quella delle opere costruite.

Durante la fase di esercizio, l'inquinamento da vibrazioni è talmente limitato che sono da escludersi danni primari agli edifici. Tuttavia, durante la fase di costruzione alcuni procedimenti di costruzione possono produrre vibrazioni che possono provocare danni alle opere costruite.

La valutazione dell'impatto delle vibrazioni tiene conto pertanto di diverse norme con diversi valori limite.

3.2.1.1. Arbeitnehmerschutz

Die VOLV ist eine Verordnung, die auf den Schutz von ArbeitnehmerInnen vor Lärm und Vibrationen abzielt. In Bezug auf Vibrationen enthält die VOLV gem. §3 folgende Expositionsgrenzwerte für Vibrationen:

- Hand-Arm: $a_{hw,8h} = 5 \text{ m/s}^2$
- Ganzkörper: $a_{w,8h} = 1,15 \text{ m/s}^2$

In §4 werden die folgenden Auslösewerte genannt:

- Hand-Arm: $a_{hw,8h} = 2,5 \text{ m/s}^2$
- Ganzkörper: $a_{w,8h} = 0,5 \text{ m/s}^2$

Die erschütterungstechnische Bearbeitung konzentriert sich üblicherweise auf „störende“ Schwingungsbelastungen. Die dabei auftretenden Einwirkungen liegen sogar ohne Maßnahmen zur Minderung im Bereich zwischen der Fühlschwelle $K_B = 0,1$ und Werten des drei bis vierfachen der Fühlschwelle (vgl. Prognosewerte in Kap. 4.2). Die Fühlschwelle liegt als a_w -Wert ausgedrückt bei $0,00357 \text{ m/s}^2$, somit bleiben die Einwirkungen unter $0,015 \text{ m/s}^2$ und somit weit von den Expositions- und Auslösewerten entfernt. Eine Abminderung von a_w auf $a_{w,8h}$ über den Faktor $(T_e/T_o)^{0,5}$ ist hier noch gar nicht berücksichtigt, die Vorbeifahrt eines Zuges dauert einige Sekunden.

Die VOLV-Grenzwerte sind somit bei Nachweis der Schwingungsgrenzwerte für das Wohlbefinden des Menschen immer mit weitem Abstand eingehalten. Es ist daher nicht erforderlich, die VOLV im weiteren Begutachtungsverlauf explizit zu berücksichtigen.

Die Baumaßnahmen werden in jedem Fall derart ausgelegt, dass die Grenzwerte der VOLV ebenfalls eingehalten werden.

3.2.1.2. Betriebsphase

Für die Bewertung der Betriebsphase wird für den Schutz des Menschen die ÖNORM S 9012 (Ausgabe 1996) jedoch ohne Kapitel 6 und 7 herangezogen. Für die Beurteilung gelten spezielle Grenzwerte, da die Zulaufstrecke im Unterinntal Anforderungen stellt, von denen nicht abgewichen werden darf.

Die ÖNORM S 9012 gilt speziell für Schienenverkehrsmissionen. Der Zugsverkehr wird in Zuggruppen unterteilt (Schnellzüge, Regionalzüge, Güterzüge, Dienstzüge).

2010 ist die ÖNORM S 9012 in einer neuen Fassung herausgekommen. Grundsätzlich wird bei den Erschütterungen von der Schwinggeschwindigkeit auf die Schwingbeschleunigung gewechselt. Obwohl die

3.2.1.1. Sicurezza dei lavoratori

Il VOLV è un decreto che mira alla protezione dei lavoratori da rumore e vibrazioni. Riguardo alle vibrazioni, il VOLV comprende, secondo il paragrafo 3, i seguenti limiti di esposizione:

- Mani – braccia: $a_{hw,8h} = 5 \text{ m/s}^2$
- Tutto il corpo: $a_{w,8h} = 1,15 \text{ m/s}^2$

Al paragrafo 4 vengono nominati i seguenti valori di allerta:

- Mani – braccia: $a_{hw,8h} = 2,5 \text{ m/s}^2$
- Tutto il corpo: $a_{w,8h} = 0,5 \text{ m/s}^2$

L'elaborazione tecnica rispetto alle vibrazioni di solito si concentra su sollecitazioni vibrazionali causanti „disagio“. Le azioni che qui si presentano si trovano, persino senza misure attenuanti, tra la soglia di percezione $K_B = 0,1$ e valori da tre a quattro volte la soglia di percezione (cfr. valori di previsione al capitolo 4.2). La soglia di percezione si trova, espressa in valore a_w , a $0,00357 \text{ m/s}^2$, dunque l'impatto resta al di sotto del valore di $0,015 \text{ m/s}^2$ e con ciò molto al di sotto dei valori limite di esposizione e dei valori di allerta. Inoltre la riduzione da a_w ad $a_{w,8h}$ tramite il fattore $(T_e/T_o)^{0,5}$ non è stata neanche considerata, benché il passaggio di un treno duri alcuni secondi.

Dunque, nella valutazione dei valori limite per il benessere delle persone, i valori limite del VOLV sono sempre rispettati con ampio margine, cosicché nel ulteriore corso della perizia non è necessario considerare il decreto VOLV esplicitamente.

Le misure costruttive verranno in ogni caso dimensionate di modo che i valori del decreto VOLV siano ugualmente rispettati.

3.2.1.2. Fase di esercizio

Per la valutazione della fase di esercizio, per la protezione delle persone si fa riferimento alla ÖNORM S 9012 (edizione 1996), senza però tenere conto dei capitoli 6 e 7. Per la valutazione valgono speciali valori limite, in quanto la via d'accesso nella bassa Valle dell'Inn fissa dei requisiti la cui inosservanza non è consentita.

La ÖNORM S 9012 vale in particolare per le immissioni originate dal traffico su rotaia. Il traffico ferroviario viene suddiviso in gruppi di treni (treni rapidi, treni regionali, treni merci, treni di servizio).

Nel 2010 è uscita una nuova versione della ÖNORM S 9012. Di base, nel considerare le vibrazioni si passa dal parametro della velocità alla forza di accelerazione delle oscillazioni. Anche se le grandezze di va-

Beurteilungsgrößen und Richtwerte nun anders bezeichnet werden, ändert sich mit der neuen Fassung der Norm für das Projekt der BBT im eigentlichen Sinne nichts, da sich die mit einem konstanten Faktor umgerechneten Größen entsprechen. Für eine bessere Vergleichbarkeit der Resultate des Änderungsoperates mit denjenigen des Hauptprojektes wird deshalb der Bezug auf die Fassung der ÖNORM S9012 von 1996 belassen.

Erschütterungen

Für jede der Zuggruppen wird ein „mittlerer Maximalwert“ $K_{B,S}$ errechnet. Hierfür wird für jeden Zug der maximale K_B Wert der Vorbeifahrt genommen und – mit den Sekunden der Vorbeifahrdauer gewichtet – ein quadratischer (energetischer) Mittelwert gebildet.

Diese Kennwerte der Zuggruppen werden dann nochmals zu einem mit der Einwirkdauer gewichteten, energetischen Mittelwert des Gesamtverkehrs K_r zusammengefasst.

Kennwert einer Zuggruppe $K_{B,S}$

$$\overline{K_{B,S}} = \sqrt{\frac{1}{T_E} \sum_{i=1}^n t_{E,i} \cdot K_{B,R,i,\max}^2}$$

Mit:

$t_{E,i}...$	Einwirkungszeit der jeweiligen Zugvorbeifahrt
$K_{B,R,i,\max}...$	max. resultierender Schwingstärkevektor der jeweiligen Zugvorbeifahrt
$T_E...$	Summe der Einwirkungszeiten einer Zuggruppe (Schnellzüge, Güterzüge, ..)

lutazione ei valori di massima hanno ricevuto una diversa denominazione, la nuova versione delle norma non cambia nulla per il progetto della galleria, perché le grandezze sono corrispondenti, in quanto convertiti con una costante. Per una migliore confrontabilità dei risultati dell'elaborato di modifica con quelli del progetto principale rimane pertanto il riferimento alla versione della ÖNORM S9012 del 1996.

Vibrazioni

Per ciascuno dei gruppi di treni viene calcolato un “valore medio massimo” $K_{B,S}$. A tal fine, per ogni treno viene preso il valore K_B massimo del suo passaggio e - ponderato con i secondi della durata del passaggio del treno stesso – viene ottenuto un valore medio quadrato (energetico).

Tali parametri dei gruppi di treni vengono quindi riassunti ancora una volta in un valore medio energetico del traffico complessivo K_r ponderato con la durata dell'effetto.

Parametro di un gruppo di treni $K_{B,S}$

Laddove:

$t_{E,i}...$	Tempo dell'effetto del relativo passaggio del treno
$K_{B,R,i,\max}...$	Vettore massimo dell'intensità di oscillazione risultante dal relativo passaggio del treno
$T_E...$	Somma dei tempi di effetto di un gruppo di treni (treni rapidi, treni merci, ecc.)

Sekundärer Luftschall

Bewertet wird $L_{A,\max,m}$, der energetische Mittelwert der A-bewerteten Maximalpegel der lautesten Zuggruppe im Raum.

Suono secondario

Viene valutato $L_{A,\max,m}$, il valore energetico medio del livello massimo ponderato come A del gruppo di treni più rumoroso nell'area.

ERSCHÜTTERUNGEN VIBRAZIONI		SEKUNDÄRER LUFTSCHALL SUONO SECONDARIO
Schutz des Menschen Protezione delle persone	Gebäudeschutz Protezione degli edifici	Schutz des Menschen Protezione delle persone
Fühlschwelle Soglia di percezione $K_{B,S} = 0,1$	keine Bewertung nessuna valutazione	mittlerer Maximalpegel livello massimo medio $L_{A,max,m} = 25 \text{ dBA}$

Tabelle 1: Grenzwerte Erschütterungen und sekundärer Luftschall für die Betriebsphase

Tabella 1: Valore limite vibrazioni e suono secondario per la fase di esercizio

Für die Projektplanung gelten die Grenzwerte generell gebietsunabhängig und für die Tages- und Nachtperiode. Für Gewerbegebiete und andere Bereiche, die nicht unter allgemeine Wohnnutzung fallen, sind jedoch auch 5 dBA, bei reiner Tagesnutzung sogar 10 dBA höhere Pegel beim sekundären Luftschall zulässig, wenn wegen einer Kosten-Nutzen-Analyse oder der technischen Machbarkeit die Vorschrift zur Einhaltung der 25 dBA nicht sinnvoll ist.

Per la progettazione, i valori limite valgono in generale, indipendentemente dalla zona e dal il periodo notte/giorno. Tuttavia in zone commerciali ed altre aree le quali non fanno parte delle zone generalmente ad uso abitativo, per il suono secondario sono ammessi valori superiori di 5dBA e nel caso di esercizio puramente di giorno perfino superiori di 10dBA; ciò nel caso che un analisi dei costi e profitto oppure della realizzazione tecnica mostri che la prescrizione di 25dBA non è sensata.

3.2.1.3. Bauphase

Erschütterungen

a) Schutz von Bauwerken

Für den Schutz von Gebäuden vor Schäden gilt die ÖNORM S 9020 für Sprengerschütterungen und vergleichbare impulsförmige Immissionen.

Bewertet wird der Scheitelwert der aus den Komponenten $v_x(t)$, $v_y(t)$, und $v_z(t)$, resultierenden Schwinggeschwindigkeit $v_{R,max}$.

Für verschiedene Gebäudeklassen gelten unterschiedliche Richtwerte:

3.2.1.3. Fase di costruzione

Vibrazioni

a) Protezione di opere costruttive

Per la protezione degli edifici da danni vale la ÖNORM S 9020 per le vibrazioni da brillamenti e per paragonabili immissioni ad impulsi.

Viene valutato il valore massimo delle velocità di oscillazione $v_{R,max}$ risultante dai componenti $v_x(t)$, $v_y(t)$, e $v_z(t)$.

Per classi di edifici diverse valgono valori indicativi diversi:

Gebäudeklasse Classe edificio	Gebäudeart Tipo edificio	Richtwert $v_{R,max}$ [mm/s] Val. ind. $v_{R,max}$ [mm/s]
I	Industrie und Gewerbebauten - Stockwerkrahmen mit tragender Konstruktion aus Stahl oder Stahlbeton - Wandscheibenbauten - Ingenieurmässige Holzkonstruktionen ----- Edifici industriali e commerciali - Telai multipiano con costruzione portante in acciaio o cemento armato - Edifici con muri portanti - Costruzioni civili in legno	30
II	Wohnbauten - Stockwerkrahmen (wie bei I) - Wandscheibenbauten (wie bei I) - Gebäude mit Decken aus Ortbeton, aufgehendes Mauerwerk aus Betonsteinen, Ziegeln oder anderen künstlichen Bausteinen mit Zement- oder Kalkmörtel - Holzbauten, ausgenommen ausgemauerte Fachwerkbauten ----- Edifici residenziali - Telai multipiano (come al punto I) - Edifici con muri portanti (come al punto I) - Edifici con solai in calcestruzzo gettato in opera, muratura in conglomerato cementizio, tegole o altre pietre da costruzione artificiali con cemento o malta di calce - Costruzioni in legno, escluse costruzioni reticolari con rivestimento in mattoni	20
III	Gebäude mit geringerer Rahmenfestigkeit als bei I und II Gebäude mit Kellerdecken aus Beton oder Ziegelgewölbe, in den oberen Stockwerken Fertigteil-, Holzbalken- oder Ziegelfertigteildecken Ausgemauerte Fachwerkbauten ----- Edifici con telaio meno resistente rispetto a I e II Edifici con soffitti del piano scantinato in calcestruzzo o volte di mattoni, solai di elementi prefabbricati, travi di legno o tegole prefabbricate ai piani superiori Costruzioni reticolari con rivestimento in mattoni	10
IV	Denkmalgeschützte Gebäude, die hinsichtlich ihrer Bauweise oder ihres Zustandes besonders erschütterungsanfällig sind ----- Edifici soggetti a tutela come monumenti storici, che a causa del loro tipo di costruzione o delle loro condizioni sono particolarmente sensibili alle vibrazioni	5

Tabelle 2: Richtwerte für Erschütterungseinwirkungen auf Bauwerke während der Bauphase durch Sprengungen (nach ÖNORM S 9020)

Tabella 2: Valori indicativi per gli influssi delle vibrazioni su opere costruttive durante la fase di costruzione a causa di brisamenti (ai sensi ÖNORM S 9020)

b) Schutz des Menschen

Die Bewertung der Erschütterungseinwirkungen durch Baumaßnahmen auf den Menschen erfolgt in Anlehnung an die Deutsche Norm DIN 4150-2.

Die Tages- (06:00 – 22:00 Uhr) und Nachtperiode (22:00 – 06:00 Uhr) werden in 30-s-Takte eingeteilt. Innerhalb der Tagesperiode werden folgende Ruhezeiten definiert:

- werktags von 06:00 – 07:00 Uhr und von 19:00 – 22:00 Uhr

b) Protezione delle persone

La valutazione degli influssi delle vibrazioni causate da lavori di costruzione sulle persone avviene ai sensi della norma tedesca DIN 4150-2.

I periodi diurni (06:00 – 22:00 h) e notturni (22:00 – 06:00 h) sono suddivisi in cicli di 30 sec. Nel corso del periodo giornaliero vengono definiti i seguenti tempi di silenzio:

- giorni lavorativi dalle ore 06:00 alle 07:00 e dalle ore 19:00 alle 22:00

- sonn- und feiertags von 06:00 – 22:00 Uhr

Bewertet wird der sogenannte Taktmaximalwert KB_{FTi} , das Maximum der zeit- ($\tau = 0,125$ s „fast“) und frequenzbewerteten Schwingstärke $KB_F(t)$. Als Beurteilungsgrößen gilt einerseits die maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} und andererseits eine über die Einwirkungszeiten gemittelte sog. Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} .

Erschütterungseinwirkungen während der Ruhezeiten werden bei der Ermittlung der Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} dadurch berücksichtigt, dass diese Zeiten mit einem Faktor 2 gewichtet werden.

Für die Beurteilung werden in einem ersten Schritt die maximalen bewerteten Schwingstärken für die drei Richtungskomponenten x, y und z ermittelt. Der größte dieser drei Werte ist mit den Anhaltswerten A_u und A_o nach Tabelle 3: und Tabelle 4: zu vergleichen:

- Ist $KB_{Fmax} \leq A_u$, dann ist die Anforderung dieser Norm eingehalten.
- Ist $KB_{Fmax} > A_o$, dann ist die Anforderung dieser Norm nicht eingehalten.
- Für selten auftretende, kurzfristige Einwirkungen (z.B. Sprengungen) ist die Anforderung dieser Norm eingehalten, wenn $KB_{Fmax} < A_o$ ist.
- Für häufige Einwirkungen mit $A_u < KB_{Fmax} < A_o$ wird in einem zweiten Schritt KB_{FTr} bestimmt. Ist $KB_{FTr} \leq A_r$, dann sind die Anforderungen dieser Norm ebenfalls eingehalten.

Tagsüber gelten die Anhaltswerte nach Tabelle 3: für durch Baumaßnahmen verursachte Erschütterungen von höchstens 78 (Werk-)Tagen Dauer, an denen tatsächlich Erschütterungseinwirkungen auftreten.

Gemäss DIN 4150-2 soll für länger als 78 Tage einwirkende Erschütterungen nach den besonderen Gegebenheiten des Einzelfalles individuell beurteilt werden. Dies kann z.B. durch Festlegung von Grenzwerten durch die Behörden erfolgen.

Für nachts auftretende Erschütterungen gelten die Anhaltswerte nach Tabelle 4:.

Die Beurteilung von zeitlich begrenzten Erschütterungseinwirkungen erfolgt in drei Stufen:

- Stufe I, bei deren Unterschreitung auch ohne besondere Vorabinformation nicht mit erheblichen Belästigungen zu rechnen ist.
- Stufe II, bei deren Unterschreitung ebenfalls noch nicht mit erheblichen Belästigungen zu rechnen ist, falls die in der Norm genannten Maßnahmen zur Verminderung psychischer Auswirkungen von

- domenica e giorni festivi dalle ore 06:00 alle ore 22:00

Viene valutato il cosiddetto valore massimo del ciclo KB_{FTi} , cioè il massimo dell'intensità di oscillazione $KB_F(t)$ valutata in base al tempo ($\tau = 0,125$ s „fast“) e alla frequenza. Come grandezze di valutazione valgono da un lato l'intensità di oscillazione massima valutata KB_{Fmax} e dall'altro la cosiddetta intensità di oscillazione di valutazione standardizzata nell'arco dei tempi di influsso KB_{FTr} .

Gli effetti vibrazionali durante i tempi di silenzio vengono considerati per il rilevamento del livello di oscillazione di valutazione KB_{FTr} , in quanto questi tempi vengono ponderati col fattore 2.

Per la valutazione, in una prima fase vengono determinate le intensità di oscillazione massime valutate per le tre componenti direzionali x, y e z. Il maggiore di questi valori deve essere confrontato con i valori indicativi A_u e A_o secondo la Tabella 3: ed la Tabella 4:.

- se $KB_{Fmax} \leq A_u$, i requisiti della norma sono soddisfatti.
- Se $KB_{Fmax} > A_o$, i requisiti della norma non sono soddisfatti.
- Per gli influssi brevi che si verificano sporadicamente (ad es. brillamenti) i requisiti della norma sono soddisfatti se $KB_{Fmax} < A_o$.
- Per gli effetti frequenti con $A_u < KB_{Fmax} < A_o$, in una seconda fase viene determinato il valore KB_{FTr} . Se $KB_{FTr} \leq A_r$, anche in questo caso i requisiti della norma sono soddisfatti.

Durante il giorno, i valori indicativi della Tabella 3: valgono per le vibrazioni originate da lavori di costruzione per una durata di 78 giorni (lavorativi) al massimo, nei quali effettivamente si presentano influssi legati alle vibrazioni.

Secondo la norma DIN 4150-2 per le vibrazioni che influiscono per più di 78 giorni, la valutazione deve essere individuale in base ai singoli casi. Ciò può svolgersi per esempio tramite la definizione di valori limite da parte delle autorità.

Per le vibrazioni presenti durante le ore notturne valgono i valori indicativi della Tabella 4:

La valutazione degli influssi delle vibrazioni limitati nel tempo avviene in tre fasi:

- Fase I, laddove in caso di superamento anche senza particolari informazioni preliminari non sono da prevedersi impatti considerevoli.
- Fase II, laddove in caso di superamento anche qui non sono ancora da prevedersi impatti considerevoli nel caso in cui siano state adottate le misure indicate nella norma per la riduzione degli ef-

Erschütterungseinwirkungen getroffen worden sind. Ist zu erwarten, dass Erschütterungseinwirkungen auftreten werden, die oberhalb der Anhaltswerte der Stufe II liegen, so ist zu prüfen, ob der Einsatz weniger erschütterungintensiver Verfahren möglich ist.

- Stufe III, bei deren Überschreitung die Einwirkungen unzumutbar sind. In diesem Fall wird die Vereinbarung besonderer Maßnahmen notwendig.

In Tabelle 3: werden die Anhaltswerte für diese 3 Stufen für Einwirkungsdauern $D > 6$ Tage weitgehend gebietsunabhängig zusammengestellt. Besonders schutzwürdige Gebiete bzw. Objekte, wie z.B. Krankenhäuser, erfordern gesonderte Untersuchungen und Absprachen.

Für **Baustellensprengungen** gilt allein das A_0 -Kriterium. Werte bis $A_0 = 8$ sind zugelassen, niedrigere Werte sind anzustreben.

fetti psichici degli influssi delle vibrazioni. Nel caso in cui si preveda che si presentino influssi delle vibrazioni superiori ai valori indicativi della fase II, occorre verificare se è possibile adottare una procedura meno intensa dal punto di vista delle vibrazioni.

- Fase III, laddove in caso di superamento gli effetti sono eccessivi. In questo caso si dovranno concordare speciali provvedimenti.

Nella Tabella 3: sono riportati i valori indicativi per queste 3 fasi per la durata degli influssi $D > 6$ giorni in modo largamente indipendente dalle aree. Le aree o gli oggetti particolarmente degni di protezione, ad es. gli ospedali, richiedono indagini e accordi separati.

Per i **brillamenti in cantiere** vale soltanto il criterio A_0 . Sono ammessi valori fino a $A_0 = 8$, cercando di raggiungere valori più bassi.

Dauer Durata	6 Tage < D ≤ 26 Tage 6 giorni < D ≤ 26 giorni			26 Tage < D ≤ 78 Tage 26 giorni < D ≤ 78 giorni		
	A_u	$A_0^{*)}$	A_r	A_u	$A_0^{*)}$	A_r
Stufe I / Fase I	0,4	5	0,3	0,3	5	0,2
Stufe II / Fase II	0,8	5	0,6	0,6	5	0,4
Stufe III / Fase III	1,2	5	1,0	0,8	5	0,6
*) Für Gewerbe- und Industriegebiete gilt $A_0 = 6$ / Per le aree commerciali e industriali vale $A_0 = 6$						

Tabelle 3: Anhaltswerte A für Erschütterungseinwirkungen tags durch Baumaßnahmen außer Sprengungen (nach DIN 4150-2)

Tabella 3: Valori indicativi A per gli influssi delle vibrazioni di giorno originati da lavori di costruzione eccettuati i brillamenti (secondo DIN 4150-2)

Einwirkungsort Punto d'influsso	nachts / notte		
	A_u	A_0	A_r
Industriegebiete Zone industriali	0,3	0,6	0,15
Gewerbegebiete Zone commerciali	0,2	0,4	0,1
Kern-, Misch- und Dorfgebiete Aree centrali, miste e villaggi	0,15	0,3	0,07
reine und allgemeine Wohngebiete, Kleinsiedlungsgebiete Aree puramente residenziali in generale, piccoli insediamenti	0,1	0,2	0,05
Sondergebiete mit besonders schutzbedürftigen Einwirkungsorten Aree speciali con punti soggetti agli influssi che richiedono particolare protezione	0,1	0,15	0,05

Tabelle 4: Anhaltswerte A für Erschütterungseinwirkungen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen nachts durch Baumaßnahmen (nach DIN 4150-2)

Tabella 4: Valori indicativi A per gli influssi delle vibrazioni di notte in appartamenti e spazi ad uso analogo originati da lavori di costruzione (secondo DIN 4150-2)

Sekundärer Luftschall

Bei den Immissionen während der Bauphase spielt der sekundäre Luftschall gegenüber den Erschütterungen im Normalfall eine untergeordnete Rolle.

Für körperschallintensive Bauarbeiten, insbesondere Sprengungen, wird ein Maximalwert für den sekundären Luftschall in Wohnräumen von 55 dBA bei Nacht (Aufwachreaktionen) und 80 dBA bei Tag (erschrecken) festgelegt.

Für länger andauernde Arbeiten bei Nacht wird der Grenzwert für den äquivalenten Dauerschallpegel gemäß ÖNORM S 9012 für ausreichenden Körperschallschutz festgelegt. Das heisst, dass der energieäquivalente Dauerschallpegel in der Nachperiode nicht mehr als 10 dB über dem Grundgeräusch liegen darf. Sofern der Grundgeräuschpegel nachts unter 15 dB liegt, ist er mit 15 dB einzusetzen.

3.3. Bearbeitungszugang

3.3.1. Vorgangsweise

Das Bauwerk kann sich unterschiedlich negativ oder auch positiv auf die Umwelt sowie Raumstruktur auswirken. Um dieses Beziehungsgeflecht zu erfassen, wird bei der Bewertung der Umweltverträglichkeit des Vorhabens nachfolgende beschriebene Vorgangsweise gewählt.

1. Schritt: Beurteilung der Beeinflussungssensibilität der Ist-Situation

Als erster Schritt erfolgt eine Beschreibung und Bewertung der Ist-Situation des Untersuchungsraumes. Dabei wird die **Beeinflussungssensibilität** in fünf Stufen bewertet:

- A: keine bis sehr geringe Sensibilität
- B: geringe Sensibilität
- C: mittlere Sensibilität
- D: hohe Sensibilität
- E: sehr hohe Sensibilität

Grundsätzlich gilt: Je höher die Schutzwürdigkeit bzw. Sensibilität eines Schutzgutes nach UVP-Gesetz bzw. dessen dazugehörigen Nutzungen ist und je empfindlicher das Schutzgut auf mögliche Projektwirkungen reagiert, desto höher wird es eingestuft.

2. Schritt: Beurteilung der Wirkungsintensität des Vorhabens

Im zweiten Schritt werden die Wirkungen des Bau-

Suono secondario

Normalmente, nelle immissioni durante la fase di costruzione il suono secondario svolge un ruolo trascurabile rispetto alle vibrazioni.

Per lavori di costruzioni causanti un alto livello di suono secondario, particolarmente per brillamenti, viene fissato un valore massimo di 55dBA di notte (reazioni di risveglio delle persone) e di 80dBA di giorno (reazione di spavento).

Per lavori notturni che si protraggono per lunghi periodi di tempo, viene fissato il limite del livello acustico continuativo equivalente secondo ÖNORM S 9012 per una protezione sufficiente da rumori secondari. Ciò vuol dire che il livello acustico continuativo equivalente nel periodo notturno non può trovarsi più di 10 dB sopra il rumore di fondo. Nel caso che il livello di rumore di fondo notturno si trovi sotto i 15 dB, questo è da considerare uguale a 15 dB.

3.3. Introduzione alla metodologia

3.3.1. Procedura

Le opere possono avere effetti sia positivi che negativi su ambiente e struttura territoriale. Per comprendere questo intreccio di relazioni, nella valutazione della compatibilità ambientale del progetto, si sceglie il procedimento descritto di seguito:

1. passo: Valutazione della sensibilità della situazione attuale

Come primo passo si effettuano una descrizione e una valutazione della situazione attuale dell'area di indagine. La sensibilità è poi suddivisa in cinque categorie

- A: nessuna o trascurabile sensibilità
- B: bassa sensibilità
- C: media sensibilità
- D: forte sensibilità
- E: sensibilità molto forte

Di massima vale il seguente principio: quanto maggiore è la tutelabilità o la sensibilità di un bene da tutelare secondo la DCA o secondo i relativi usi e quanto più sensibilmente reagisce il bene da tutelare ai possibili effetti del progetto, tanto più alto è il grado a cui esso viene classificato.

2. passo: Valutazione dell'intensità dell'impatto del progetto

Come secondo passo sono rilevati e rappresentati gli

werks / Vorhabens auf sein Umfeld erfaßt und dargestellt. Darauf aufbauend erfolgt eine Prognose der Wirkungsintensität des Vorhabens in fünf Stufen:

- 1: keine Wirkung / Verbesserung
- 2: geringe Wirkung
- 3: mittlere Wirkung
- 4: hohe Wirkung
- 5: sehr hohe Wirkung

Das Vorhaben umfasst das (zum Beurteilungszeitpunkt) vorliegende technische Projekt. Es beinhaltet noch nicht die Optimierungen, mit denen wesentliche nachteilige Auswirkungen des Vorhabens vermieden, eingeschränkt oder soweit möglich ausgeglichen werden sollen.

3. Schritt: Beurteilung der Eingriffserheblichkeit des Vorhabens

Die Eingriffserheblichkeit des Vorhabens resultiert letztlich aus der Verschränkung von Beeinflussungs-sensibilität und Wirkungsintensität des Bauwerks. Damit erfolgt als **dritter Schritt** die **Beurteilung der Eingriffserheblichkeit** des Vorhabens.

effetti dell'opera/progetto sul suo contesto territoriale. Sulla base di questi si fa una previsione dell'**intensità d'impatto** del progetto, classificata su cinque livelli:

- 1: nessun impatto / miglioramento
- 2: basso impatto
- 3: medio impatto
- 4: elevato impatto
- 5: impatto molto elevato

Il piano comprende (al momento della valutazione) il progetto tecnico esistente. Non comprende ancora le ottimizzazioni, con le quali si devono prevenire, limitare oppure per quanto possibile compensare rilevanti impatti negativi del progetto.

3. passo: Valutazione dell'incisività dell'intervento

L'incisività dell'intervento risulta alla fine dall'intersezione della sensibilità con l'intensità dell'impatto dell'opera. Da ciò risulta, come **terzo passo**, la **valutazione dell'incisività dell'intervento**.

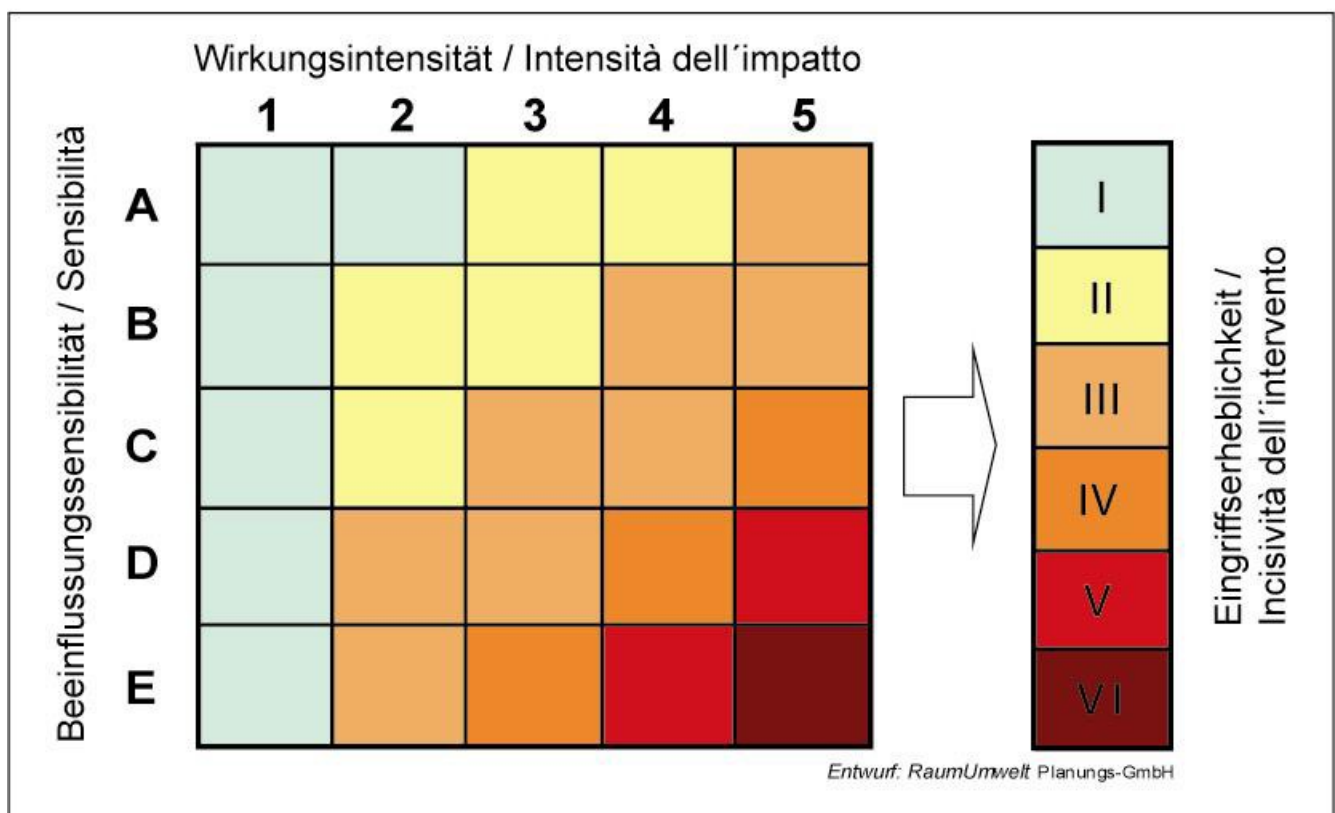


Abbildung 1: Verknüpfungsmatrix zur Ableitung der Eingriffserheblichkeit

Illustrazione 1: Matrice di intersezione per la determinazione dell'incisività dell'intervento

Die Eingriffserheblichkeit ist ein Maß für die Erheb-

L'incisività dell'intervento è un valore di misura

lichkeit der Vorhabensauswirkung. Sie wird durch die Gegenüberstellung der Beeinflussungssensibilität mit der Wirkungsintensität des Vorhabens in Form einer Matrix (siehe Abbildung 1:) in sechs Stufen ermittelt, wobei Stufe I die geringste und Stufe VI die höchste Eingriffserheblichkeit darstellt; diese Stufen sind:

- I: keine Belastung / Verbesserung
- II: geringe Belastung
- III: mittlere Belastung
- IV: hohe Belastung
- V: sehr hohe Belastung
- VI: untragbar hohe Belastung

Die Eingriffserheblichkeit des Vorhabens wird in der UVE getrennt für Bau- und Betriebsphase beurteilt, und zwar zunächst ohne daß Maßnahmen zur Reduktion der Auswirkungen des Bauwerkes berücksichtigt werden.

4. Schritt: Festlegung der Schutz- und Ausgleichsmaßnahmen

Aufbauend auf der Ermittlung der Eingriffserheblichkeit werden als vierter Schritt **Schutz- und Ausgleichsmaßnahmen** entwickelt und vorgeschlagen. Diese dienen der Vermeidung bzw. Minderung der Wirkungsintensität des Bauwerkes und damit der Reduktion der Eingriffserheblichkeit. Letztlich geht es bei der Festlegung der Maßnahmen darum, eine **höhere Umweltverträglichkeit** des Vorhabens herzustellen.

5. Schritt: Beurteilung der Wirksamkeit der vorgeschlagenen Maßnahmen

Im fünften Schritt erfolgt eine **Beurteilung** der **Wirksamkeit** und Effizienz der vorgeschlagenen **Maßnahmen**. Mit zunehmender Eingriffserheblichkeit wächst die Notwendigkeit der Entwicklung wirksamer Ausgleichsmaßnahmen, um ein umweltverträgliches Projekt zu erhalten. Erst der Grad der Maßnahmenwirksamkeit läßt die Ableitung der verbleibenden Restbelastung zu. Diese wird als Maß für die Beurteilung der Umweltverträglichkeit des Vorhabens herangezogen.

Bei einer sehr guten Wirksamkeit der Maßnahmen wird die Eingriffserheblichkeit um zwei bis drei Klassen, bei guter Wirksamkeit um eine bis zwei Klassen und bei partiell wirksamen Maßnahmen um bis zu eine Klasse rückgestuft.

6. Schritt: Ermittlung der Restbelastung

Abschließend wird als sechster Schritt eine themenbezogene **Gesamteinschätzung der Auswirkungen** des Vorhabens (einschließlich der vorgeschlagenen Maßnahmen) vorgenommen und eine zusammenfassende Beurteilung der Umweltverträglich-

dell'incisività degli effetti del progetto. Viene classificata in sei categorie attraverso la contrapposizione, in forma di matrice (vd. Illustrazione 1:), della sensibilità con l'intensità dell'impatto; la categoria I rappresenta l'incisività più contenuta mentre la categoria VI indica quella più elevata; le categorie sono:

- I: nessun impatto / miglioramento
- II: impatto basso
- III: impatto medio
- IV: impatto elevato
- V: impatto molto elevato
- VI: impatto insopportabilmente alto

L'incisività del progetto viene valutata nella DCA separando fase di esercizio e di costruzione e cioè senza tenere conto, in seguito, delle misure per la riduzione degli impatti delle opere.

4. passo: Determinazione delle misure di sicurezza e compensazione

Sulla base della determinazione dell'incisività dell'intervento, come quarto passo, sono sviluppate e proposte le **misure di sicurezza e compensazione**. Queste servono per evitare o ridurre l'intensità dell'impatto delle opere e quindi per ridurre l'incisività dell'intervento. Alla fine si tratta di stabilire le misure per una **più elevata compatibilità ambientale** del progetto.

5. passo: Valutazione dell'efficacia delle misure proposte

Il quinto passo consiste in una **valutazione dell'efficacia** e dell'efficienza **delle misure** proposte. Con l'aumento dell'incisività dell'intervento cresce la necessità di sviluppare misure compensative efficaci perché il progetto rimanga compatibile con l'ambiente. Solo il grado di efficacia delle misure permette di dedurre l'impatto residuo. Questo vale poi come misura per la valutazione della compatibilità ambientale del progetto.

Con una efficacia molto buona delle misure, l'incisività dell'intervento è ridotta di 2 fino a 3 categorie, con una buona efficacia di 1 fino a 2 categorie e con misure parzialmente efficaci fino a 1 categoria.

6. passo: Individuazione dell'impatto residuo

Per concludere, come sesto passo, viene fatta una **valutazione complessiva** specifica **degli impatti** del progetto (comprese le misure proposte) e una valutazione conclusiva della compatibilità ambientale (= **impatto residuo**). L'impatto residuo è classificato,

keit des Vorhabens (= **Restbelastung**). Die Restbelastung gliedert sich wie die Eingriffserheblichkeit in sechs Stufen:

- I: keine Belastung / Verbesserung
- II: geringe Belastung
- III: mittlere Belastung
- IV: hohe Belastung
- V: sehr hohe Belastung
- VI: untragbar hohe Belastung¹

Ergebnis ist eine Aussage bezüglich der Umweltverträglichkeit der Errichtung des Brenner Basistunnels. Das Vorhaben umfasst dabei das technische Bauwerk sowie alle entwickelten Schutz- und Ausgleichsmaßnahmen. Diese werden dadurch zum untrennbaren Bestandteil des Vorhabens.

In der Beurteilung sind der Bau und der Betrieb (= Endzustand) des Vorhabens zu berücksichtigen, wobei als Gesamtbeurteilung je Teilabschnitt die jeweils ungünstigste Beurteilung herangezogen wird. Nach welchen Kriterien Beeinflussungssensibilität des Raumes bzw. Schutzgutes sowie die Wirkungsintensität des Vorhabens beurteilt werden wird in den Kapiteln der jeweiligen Themenbereiche beschrieben.

3.3.2. Erschütterungsproblematik

Schienenverkehr erzeugt durch seine rollende Last unter anderem Erschütterungen im Untergrund, die sich bis in die angrenzenden Gebäude ausbreiten und dort von den Anrainern als störend wahrgenommen werden können. Die Größe der Bodenerschütterungen ist von der Achslast, der Fahrgeschwindigkeit und dem Zustand des Schienenfahrzeuges, der Qualität des Fahrweges und einer Reihe von anderen Faktoren abhängig. Letztlich besitzt jeder Zug auf jedem Streckenabschnitt, abhängig von Schienenzustand, Streckenführung, Ober- und Unterbaukonstruktion ein typisches Emissions- bzw. Übertragungsverhalten, welches sich nur durch Messungen zuverlässig ermitteln lässt.

Die Erschütterungen breiten sich als mechanische Schwingungen im Untergrund aus und werden dabei an den verschiedenen Untergrundschichten gebrochen, reflektiert und in ihrem Frequenzgehalt verändert. Dabei erfahren die Schwingungen einerseits ei-

come l'incisività dell'intervento, in sei livelli:

- I: nessuno impatto / miglioramento
- II: basso impatto
- III: medio impatto
- IV: elevato impatto
- V: impatto molto elevato
- VI: impatto insopportabilmente elevato¹

L'esito consiste in una dichiarazione sulla compatibilità ambientale del progetto "Galleria di Base del Brennero". Il progetto comprende inoltre l'opera tecnica e tutte le misure predisposte per la difesa e la compensazione. Queste diventano pertanto parte integrante del progetto.

Nella valutazione si devono considerare le fasi di costruzione ed esercizio (= stato finale) del progetto, anche se come valutazione complessiva è considerata, in ogni capitolo parziale, ogni volta la valutazione meno favorevole. Nei capitoli delle singole tematiche viene descritto secondo quali criteri è valutata la sensibilità dell'area e del bene da tutelare e l'intensità d'impatto del progetto.

3.3.2. Problematica delle vibrazioni

Con il suo carico, il traffico ferroviario produce, tra l'altro, vibrazioni sotterranee che possono propagarsi fino agli edifici vicini e lì provocare disturbo agli abitanti. L'entità delle vibrazioni al suolo dipende dal carico sugli assi, dalla velocità di corsa e dallo stato del veicolo ferroviario, dalla qualità della via di corsa e da molti altri fattori. In ultima analisi, indipendentemente dalle condizioni delle rotaie, dall'itinerario e dalla struttura superiore o inferiore, ogni treno è caratterizzato da un comportamento tipico in termini di emissioni e trasmissione, comportamento che può essere rilevato in modo affidabile solo per mezzo di misurazioni.

Le vibrazioni si propagano come oscillazioni meccaniche nel sottosuolo e in questo processo vengono interrotte, riflesse e modificate nel loro contenuto in frequenze dai vari strati sotterranei. In questa fase, da un lato le vibrazioni sono soggette ad uno smor-

¹ Sollte die Restbelastung in einem Teilraum Stufe VI erreichen, bedeutet dies, dass eine außerordentlich hohe Eingriffserheblichkeit auch mit Maßnahmen nicht zu beherrschen ist. Damit wäre das Projekt für diesen Prüfinhalt als nicht umweltverträglich einzustufen. / Se l'impatto residuo raggiunge in un'area parziale il livello VI, significa che, un'incisività d'intervento straordinariamente alta non può essere controllata neppure con le misure. Con ciò il progetto sarebbe da classificare, per quanto riguarda questo punto in esame, come incompatibile con l'ambiente.

ne geometrische Dämpfung durch räumliche Ausbreitung, andererseits eine Materialdämpfung zufolge des nichtlinearen Materialverhaltens des Untergrundes. Die Art der Ausbildung des Bahnbauwerkes (Einschnitt, Damm, Tunnel, Brücke) beeinflusst die Ausbreitung der Erschütterungen ebenfalls signifikant.

Die Schwingungswellen treffen auf die Fundamente der Gebäude und regen diese und die damit verbundenen Tragstrukturen zum Schwingen an. In den Gebäuden können die Schwingungen verstärkt oder abgeschwächt werden. Dies kommt auf Faktoren wie Masse, Geschosszahl, Bauzustand und Bauweise an. Von besonderer Bedeutung sind hierbei die Deckeneigenfrequenzen, die von Spannweite und Steifigkeit der Deckenkonstruktion maßgeblich beeinflusst werden. Holzdecken großer Spannweite sind hierbei äußerst erschütterungsempfindlich und werden bei niedrigen Frequenzen angeregt, Betondecken hingegen sind relativ unempfindlich gegen Erschütterungen und werden bei hohen Frequenzen angeregt.

Der Mensch nimmt die Erschütterungen auf zweifache Art wahr: einerseits als fühlbare Erschütterungen, die hauptsächlich im Frequenzbereich zwischen 1 und 80 Hz auftreten, andererseits als über Wände und Decken abgestrahlten sekundären Luftschall, der meist Frequenzen zwischen 16 und 500 Hz aufweist. An freien Strecken dominiert im Normalfall der direkte Luftschall die Problematik, bei Tunnelstrecken, wo keine direkte Schallübertragung vom Fahrzeug zum Gebäude erfolgt, muss auch der sekundäre Luftschall berücksichtigt werden.

Es ist festzuhalten, dass Erschütterungswerte, die vom Menschen als störend empfunden werden, um ein bis zwei Größenordnungen unter den Werten liegen, die bei Gebäuden Risse und andere leichte Bauwerksschäden hervorrufen können. Bei der Betrachtung von Erschütterungen aus dem Bahnbetrieb ist daher im Allgemeinen immer mit der Einhaltung von Grenzwerten für das Wohlbefinden von Menschen auch die Einhaltung der Grenzwerte für Gebäudeschäden gesichert.

Erschütterungen aus dem Baubetrieb können sowohl das Wohlempfinden der Menschen stören als auch Schäden an Gebäuden verursachen. Bauerschütterungen entstehen durch Arbeiten wie etwa Aushubarbeiten, Tunnelbauarbeiten, Einbau von Stützmitteln, Spundwandarbeiten, Bohrarbeiten oder Verdichtungsarbeiten sowie durch den Baustellenverkehr.

Bei der Störung des Wohlempfindens gilt es vor allem bei Nacht das Aufwachen zu verhindern, bei Tag ist Erschrecken zu vermeiden.

Gebäude erleiden durch Bauerschütterungen vor allem kosmetische Schäden wie leichte Risse, nur in seltenen Fällen ist die Standfestigkeit der Gebäude

zamento geometrisch dovuto alla propagazione nello spazio, dall'altro ad un'attenuazione materiale in conseguenza del comportamento materiale non lineare del sottosuolo. Il tipo di progettazione della costruzione ferroviaria (sterro, terrapieno, galleria, ponte) influenza la propagazione delle vibrazioni in modo altrettanto significativo.

Le onde oscillatorie colpiscono le fondamenta degli edifici, provocando un moto oscillatorio degli stessi e delle strutture portanti ad essi collegate. All'interno degli edifici, le vibrazioni possono essere rafforzate o indebolite. Ciò dipende da fattori quali la massa, il numero di piani, le condizioni e il tipo di costruzione. Particolarmente significative sono le "frequenze proprie dei solai", che sono influenzate in modo determinante dalla portata e dalla rigidità della costruzione dei soffitti. I soffitti di legno con una portata più ampia sono notevolmente più sensibili alle vibrazioni e vengono stimolati da frequenze più basse, mentre i soffitti di cemento sono relativamente immuni dalle vibrazioni e vengono stimolati da frequenze più alte.

Le vibrazioni vengono percepite dalle persone in due modi diversi: da un lato, come vibrazioni sensibili, che si presentano prevalentemente nel campo di frequenza da 1 a 80 Hz; dall'altro lato, come rumore secondario irradiato attraverso le pareti e i soffitti, che presenta perlopiù frequenze comprese tra 16 e 500 Hz. Nei tratti aperti, normalmente la problematica è dominata dal suono diretto, mentre nei tratti in galleria, dove non avviene la trasmissione diretta del suono dal veicolo agli edifici, bisogna anche tenere conto del rumore secondario.

Occorre precisare che i valori relativi alle vibrazioni percepite dall'uomo come fonte di disturbo si trovano sempre di uno o due ordini di grandezza al di sotto dei valori che potrebbero provocare crepe ed altri lievi danni alle costruzioni. Quindi generalmente, considerando le vibrazioni originate dal traffico ferroviario, rispettando i valori limite per il benessere delle persone, saranno allo stesso tempo rispettati anche i valori limite per i danni agli edifici.

Le vibrazioni originate dall'attività di costruzione possono sia disturbare il benessere delle persone che provocare danni agli edifici. Le vibrazioni che interessano gli edifici sono originate da lavori come lavori in galleria, montaggio di sostegni, costruzione di palancole, lavori di carotaggio o costipamento o dal traffico cantierile.

Per quanto riguarda il disturbo del benessere, si tratta principalmente di impedire il risveglio di notte e gli spaventi di giorno.

A causa delle vibrazioni originate dai lavori, gli edifici subiscono soprattutto danni estetici come leggere crepe; solo in rari casi è a rischio la stabilità degli edi-

gefährdet. Bauschäden sind durch Anpassung der Arbeitsverfahren zu vermeiden, ansonsten sind die entstandenen Schäden zu sanieren bzw. zu entschädigen.

In Sonderfällen sind erschütterungsempfindliche Geräte vor Bauerschütterungen zu schützen. Diese sind als Teil des Baustellenmonitoring zu erheben und entsprechende Vereinbarungen mit den Eigentümern zu treffen.

3.3.3. Definition der Untersuchungssituationen

- Zustand Z0 = Ist-Situation vor Baubeginn, Vorbelastung
- Zustand Z1 = Situation während der Bauphase
- Zustand Z2 = Betriebs-Situation
 - Z20 = Betrieb ohne Erschütterungsschutzmaßnahme
 - Z21 = Betrieb mit Erschütterungsschutzmaßnahme

3.3.4. Beschreibung der Methoden zur Erschütterungsuntersuchung

Die erschütterungstechnischen Untersuchungen erfolgten in einem mehrstufigen Verfahren.

Zunächst wurde der Ist-Zustand erhoben. Dabei wurden baudynamische Erhebungen potenziell betroffener Gebäude durchgeführt. Neben dem allgemeinen Bauzustand (Gründung, aufgehendes Mauerwerk, Deckenkonstruktion, Stockwerkszahl etc.) wurde auch die dynamische Antwort des Gebäudes auf Anregungen untersucht und somit die Deckeneigenfrequenzen oder die Übertragungsfunktionen Garten – Fundament – Decke gemessen.

Weiters erfolgte im Rahmen der Ist-Zustandsanalyse die Messung bestehender Erschütterungsbelastungen, etwa aus Zugverkehr, Straßenverkehr oder Industrieanlagen. In diesen Fällen wurden auch Schallmessungen in den Gebäuden vorgenommen.

Das Ausbreitungsverhalten des Untergrundes wurde bei der Umfahrung Innsbruck ebenfalls untersucht und in Form von Ausbreitungsfunktionen dokumentiert.

An bestehenden Schienenstrecken im Projektgebiet, aber auch an anderen Strecken vergleichbarer Gebiete, wurden Emissionsmessungen durchgeführt, um die Schwingungen im Nahbereich der Trasse festzuhalten.

I danni agli edifici devono essere evitati adattando i metodi di lavoro, altrimenti i danni provocati devono essere riparati e/o indennizzati.

In casi particolari, occorre proteggere le apparecchiature sensibili alle vibrazioni dalle vibrazioni originate dai lavori. Ciò deve avvenire nell'ambito del monitoraggio di cantiere, stringendo relativi accordi con i proprietari.

3.3.3. Definizione delle situazioni esaminate

- situazione Z0 = situazione attuale prima dell'inizio dei lavori, livello iniziale di inquinamento
- situazione Z1 = situazione durante la fase di costruzione
- situazione Z2 = situazione di esercizio
 - Z20 = esercizio senza misure antivibrazione
 - Z21 = esercizio con misure antivibrazione

3.3.4. Descrizione della metodologia di indagine relativa alle vibrazioni

Le indagini tecniche relative alle vibrazioni si sono svolte nell'arco di un processo articolato in diverse fasi.

Per prima cosa è stata indagata la situazione attuale mediante rilevamenti della dinamica costruttiva negli edifici potenzialmente interessati. Oltre allo stato generale della costruzione (fondamenta, muri, costruzione dei solai, numero di piani, ecc.) è stata anche studiata la reazione dinamica dell'edificio alle sollecitazioni ed in questo modo misurata la frequenza propria dei solai o le funzioni di trasmissione giardino – fondamenta – solaio.

Successivamente, nell'ambito dell'analisi della situazione attuale è stato misurato l'inquinamento da vibrazioni esistenti originate dal traffico ferroviario, dal traffico stradale o da impianti industriali. In questi casi sono state anche eseguite misurazioni del rumore all'interno degli edifici.

Sono state anche effettuate indagini in relazione al comportamento del sottosuolo in termini di propagazione presso la circonvallazione di Innsbruck, indagini che sono state documentate sotto forma di funzioni di propagazione.

Sui tratti ferroviari esistenti – nell'area di progetto ma anche in altre tratte in aree comparabili – sono state eseguite misurazioni delle emissioni per determinare le oscillazioni in prossimità del tracciato.

Für die Betriebsphase wurden auf Basis dieser Messergebnisse mathematische Ausbreitungsmodelle erstellt, die folgende wesentliche Elemente enthielten:

- Emissionen der Züge, auf verschiedene Zugstypen und die künftigen Fahrgeschwindigkeiten umgerechnet;
- Etwaige Gegenmaßnahmen im Bereich des Fahrweges (Unterschottermatten, Masse-Feder-Systeme);
- Ausbreitungsverhalten des Untergrundes;
- Übertragungseigenschaften des Gebäudes vom Garten (bzw. Fundament) auf die Decke;
- Umrechnung der Erschütterungen in den sekundären Luftschall;
- Einwirkung auf den Menschen.

Die einzelnen Elemente dieser Prognosekette werden aus Messungen, numerischen Berechnungen, Erfahrungswerten oder analytischen Berechnungen gewonnen.

Die Umrechnung der Emissionsdaten auf erhöhte Fahrgeschwindigkeit erfolgt mit Hilfe frequenzabhängiger empirischer Formeln.

Die Erfahrung hat gezeigt, dass die dynamischen Eigenschaften von Gebäuden stark schwanken und daher Messungen der Eigenfrequenzen und Überhöhungsfaktoren das beste Mittel zur Prognose darstellen.

Werden die zulässigen Grenzwerte in der Prognose überschritten, werden Gegenmaßnahmen eingesetzt bzw. verstärkt und die Prognose neu berechnet.

Die Beurteilung der Einwirkungen auf den Menschen erfolgt nach ÖNORM S 9010 und ÖNORM S 9012 durchgeführt, die auf der internationalen Erschütterungsnorm ISO 2631 basieren.

Die Prognose von Erschütterungen in der Bauphase erfolgt vor allem auf Basis von Erfahrungswerten. Die Bewertung der Erschütterungsimmissionen erfolgt in Anlehnung an die Deutsche Norm DIN 4150-2. Die Kontrolle und die Steuerung von Gegenmaßnahmen erfolgt in der Bauphase durch ein Monitoring-Programm.

Die Beurteilung der Gefährdung von Gebäuden erfolgt auf Basis der ÖNORM S 9020.

3.3.5. Ermitteln der Betroffenen

Prinzipiell werden in der ersten Bearbeitungsphase für freie Strecken (Innsbruck) alle Gebäude in einem

Per la fase di esercizio, in base ai risultati delle misurazioni sono stati prodotti dei modelli matematici di propagazione, che contenevano i seguenti elementi principali:

- conversione delle emissioni dei treni, su diversi tipi di treni e future velocità di corsa;
- possibili contromisure nell'area della via di corsa (materassi sottobalast, sistemi a masse flottanti);
- comportamento del sottosuolo in termini di propagazione;
- caratteristiche di trasmissione dell'edificio dal giardino (o dalle fondamenta) al tetto;
- conversione delle vibrazioni nel suono secondario;
- Impatto sulle persone.

I singoli elementi di questa catena previsionale vengono estrapolati dalle misurazioni, dai calcoli numerici, dai valori empirici o dai calcoli analitici.

La conversione dei dati relativi alle emissioni con velocità di corsa elevata avviene con l'ausilio di formule empiriche dipendenti dalla frequenza.

L'esperienza ha dimostrato che le proprietà dinamiche degli edifici variano in modo considerevole e che per questo motivo le misurazioni delle frequenze proprie e dei fattori di soprastima rappresentano il metodo migliore per formulare delle previsioni.

Nel caso in cui nella previsione siano superati i valori limite ammessi, saranno adottate contromisure o rinforzate le contromisure esistenti e la previsione sarà calcolata di nuovo.

La valutazione degli impatti sulle persone avviene ai sensi delle norme ÖNORM S 9010 e ÖNORM S 9012, basate sulla norma internazionale relativa alle vibrazioni ISO 2631.

La previsione delle vibrazioni nella fase di costruzione viene eseguita principalmente in base ai valori empirici. La valutazione delle immissioni delle vibrazioni avviene conformemente alla norma tedesca DIN 4150-2. Il controllo e la gestione delle contromisure avviene nella fase di costruzione mediante un programma di monitoraggio.

La valutazione del rischio degli edifici avviene ai sensi della norma ÖNORM S 9020.

3.3.5. Determinazione delle aree interessate

In linea di principio, nella prima fase di elaborazione per i tratti liberi (Innsbruck) vengono considerati co-

Umkreis von ca. 100 m zur Trasse bzw. zu Bereichen, an denen Bauarbeiten stattfinden, als betroffen betrachtet. In Tunnelbereichen gilt dies auch für Gebäude in einem Abstand von mehreren hundert Metern.

Im Rahmen der detaillierten Untersuchungen wird dieser Kreis dann auf die tatsächlich betroffenen Gebäude eingengt.

In einer ersten Analyse wurden folgende Gruppen von Betroffenen ermittelt:

- Mehrere Gebäude in Innsbruck
- Einzelne Gebäude im Bereich der Baustelleneinrichtung Innsbruck/Sillschlucht

me interessiert von den vibrazioni tutti gli edifici in un raggio di circa 100 m dal tracciato o dalle aree in cui si svolgono i lavori di costruzione. Nelle aree delle gallerie questo vale anche per gli edifici posti ad una distanza di diverse centinaia di metri.

Nell'ambito delle indagini dettagliate, successivamente questo ambito viene ridotto agli edifici effettivamente interessati.

In una prima analisi sono stati rilevati i seguenti gruppi di edifici interessati:

- diversi edifici a Innsbruck;
- singoli edifici nell'area delle attrezzature di cantiere Innsbruck/Gola del Sill.

4. ERSCHÜTTERUNGEN

4.1. Beschreibung und Bewertung der Ist-Situation

4.1.1. Methodik

4.1.1.1. Definition der Beeinflussungssensibilität

4. VIBRAZIONI

4.1. Descrizione e valutazione della situazione attuale

4.1.1. Metodologia

4.1.1.1. Definizione della sensibilità

THEMENBEREICH ERSCHÜTTERUNGEN: BEWERTUNG DER BEEINFLUSSUNGSSENSIBILITÄT TEMATICA VIBRAZIONI: VALUTAZIONE DELLA SENSIBILITÀ	
Schutzgut Mensch (Betriebsphase und Bauphase) Bene da tutelare "Persone" (fase di esercizio e fase di costruzione)	
Beeinflussungssensibilität Sensibilità	Kriterien Criteri
Keine bis sehr gering – A Nessuna o trascurabile – A	<ul style="list-style-type: none"> unbebaute Flächen Aree non edificate
Gering – B Bassa – B	<ul style="list-style-type: none"> Industrie- oder Gewerbegebiet in der Nähe, Wohnbebauung mehr als 100 m zum Ort der Erschütterungsemission Zona industriale o commerciale nelle vicinanze, zona residenziale a più di 100 m dal punto di emissione delle vibrazioni
Mittel – C Media – C	<ul style="list-style-type: none"> Wohnbebauung mehr als 50 m zum Ort der Erschütterungsemission Zona residenziale a più di 50 m dal punto di emissione delle vibrazioni
Hoch – D Forte – D	<ul style="list-style-type: none"> Wohnbebauung näher als 50 m zum Ort der Erschütterungsemission Zona residenziale a meno di 50 m dal punto di emissione delle vibrazioni
Sehr hoch – E Molto forte – E	<ul style="list-style-type: none"> Stark erschütterungsempfindliche Wohnbebauung und andere besonders schützenswerte Bauwerke näher als 50 m zum Ort der Erschütterungsemission Costruzioni notevolmente sensibili alle vibrazioni ed altre opere particolarmente degne di tutela ad una distanza inferiore a 50 m dal punto di emissione delle vibrazioni

Tabelle 5: Themenbereich Erschütterungen: Bewertung der Beeinflussungssensibilität während der Betriebsphase und der Bauphase außer Sprengungen

Tabella 5: Tematica vibrazioni: valutazione della sensibilità durante la fase di esercizio e la fase di costruzione eccetto i brillamenti

Die Bewertung der Erschütterungseinwirkungen wird sowohl für den Schutz von Bauwerken als auch von Menschen durchgeführt. Da die Sensibilität von Bauwerken und Menschen stark voneinander abweicht, werden die Stufen der Sensibilität hinsichtlich folgender zwei Bewertungskriterien unterschiedlich festgelegt:

- allgemeine Sensibilität hinsichtlich Erschütterungen und sekundärem Luftschall (Betriebsphase

La valutazione degli influssi delle vibrazioni viene eseguita sia per la protezione delle costruzioni, sia per quella delle persone. Poiché la sensibilità delle opere costruite e delle persone presenta notevoli variazioni, le classi di sensibilità vengono stabilite tenendo conto dei due criteri di valutazione seguenti:

- sensibilità generale in relazione alle vibrazioni e al rumore secondario (fase di esercizio e fase di co-

und Bauphase für das Schutzgut Mensch)

- Sensibilität hinsichtlich Erschütterungen durch Sprengungen und vergleichbare impulsförmige Immissionen (Bauphase für das Schutzgut Bauwerke und Infrastruktur)

Die Beurteilung der Sensibilität eines Teilraumes erfolgt auf Basis der Widmung der vorhandenen Bebauung, dem Abstand der Bebauung vom Ort der Erschütterungsemission und der Erschütterungsempfindlichkeit der Gebäude. Die Sensibilitätsstufen werden dem entsprechend gemäß den Definitionen in Tabelle 5: und Tabelle 6: festgelegt.

struzione riguardo il bene da tutelare “Persone”)

- sensibilità in relazione alle vibrazioni causate dai brillamenti ed immissioni ad impulsi paragonabili (fase di costruzione per il bene da tutelare “Opere Costruttive e Infrastrutture”)

La valutazione della sensibilità di un'area parziale avviene in base all'uso delle costruzioni esistenti, alla distanza delle costruzioni dal punto di emissione delle vibrazioni e dalla sensibilità alle vibrazioni degli edifici. In base a ciò vengono fissate le seguenti classi di sensibilità secondo le definizioni della Tabella 5: e della Tabella 6:

THEMENBEREICH ERSCHÜTTERUNGEN: BEWERTUNG DER BEEINFLUSSUNGSSENSIBILITÄT TEMATICA VIBRAZIONI: VALUTAZIONE DELLA SENSIBILITÀ	
Schutzgut Bauwerke und Infrastruktur (Bauphase) Bene da tutelare “Opere Costruttive e Infrastrutture” (fase di costruzione)	
Beeinflussungssensibilität Sensibilità	Kriterien Criteri
Keine bis sehr gering – A Nessuna o trascurabile – A	• unbebaute Flächen
	• Aree non edificate
Gering – B Bassa – B	• Industrie- oder Gewerbebauten (Gebäudeklasse I nach ÖNORM S 9020)
	• Edifici industriali o commerciali (classe di edificio I secondo ÖNORM S 9020)
Mittel – C Media – C	• Wohnbauten (Gebäudeklasse II nach ÖNORM S 9020)
	• Edifici residenziali (classe II secondo ÖNORM S 9020)
Hoch – D Forte – D	• Erschütterungsempfindlichere Gebäude als bei A und B (Gebäudeklasse III nach ÖNORM S 9020)
	• Edifici più sensibili alle vibrazioni rispetto ad A e B (classe di edificio III secondo ÖNORM S 9020)
Sehr hoch – E Molto forte – E	• Besonders erschütterungsanfällige denkmalgeschützte Gebäude (Gebäudeklasse IV nach ÖNORM S 9020)
	• Edifici sotto tutela dei monumenti particolarmente sensibili alle vibrazioni (classe di edificio IV secondo ÖNORM S 9020)

Tabelle 6: Themenbereich Erschütterungen: Bewertung der Beeinflussungssensibilität bei Sprengungen während der Bauphase

Tabella 6: Tematica vibrazioni: valutazione della sensibilità con brillamenti durante la fase di costruzione

Als erster Schritt werden die einzelnen Flächen hinsichtlich ihrer Sensibilität beurteilt. Diese werden dann nach Teilräumen zusammengefasst, so dass letztlich eine gesamthafte Einschätzung der Beeinflussungssensibilität für den jeweiligen Teilraum erfolgt.

In una prima fase vengono valutate le singole aree in relazione alla loro sensibilità. Queste vengono suddivise in aree parziali, così che in ultima analisi avviene una valutazione complessiva della sensibilità agli influssi per la rispettiva area parziale.

4.1.1.2. Vorgangsweise zur Beschreibung der Erschütterungs-Ist-Situation

Die Beschreibung und Bewertung der Ist-Situation umfasst die Bewertung der Beeinflussungssensibilität des Raumes gegenüber Erschütterungen und sekundärem Luftschall und andererseits die Darstellung

4.1.1.2. Procedura per la descrizione della situazione attuale in relazione alle vibrazioni

La descrizione e la valutazione della situazione attuale comprende da una parte la valutazione della sensibilità dell'ambiente agli influssi per quanto riguarda le vibrazioni e il rumore secondario ed anche,

der bestehenden Vorbelastungen aufgrund vorliegender Daten.

Im Zuge der Ist-Zustandsanalyse wurden für jedes begutachtete Gebäude Aufnahmeblätter erstellt, für jede Ist-Zustandsmessung ein Messprotokoll. Die Mess- und Erhebungsergebnisse sind den weiterführenden Unterlagen zu entnehmen. Für das Projektgebiet Oesterreich betrifft dies folgende Berichte:

- D0118-00216 „Erschütterungen – Gebäudeaufnahmen“
- D0118-00215 „Erschütterungen und sekundärer Luftschall – Messung Ist-Zustand“
- D0118-00282 „Erschütterungen – Übertragungsmessung Inntaltunnel“.

4.1.1.3. Bestehende Immissionsquellen – Vorbelastung

Bestehende Erschütterungsquellen spielen in den Beurteilungsverfahren der anzuwendenden Normen nur eine untergeordnete Bedeutung. Da es sich beim gegenständlichen Bauvorhaben bis auf den Portalbereich Innsbruck um eine Neubaustrecke handelt, wurde daher von einer Berücksichtigung der bestehenden Körperschall- und Erschütterungsbelastung in der Bewertung der prognostizierten Immissionswerte abgesehen. Eine qualitative Berücksichtigung der bestehenden Belastung erfolgt jedoch bei der Einstufung der Sensibilität der Teiluntersuchungsräume.

Da die Dokumentation des Ist-Zustandes in der Methodik einer UVE jedoch eine wichtige Rolle spielt, wurden im ganzen Projektgebiet mehrere Messungen der bestehenden Immissionen bezüglich Erschütterungen und Gebäudeinnenschall durchgeführt. Siehe dazu die erwähnten Messberichte.

Für einen besseren Vergleich der Auswirkungen des Bauvorhabens mit der Vorbelastung im Portalbereich Innsbruck wird im Kapitel 4.2 für diesen Teilraum die Vorbelastung aufgrund von Prognoseberechnungen ebenfalls dargestellt (Tabelle 22:). Die Prognoseberechnungen können so an den Messungen der Vorbelastung kalibriert werden. Die Prognoseberechnungen basieren auf folgenden Verkehrszahlen (Tabelle 7:):

dall'altra, la rappresentazione dell'inquinamento preesistente in base ai dati a disposizione.

Nel corso dell'analisi della situazione attuale, per ogni edificio sottoposto a perizia sono stati prodotti fogli di rilevamento e per ogni misurazione della situazione attuale un protocollo di misurazione. I risultati delle misurazioni e dei rilevamenti sono da estrapolarsi dall'ulteriore documentazione. Per l'area di progetto Austria questo riguarda i seguenti rapporti:

- D0118-00216 “Vibrazioni – rilevamento di edifici”
- D0118-00215 “Vibrazioni e suono secondario – misurazione della situazione attuale”
- D0118-00282 “Vibrazioni – Misurazione della trasmissione Galleria Inntal”

4.1.1.3. Fonti d'immissione esistenti – Livello iniziale di inquinamento

Le fonti di vibrazioni esistenti hanno un significato trascurabile nel processo di valutazione delle norme applicabili. Poiché il presente progetto riguarda un tratto di nuova costruzione fino all'area di portale di Innsbruck, nella valutazione dei valori d'immissione previsti non è stato preso in considerazione l'inquinamento da vibrazioni e rumore trasmesso per via solida preesistente. Una valutazione qualitativa del livello iniziale d'inquinamento avviene tuttavia nella classificazione delle sensibilità nelle aree parziali d'indagine.

Dato che la documentazione della situazione attuale svolge comunque un ruolo importante nella metodologia di una DCA, nell'intera area di progetto sono state eseguite diverse misurazioni delle immissioni esistenti in relazione alle vibrazioni e al rumore interno degli edifici. A tale proposito cfr. i rapporti di misurazione citati.

Per un migliore confronto degli impatti del progetto con i livelli iniziali di inquinamento nell'area portale di Innsbruck, al capitolo 4.2 viene anche rappresentato il livello iniziale di inquinamento per quest'area parziale sulla base di calcoli previsionali (Tabella 22:). In questo modo è possibile tarare i calcoli previsionali con le misurazioni del livello iniziale di inquinamento. I calcoli previsionali si basano sulle seguenti cifre relative al traffico (Tabella 7:):

Zugzahlen Ist-Situation Z0 (2005) / Cifre relative ai treni situazione attuale Z0 (2005)						
Strecke linea	Zuggattung tipo di treno	Fahrgeschwindigkeit velocità del treno [km/h]	Anzahl Züge numero di treni tags / giorno	Zuglänge lunghezza dei treni [m]	Anzahl Züge numero di treni nachts / notte	Zuglänge lunghezza dei treni [m]
Innsbruck (nur Bren- nerlinie / so- lo linea del Brennero)	GZ / TM	80	24	280	11	280
	SZ / TVI	80	13	250	3	250
	RZ / TR	80	33	120	4	120
Umfahrung Innsbruck / Circonvalla- zione Innsbruck	GZ / TM	100	49	280	38	280
	SZ / TVI	0	0	0	0	0
	RZ / TR	0	0	0	0	0
GZ / TM Güterzug / Treno merci SZ / TVI Internationaler Personenzug / Treno passeggeri internazionale RZ / TR Regionalzug / Treno regionale						

Tabelle 7: mittlere Zugzahlen Ist-Situation Z0 Innsbruck (Brennerlinie) und Umfahrung Innsbruck

Tabella 7: Cifre medie relative ai treni situazione attuale Z0 Innsbruck (linea del Brennero) e circonvallazione di Innsbruck

4.1.2. Portalbereich Innsbruck / Sillschlucht

Der Teilraum Innsbruck / Sillschlucht befindet sich im Stadtgebiet von Innsbruck und umfasst das Gebiet rund um die Einbindung der Brennerlinie in den Hauptbahnhof Innsbruck und die Sillschlucht am Fuße des Bergisel.

4.1.2.1. Vorbelastung

Die Verkehrsträger der Inntal-Autobahn A12, der Eisenbahnlinien Innsbruck-Brenner und Innsbruck-Westbahnhof, der Tramlinie Innsbruck-Igls sowie zahlreicher Verbindungs- und Zufahrtsstraßen bewirken auf dem Lockergesteinsboden von Innsbruck eine erhöhte Grundbelastung bezüglich Erschütterungen gegenüber den ländlichen Regionen. Je näher, dass man sich an einem der Verkehrsträger befindet, desto höher ist die Erschütterungsbelastung und sie kann im Einflussbereich der Schienenwege sogar im spürbaren Bereich liegen. Auch von Industrie- und Gewerbebetrieben kann eine geringe Erschütterungsbelastung ausgehen.

Bei mehr als etwa 50 m Abstand zu den Verkehrsträgern sowie im Bereich Bergisel mit felsigem Untergrund ist die Grundbelastung durch Erschütterungen gering und liegt unter der Fühlbarkeitsschwelle.

In Rahmen der Ist-Zustandserhebungen wurden in diesem Teilraum 7 Messungen bezüglich Erschütterungen und Innenschall durchgeführt. Bei Firmen, wo nur die Erschütterungen relevant sind, wurde auf die Schallmessung im Innenraum verzichtet. Eine weitere hier nicht dokumentierte Messung der Vorbelastung liegt außerhalb des Beeinflussungsbereiches in

4.1.2. Area portale di Innsbruck / Gola del Sill

L'area parziale Innsbruck / Gola del Sill si trova nell'area urbana di Innsbruck intorno al collegamento della linea del Brennero nella stazione centrale di Innsbruck e la Gola del Sill ai piedi del Bergisel.

4.1.2.1. Livello iniziale di inquinamento

I vettori di traffico dell'autostrada della Valle dell'Inn A12, le linee ferroviarie Innsbruck-Brennero e Innsbruck-Westbahnhof, la linea tranviaria Innsbruck-Igls nonché numerose strade di accesso e di collegamento provocano, sul sottosuolo di Innsbruck in materiale sciolto, un aumento base delle vibrazioni nei confronti delle zone rurali. Più vicino ci si trova ad uno dei vettori di traffico, maggiore è l'inquinamento da vibrazioni e nella zona d'influsso della linea ferroviaria tale inquinamento è addirittura percettibile. Un lieve inquinamento da vibrazioni può anche essere originato dalle attività industriali e commerciali.

Ad una distanza di più di 50 m dai vettori di traffico e nell'area di Bergisel dove il sottosuolo è roccioso, l'inquinamento base delle vibrazioni è limitato ed è al di sotto della soglia di percezione.

Nell'ambito dei rilevamenti della situazione attuale, in questa area parziale sono state eseguite 7 misurazioni riguardo le vibrazioni e il rumore interno. Per le ditte per cui sono rilevanti soltanto le vibrazioni si è rinunciato a misurare il suono interno. Un'ulteriore misurazione del livello iniziale d'inquinamento, qui non documentata, si trova al di fuori della zona

diesem Teilraum.

Die stärksten Erschütterungs- und Lärmquellen betreffen normalerweise von Personen verursachte gebäudeinterne Vorgänge.

Einen räumlichen Überblick über die Messorte vermittelt Abbildung 2: Die Messresultate sind in Tabelle 8: bis Tabelle 14: zusammengefasst, wobei die Erschütterungswerte nach DIN 4150-2 aufgeführt sind. Die ausführlichen Messresultate sind im Messbericht D0118-00215 „Erschütterungen und sekundärer Luftschall – Messung Ist-Zustand“ dokumentiert.

d'influsso in questa area parziale.

Le più importanti fonti di vibrazioni e suono normalmente riguardano processi all'interno degli edifici causati dalle persone.

L'Illustrazione 2: offre una panoramica spaziale dei punti di misurazione. I risultati delle misurazioni sono riassunti nelle tabelle dalla Tabella 8: alla Tabella 14:, dove i valori relativi alle vibrazioni sono indicati ai sensi della norma DIN 4150-2. I risultati dettagliati delle misurazioni sono riportati nel rapporto di misurazione D0118-00215 “Vibrazioni e suono secondario – misurazione della situazione attuale”.

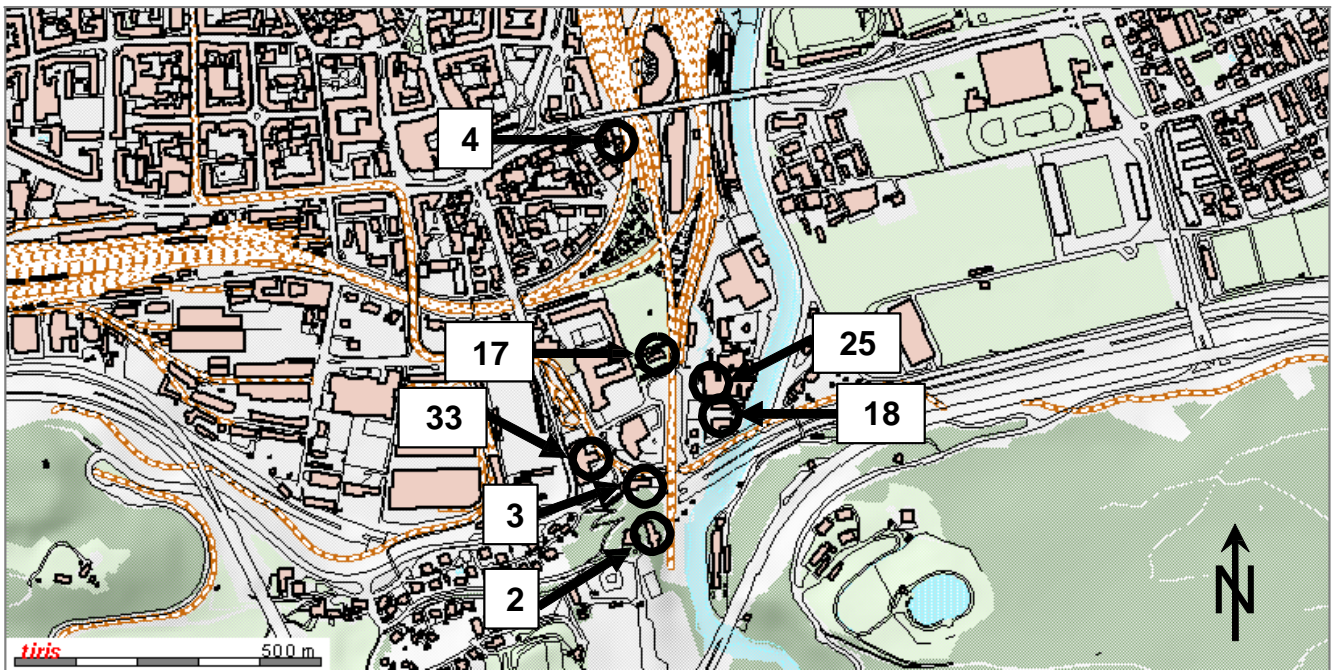


Abbildung 2: Lage der Messorte zur Ermittlung der Vorbelastung bezüglich Erschütterungen und Schallpegel im Innenraum im Teilraum Portalbereich Innsbruck / Sillschlucht

Illustrazione 2: Posizione dei luoghi di misurazione per il rilevamento del livello iniziale di inquinamento riguardo le vibrazioni e il livello sonoro interni nell'area del portale Innsbruck/Gola del Sill.

MESSUNG VORBELASTUNG / MISURAZIONE LIVELLO INIZIALE DI INQUINAMENTO							
Messort	Nr. 2: Bergisel 2, Innsbruck						
Luogo di misurazione	N° 2: Bergisel 2, Innsbruck						
ERSCHÜTTERUNGEN / VIBRAZIONI							
Messpunkt punto di misurazione	UG Fundament PI fondazione		1. OG Schlafzimmer 1° p. stanza da letto				
Messdauer durata di misurazione	31.05.2005 08:55 - 01.06.2005 08:09		31.05.2005 10:01 - 31.05.2005 13:32				
x-Komp. / componente x	KB _{Fmax} = 0,0068	KB _{FTm} = 0,0009	KB _{Fmax} = 0,0172	KB _{FTm} = 0,0050			
y-Komp. / componente y	KB _{Fmax} = 0,0096	KB _{FTm} = 0,0011	KB _{Fmax} = 0,0117	KB _{FTm} = 0,0036			
z-Komp. / componente z	KB _{Fmax} = 0,0085	KB _{FTm} = 0,0011	KB _{Fmax} = 0,1140	KB _{FTm} = 0,0173			
SCHALLPEGEL / LIVELLO SONORO							
Messpunkt / punto di misurazione	1. OG Schlafzimmer / 1° p. stanza da letto						
Messdauer / durata di misurazione	31.05.2005 10:01 - 31.05.2005 13:32						
Kanal / canale	Total / totale			leiseste Periode (30 Min.) / periodo di min. livello (30 min.)		lauteste Periode (30 Min.) / periodo di mas. livello (30 min.)	
	L _{min} (slow max)	L _{max} (slow max)	L _{eq}	Start / inizio	L _{eq}	Start / inizio	L _{eq}
1:	25,2	43,2	29,3	12:17:11	28,6	11:47:11	29,8
2:	25,9	46,1	30,1	12:17:11	29,4	11:47:11	30,6

Tabelle 8: Vorbelastung bezüglich Erschütterungen und Schallpegel im Innenraum am Messort Nr. 3, Bergisel 2, Innsbruck

Tabella 8: Livello iniziale di inquinamento riguardo le vibrazioni e il livello sonoro interni nel luogo di misurazione n° 3, Bergisel 2, Innsbruck

MESSUNG VORBELASTUNG / MISURAZIONE LIVELLO INIZIALE DI INQUINAMENTO							
Messort	Nr. 3: Klostergasse 6, Innsbruck						
Luogo di misurazione	N° 3: Klostergasse 6, Innsbruck						
ERSCHÜTTERUNGEN / VIBRAZIONI							
Messpunkt punto di misurazione	EG Fundament PT fondazione		1. OG Büro 1° p. ufficio				
Messdauer durata di misurazione	31.05.2005 09:11 - 01.06.2005 08:36		31.05.2005 15:39 - 31.05.2005 18:56				
x-Komp. / componente x	KB _{Fmax} = 0,193	KB _{FTm} = 0,0115	KB _{Fmax} = 0,107	KB _{FTm} = 0,0145			
y-Komp. / componente y	KB _{Fmax} = 0,118	KB _{FTm} = 0,0113	KB _{Fmax} = 0,091	KB _{FTm} = 0,0124			
z-Komp. / componente z	KB _{Fmax} = 0,235	KB _{FTm} = 0,0198	KB _{Fmax} = 0,318	KB _{FTm} = 0,0809			
SCHALLPEGEL / LIVELLO SONORO							
Messpunkt / punto di misurazione	1. OG Büro / 1° p. ufficio						
Messdauer / durata di misurazione	31.05.2005 15:39 - 31.05.2005 18:55						
Kanal / canale	Total / totale			leiseste Periode (30 Min.) / periodo di min. livello (30 min.)		lauteste Periode (30 Min.) / periodo di mas. livello (30 min.)	
	L _{min} (slow max)	L _{max} (slow max)	L _{eq}	Start / inizio	L _{eq}	Start / inizio	L _{eq}
1:	21,6	48,1	29,2	18:26:00	26,4	16:46:00	30,5
2:	21,2	47,3	27,6	18:25:00	25,3	15:58:00	28,6

Tabelle 9: Vorbelastung bezüglich Erschütterungen und Schallpegel im Innenraum am Messort Nr. 3, Klostergasse 6, Innsbruck

Tabella 9: Livello iniziale di inquinamento riguardo le vibrazioni e il livello sonoro interni nel luogo di misurazione n° 3, Klostergasse 6, Innsbruck

MESSUNG VORBELASTUNG / MISURAZIONE LIVELLO INIZIALE DI INQUINAMENTO							
Messort Luogo di misurazione	Nr. 4: Südbahnstr. 3, Innsbruck N° 4: Südbahnstr. 3, Innsbruck						
ERSCHÜTTERUNGEN / VIBRAZIONI							
Messpunkt punto di misurazione	UG Fundament PI fondazione		EG Wohnzimmer PT soggiorno				
Messdauer durata di misurazione	27.06.2005 13:45 - 28.06.2005 07:51		01.06.2005 09:58 - 01.06.2005 13:44				
x-Komp. / componente x	KB _{Fmax} = 0,223	KB _{FTm} = 0,0170	KB _{Fmax} = 0,485	KB _{FTm} = 0,0627			
y-Komp. / componente y	KB _{Fmax} = 0,122	KB _{FTm} = 0,0071	KB _{Fmax} = 0,167	KB _{FTm} = 0,0243			
z-Komp. / componente z	KB _{Fmax} = 0,359	KB _{FTm} = 0,0392	KB _{Fmax} = 1,150	KB _{FTm} = 0,1420			
SCHALLPEGEL / LIVELLO SONORO							
Messpunkt / punto di misurazione		EG Wohnzimmer / PT soggiorno					
Messdauer / durata di misurazione		01.06.2005 10:16 - 01.06.2005 13:41					
Kanal / canale	Total / totale			leiseste Periode (30 Min.) / periodo di min. livello (30 min.)		lauteste Periode (30 Min.) / periodo di mas. livello (30 min.)	
	L _{min} (slow max)	L _{max} (slow max)	L _{eq}	Start / inizio	L _{eq}	Start / inizio	L _{eq}
1:	18,0	57,2	35,2	12:14:01	31,8	13:04:01	37,4
2:	18,5	58,4	35,4	12:14:01	32,9	13:04:01	37,5

Tabelle 10: Vorbelastung bezüglich Erschütterungen und Schallpegel im Innenraum am Messort Nr. 4, Südbahnstr. 3, Innsbruck

Tabella 10: Livello iniziale di inquinamento riguardo le vibrazioni e il livello sonoro interni nel luogo di misurazione n° 4, Südbahnstr. 3, Innsbruck

MESSUNG VORBELASTUNG / MISURAZIONE LIVELLO INIZIALE DI INQUINAMENTO							
Messort Luogo di misurazione	Nr. 17: Klostergasse 7, Innsbruck N° 17: Klostergasse 7, Innsbruck						
ERSCHÜTTERUNGEN / VIBRAZIONI							
Messpunkt punto di misurazione	EG Fundament PT fondazione		1. OG Schlafzimmer 1° p. stanza da letto				
Messdauer durata di misurazione	10.06.2005 09:27 - 13.06.2005 16:14		10.06.2005 09:09 - 10.06.2005 13:58				
x-Komp. / componente x	KB _{Fmax} = 1,240	KB _{FTm} = 0,1040	KB _{Fmax} = 0,272	KB _{FTm} = 0,0415			
y-Komp. / componente y	KB _{Fmax} = 0,240	KB _{FTm} = 0,0205	KB _{Fmax} = 0,157	KB _{FTm} = 0,0207			
z-Komp. / componente z	KB _{Fmax} = 0,315	KB _{FTm} = 0,0218	KB _{Fmax} = 0,795	KB _{FTm} = 0,1110			
SCHALLPEGEL / LIVELLO SONORO							
Messpunkt / punto di misurazione	1. OG Schlafzimmer / 1° p. stanza da letto						
Messdauer / durata di misurazione	10.06.2005 10:02 - 10.06.2005 13:47						
Kanal / canale	Total / totale			leiseste Periode (30 Min.) / periodo di min. livello (30 min.)		lauteste Periode (30 Min.) / periodo di mas. livello (30 min.)	
	L _{min} (slow max)	L _{max} (slow max)	L _{eq}	Start / inizio	L _{eq}	Start / inizio	L _{eq}
1:	21,1	52,2	28,9	12:01:00	24,2	10:02:00	32,2
2:	19,4	52,2	28,8	12:00:00	23,1	10:02:00	32,6

Tabelle 11: Vorbelastung bezüglich Erschütterungen und Schallpegel im Innenraum am Messort Nr. 17, Klostersgasse 7, Innsbruck

Tabella 11: Livello iniziale di inquinamento riguardo le vibrazioni e il livello sonoro interni nel luogo di misurazione n° 17, Klostersgasse 7, Innsbruck

MESSUNG VORBELASTUNG / MISURAZIONE LIVELLO INIZIALE DI INQUINAMENTO				
Messort	Nr. 18: St. Bartlmä 2/2a, Innsbruck			
Luogo di misurazione	N° 18: St. Bartlmä 2/2a, Innsbruck			
ERSCHÜTTERUNGEN / VIBRAZIONI				
Messpunkt	1. OG Büro Firma Otis		1. OG Server Firma Techem	
punto di misurazione	1° p. ufficio impresa Otis		1° p. server impr. Techem	
Messdauer	27.06.2005 15:37 - 28.06.2005 08:14		27.06.2005 14:53 - 28.06.2005 08:49	
durata di misurazione				
x-Komp. / componente x	KB _{Fmax} = 0,073	KB _{FTm} = 0,0111	v _{max} = 0,299 mm/s	-
y-Komp. / componente y	KB _{Fmax} = 0,063	KB _{FTm} = 0,0136	v _{max} = 0,316 mm/s	-
z-Komp. / componente z	KB _{Fmax} = 0,221	KB _{FTm} = 0,0260	v _{max} = 1,495 mm/s	-
SCHALLPEGEL / LIVELLO SONORO				
Keine Schallmessung durchgeführt (nur Erschütterungen relevant)				
Misurazione del suono secondario non effettuata (solamente le vibrazioni sono rilevanti)				

Tabelle 12: Vorbelastung bezüglich Erschütterungen und Schallpegel im Innenraum am Messort Nr. 18, St. Bartlmä 2/2a, Innsbruck

Tabella 12: Livello iniziale di inquinamento riguardo le vibrazioni e il livello sonoro interni nel luogo di misurazione n° 18, St. Bartlmä 2/2a, Innsbruck

MESSUNG VORBELASTUNG / MISURAZIONE LIVELLO INIZIALE DI INQUINAMENTO				
Messort	Nr. 25: St. Bartlmä 3, Innsbruck			
Luogo di misurazione	N° 25: St. Bartlmä 3, Innsbruck			
ERSCHÜTTERUNGEN / VIBRAZIONI				
Messpunkt	EG Halle 5		EG Halle 3	
punto di misurazione	PT officina 5		PT officina 3	
Messdauer	01.07.2005 10:00 - 04.07.2005 13:37		01.07.2005 10:19 - 01.07.2005 12:56	
durata di misurazione				
x-Komp. / componente x	$v_{\max} = 0,061 \text{ mm/s}$	-	$v_{\max} = 0,060 \text{ mm/s}$	-
y-Komp. / componente y	$v_{\max} = 0,045 \text{ mm/s}$	-	$v_{\max} = 0,118 \text{ mm/s}$	-
z-Komp. / componente z	$v_{\max} = 0,118 \text{ mm/s}$	-	$v_{\max} = 0,148 \text{ mm/s}$	-
SCHALLPEGEL / LIVELLO SONORO				
Keine Schallmessung durchgeführt (nur Erschütterungen relevant)				
Misurazione del suono secondario non effettuata (solamente le vibrazioni sono rilevanti)				

Tabelle 13: Vorbelastung bezüglich Erschütterungen und Schallpegel im Innenraum am Messort Nr. 25, St. Bartlmä 3, Innsbruck

Tabella 13: Livello iniziale di inquinamento riguardo le vibrazioni e il livello sonoro interni nel luogo di misurazione n° 25, St. Bartlmä 3, Innsbruck

MESSUNG VORBELASTUNG / MISURAZIONE LIVELLO INIZIALE DI INQUINAMENTO				
Messort Luogo di misurazione	Nr. 33: Klostergasse 4, Innsbruck N° 33: Klostergasse 4, Innsbruck			
ERSCHÜTTERUNGEN / VIBRAZIONI				
Messpunkt punto di misurazione	EG Firma CTI MP 1 PT impresa CTI MP 1		EG Firma CTI MP 2 PT impresa CTI MP 2	
Messdauer durata di misurazione	08.07.2005 11:35 - 08.07.2005 14:36		08.07.2005 11:48 - 08.07.2005 14:55	
x-Komp. / componente x	v _{max} = 0,042 mm/s	-	v _{max} = 0,036 mm/s	-
y-Komp. / componente y	v _{max} = 0,031 mm/s	-	v _{max} = 0,039 mm/s	-
z-Komp. / componente z	v _{max} = 0,058 mm/s	-	v _{max} = 0,126 mm/s	-
SCHALLPEGEL / LIVELLO SONORO				
Keine Schallmessung durchgeführt (nur Erschütterungen relevant) Misurazione del suono secondario non effettuata (solamente le vibrazioni sono rilevanti)				

Tabelle 14: Vorbelastung bezüglich Erschütterungen und Schallpegel im Innenraum am Messort Nr. 33, Klostergasse 4, Innsbruck

*Tabella 14: Livello iniziale di inquinamento riguardo le vibrazioni e il livello sonoro interni nel luogo di misurazione n° 33, Klo-
stergasse 4, Innsbruck*

4.1.2.2. Beeinflussungssensibilität

Im Einflussbereich von Erschütterungen infolge oberirdischen Baubetriebs liegen mehrere Gebäude mit Wohn-, Büro-, Gewerbe- oder Industrienutzung. Zusätzlich grenzen verschiedene Gebäude direkt an Baustellenbereiche und Transportstraßen.

Im Bereich der Portale ist mit erschütterungsintensiven Felsabbauarbeiten zu rechnen. Empfindliche Gebäude, die z.T. unter Denkmalschutz stehen, befinden sich in deren Einflussbereich.

4.1.2.2. Sensibilità

Nella zona d'influsso di vibrazioni causate da lavori di costruzione in superficie si trovano alcuni edifici ad uso abitativo, d'ufficio, commerciali o industriali. Inoltre, diversi edifici confinano con aree di cantiere e strade di trasporto.

Nell'area dei portali occorre tenere conto di lavori di scavo nella roccia che comportano un intenso livello di vibrazioni. Nel campo d'influsso di tali lavori sono ubicati degli edifici sensibili, che in parte sono sotto tutela dei monumenti.

BEEINFLUSSUNGSSENSIBILITÄT ERSCHÜTTERUNGEN – PORTALBEREICH INNSBRUCK / SILLSCHLUCHT			
SENSIBILITÀ ALLE VIBRAZIONI – AREA PARZIALE ZONA PORTALE DI INNSBRUCK / GOLA DEL SILL			
Schutzgut Mensch (Betriebsphase und Bauphase) Bene da tutelare “Persone” (fase di esercizio e fase di costruzione)			
Ortschaft / Objekt Località / Oggetto	Bauwerk Opera costruttiva	Bemerkung Nota	Wertung Valutazione
Innsbruck, Bereich Graßmayrstraße Innsbruck, zona Graßmayrstraße	mehrheitlich Wohnbebauung In prevalenza zona residenziale		zzzz
Innsbruck, Bereich Klostergasse Innsbruck, zona Klostergasse	Wohn-, Gewerbe- und kirchliche Bauten Edifici residenziali, commerciali e religiosi	z.T. sehr exponiert gelegen Parzialmente in posizione molto esposta	zzzzzz
Innsbruck, Bereich St. Bartlmä Innsbruck, zona St. Bartlmä	Gewerbe- und Industriebauten Edifici commerciali e industriali	z.T. mit Wohnanteil Parzialmente con parte residenziale	zzzz
Innsbruck, Bergiselareal Innsbruck, Bergiselareal	Museen, Restaurant Musei, ristorante	Denkmalschutz Tutela di monumenti storici	zzzz
Innsbruck, Bereich Sillschlucht Innsbruck, zona Gola del Sill	Gewerbebauten Edifici commerciali	zukünftig ohne Wohnanteil In futuro senza parte residenziale	zzzz
Innsbruck, Einzelobjekte Innsbruck, oggetti singoli	Gebäude Bierstindl Kirche St. Bartlmae Edifici Bierstindl Chiesa di St. Bartlmae	Denkmalschutz Tutela di monumenti storici	zzzzzz
Wertung/Valutaz.: zzzzzz...sehr hoch/molto forte, zzzz...hoch/forte, zzz...mittel/media, zz...gering/bassa, z....sehr gering/trascurabile			
Gesamteinschätzung der Beeinflussungssensibilität:			Hoch – D
Valutazione complessiva della sensibilità:			Forte – D

Tabelle 15: Themenbereich Erschütterungen: Beeinflussungssensibilität während der Betriebs- und Bauphase für das Schutzgut Mensch – Teilraum Portalbereich Innsbruck / Sillschlucht

Tabella 15: Tematica vibrazioni: Sensibilità durante la fase di esercizio e la fase di costruzione per il bene da tutelare “Persone” – Area parziale Zona portale di Innsbruck / Gola del Sill

BEEINFLUSSUNGSSENSIBILITÄT ERSCHÜTTERUNGEN – TEILRAUM PORTALBEREICH INNSBRUCK / SILLSCHLUCHT			
SENSIBILITÀ ALLE VIBRAZIONI – AREA PARZIALE ZONA PORTALE DI INNSBRUCK / GOLA DEL SILL			
Schutzgut Bauwerke und Infrastruktur (Bauphase) Bene da tutelare “Opere Costruttive e Infrastrutture” (fase di costruzione)			
Ortschaft / Objekt Località / Oggetto	Bauwerk Opera costruttiva	Bemerkung Nota	Wertung Valutazione
Innsbruck, Bereich Graßmayrstraße Innsbruck, zona Graßmayrstraße	mehrheitlich Wohnbebauung In prevalenza zona residenziale		zzz
Innsbruck, Bereich Klostergasse Innsbruck, zona Klostergasse	Wohn-, Gewerbe- und kirchliche Bauten Edifici residenziali, commerciali e religiosi	z.T. sehr exponiert gelegen Parzialmente in posizione molto esposta	zzzzz
Innsbruck, Bereich St. Bartlmä Innsbruck, zona St. Bartlmä	Gewerbe- und Industriebauten Edifici commerciali e industriali	z.T. mit Wohnanteil Parzialmente con parte residenziale	zzz
Innsbruck, Bergiselareal Innsbruck, Bergiselareal	Museen, Restaurant Musei, ristorante	Denkmalschutz Tutela di monumenti storici	zzzzz
Innsbruck, Bereich Sillschlucht Innsbruck, zona Gola del Sill	Gewerbebauten Edifici commerciali	zukünftig ohne Wohnanteil In futuro senza parte residenziale	zzz
Innsbruck, Einzelobjekte Innsbruck, oggetti singoli	Gebäude Bierstindl Kirche St. Bartlmae Edifici Bierstindl Chiesa di St. Bartlmae	Denkmalschutz Tutela di monumenti storici	zzzzz
Wertung/Valutaz.: zzzzz...sehr hoch/molto forte, zzzz...hoch/forte, zzz...mittel/media, zz...gering/bassa, z....sehr gering/trascurabile			
Gesamteinschätzung der Beeinflussungssensibilität: Valutazione complessiva della sensibilità:			Hoch – D Forte – D

Tabelle 16: Themenbereich Erschütterungen: Beeinflussungssensibilität während der Bauphase für das Schutzgut Bauwerke und Infrastruktur – Teilraum Portalbereich Innsbruck / Sillschlucht

Tabella 16: Tematica vibrazioni: Sensibilità durante la fase di costruzione per il bene da tutelare “Opere costruttive e Infrastrutture” – Area parziale Zona portale di Innsbruck / Gola del Sill

ERSCHÜTTERUNGEN ZUSAMMENFASSENDE BEEINFLUSSUNGSSENSIBILITÄT – TEILRAUM PORTALBEREICH INNSBRUCK / SILLSCHLUCHT	
VALUTAZIONE RIASSUNTIVA DELLA SENSIBILITÀ ALLE VIBRAZIONI – AREA PARZIALE ZONA PORTALE DI INNSBRUCK / GOLA DEL SILL	
Schutzgut Mensch (Betriebsphase und Bauphase) Bene da tutelare “Persone” (fase di esercizio e fase di costruzione)	Hoch – D Forte – D
Schutzgut Bauwerke und Infrastruktur (Bauphase) Bene da tutelare “Opere costruttive e Infrastrutture” (fase di costruzione)	Hoch – D Forte – D
Gesamteinschätzung der Beeinflussungssensibilität: Valutazione complessiva della sensibilità:	Hoch – D Forte – D

Tabelle 17: Themenbereich Erschütterungen: Zusammenfassende Bewertung der Beeinflussungssensibilität – Teilraum Portalbereich Innsbruck / Sillschlucht

Tabella 17: Tematica vibrazioni: Valutazione riassuntiva della sensibilità – Area parziale Zona portale di Innsbruck / Gola del Sill

Die Sensibilität der Siedlungsflächen im Untersuchungsraum Innsbruck und Sillschlucht wird als hoch bis sehr hoch eingestuft. Dies vor allem wegen der z.T. sehr exponierten Lage der Gebäude zu den Baustellen und der Bahntrasse.

Insgesamt ist die Sensibilität der Siedlungsflächen als hoch einzustufen.

4.1.3. Zusammenfassende Darstellung der Beeinflussungssensibilität

Im Teilraum Innsbruck / Sillschlucht wird die Beeinflussungssensibilität vor allem aufgrund der exponierten Lage einiger Gebäude zu den Baustellen als hoch eingestuft (Tabelle 18:).

La sensibilità degli insediamenti nell'area d'indagine Innsbruck e Gola del Sill è classificata da alta a molto alta. Questo soprattutto a causa della posizione degli edifici in parte molto esposta rispetto al cantiere e alla strada ferrata.

Complessivamente, la sensibilità degli insediamenti deve essere classificata come alta.

4.1.3. Descrizione sintetica della sensibilità

Nell'area parziale Innsbruck / Gola del Sill la sensibilità è classificata come alta principalmente a causa dell'esposizione di alcuni edifici rispetto al cantiere (Tabella 18:).

THEMENBEREICH ERSCHÜTTERUNGEN: BEEINFLUSSUNGSSENSIBILITÄT TEMATICA VIBRAZIONI: SENSIBILITÀ	
Teilraum Area parziale	Beeinflussungssensibilität Sensibilità
Portalbereich Innsbruck / Sillschlucht Area portale di Innsbruck / Gola del Sill	Hoch – D Forte –D

Tabelle 18: Themenbereich Erschütterungen: Zusammenfassende Darstellung der Beeinflussungssensibilität

Tabella 18: Tematica vibrazioni: Rappresentazione sintetica della sensibilità

Gegenübertstellung der IST-Situation im Änderungsoperat mit dem genehmigten Projekt 2008:

Die Beeinflussungssensibilität der einzelnen Bauwerke im Untersuchungsraum zum Änderungsoperat bleibt gegenüber dem genehmigten Projekt unverändert.

Raffronto tra la situazione dell'elaborato di modifica e il progetto approvato del 2008

La sensibilità d'influenza delle singole opere all'interno della zona analizzata nell'ambito dell'elaborato di modifica resta invariata rispetto al progetto approvato.

4.2. Beschreibung und Bewertung der Auswirkungen

Während der Betriebs- und Bauphase des BBT-Vorhabens kommt es zu Vorgängen, die zu unvermeidbaren Erschütterungsemissionen führen. In der Betriebsphase geschieht dies während der Zugs vorbeifahrten durch die rollende Last auf den Schienen und in der Bauphase erzeugen vor allem Tunnelvortriebe durch Sprengungen, Errichtung von vertikalen Baugrubenabschlüssen, Abbau- und Verdichtungsarbeiten auf Baustellen und Deponien Vibrationen, die für den Menschen zu störenden Belastungen durch Erschütterungen und sekundären Luftschall in Bauwerken oder sogar zu Schäden an Bauwerken führen können.

Gegenstand dieser Analyse ist die Ermittlung der immissionsseitigen Auswirkungen der Erschütterungsemissionen während der Betriebs- und Bauphase sowie der Bewertung der Wirkungsintensität auf Menschen und Bauwerke durch den Vergleich

4.2. Descrizione e valutazione degli impatti

Durante la fase di esercizio e di costruzione del progetto BBT vengono adottati processi che inevitabilmente portano ad emissioni di vibrazioni. Nella fase di esercizio ciò accade durante le corse dei treni a causa del carico sui binari, mentre nella fase di costruzione sono principalmente i brillamenti in fase di avanzamento della galleria, la messa in opera di chiusure verticali di scavi di fondazione, i lavori di scavo e raffittimento presso cantieri e depositi a produrre vibrazioni che possono portare ad un impatto fastidioso per l'uomo provocato dalle vibrazioni stesse e dal suono secondario negli edifici, o perfino a danni agli edifici stessi.

Oggetto della presente analisi è il rilevamento degli impatti derivanti dalle emissioni di vibrazioni durante la fase di esercizio e di costruzione, nonché la valutazione dell'intensità dell'impatto su persone e costruzioni tramite il confronto dei valori relativi alle im-

der Immissionswerte mit den Grenz- und Richtwerten der anzuwendenden Normen.

missioni con i valori limite e i valori indicativi delle norme applicabili.

4.2.1. Methodik

Die Prognose der Immissionen bezüglich Erschütterungen und sekundären Luftschalls aus dem Bahnbetrieb erfolgt unter Berücksichtigung mehrerer Einflussfaktoren.

Grundlage sind Emissionsspektren von Zugsvorfahrten, die an Bestandsstrecken gemessen wurden. Diese Messungen erfolgen an freien Strecken an einem Punkt in 8 m oder 16 m Abstand vom Gleis, in Tunnel an der Tunnelwand oder auf dem Bankett. Die Emissionen werden für Güter- und Reisezüge getrennt ermittelt.

Auf Basis dieser Emissionsspektren werden folgende Einflussfaktoren berücksichtigt:

- Höhere oder niedrigere Fahrgeschwindigkeiten
- Zugmix bei Tag und Nacht
- Art und Lage der Fahrbahn
- Ausbreitungsverhalten des Untergrundes
- Übertragungseigenschaften der Gebäude
- Umwandlung der Erschütterungen am Immissionsort in den sekundären Luftschall

Danach erfolgt die Bewertung der Wirkung auf den Menschen entsprechend den gültigen Normen wie in Kapitel 3.2.1 beschrieben.

Werden Grenzwerte überschritten, so wird die Berechnung mit Gegenmaßnahmen wiederholt (siehe Kapitel 4.3).

4.2.1.1. Berechnungsgrundlagen

Die für die Prognose verwendeten Zugzahlen basieren auf dem „Auslegungsfall“. In Tabelle 19: werden die Zugzahlen im Querschnitt Innsbruck zusammengefasst. Die mittleren Fahrgeschwindigkeiten und Zuglängen wurden für jede Zuggattung über die Anzahl Züge pro Typ gewichtet.

4.2.1. Metodologia

Le previsione delle immissioni relative alle vibrazioni e al suono secondario originati dal traffico ferroviario avviene tenendo conto di diversi fattori d'influenza.

Come base si adottano gli spettri di emissione dei passaggi dei treni, che vengono misurati su tratti esistenti. Le misurazioni avvengono su tratti liberi in un punto posto ad una distanza di 8 m o 16 m dal binario, nella galleria sulle pareti della stessa o sulla banchina. Le emissioni vengono rilevate separatamente per i treni merci e i treni passeggeri.

In base a questi spettri di emissione si considerano i fattori d'influenza seguenti:

- Velocità di corsa più alte o più basse
- Combinazioni di treni di giorno e di notte
- Tipo e posizione della via di corsa
- Comportamento del sottosuolo in termini di propagazione
- Caratteristiche di trasmissione degli edifici
- Trasformazione delle vibrazioni in rumore secondario sul luogo d'immissione

Successivamente avviene la valutazione dell'impatto sulle persone ai sensi delle norme vigenti, come descritto al capitolo 3.2.1.

Nel caso in cui i valori limite vengono superati, il calcolo sarà ripetuto con contromisure (vedi capitolo 4.3).

4.2.1.1. Dati di riferimento per il calcolo

Le cifre relative ai treni utilizzate per le previsioni si basano sulla "configurazione finale". Nella Tabella 19: sono riepilogate le cifre relative ai treni nella sezione di Innsbruck. Le velocità di corsa e lunghezze medie dei moduli sono state ponderate per ogni genere di treno per il numero di treni per tipo.

Querschnitt Innsbruck km 1+600 / Sezione Innsbruck km 1+600						
Strecke linea	Zuggattung tipo di treno	Fahrgeschwindigkeit velocità del treno [km/h]	Anzahl Züge numero di treni tags / giorno	Zuglänge lunghezza di treni [m]	Anzahl Züge numero di treni nachts / notte	Zuglänge lunghezza di treni [m]
Bestand esistente	GZ / TM	80	2	88	0	0
	SZ / TVI	80	8	264	6	299
	RZ / TR	80	32	140	6	140
Neubau	GZ / TM	80	9	508	12	553
	SZ / TVI	80	42	254	0	0

nuova	RZ / TR	80	0	0	0	0
GZ / TM	Güterzug / Treno merci					
SZ / TVI	Internationaler Personenzug / Treno passeggeri internazionale					
RZ / TR	Regionalzug / Treno regionale					

Tabelle 19: mittlere Zugzahlen Betriebszustand Z2 (Auslegungsfall) „Querschnitt Innsbruck“

Tabella 19: Cifre medie relative ai treni - stato di funzionamento Z2 (configurazione finale) "Sezione Innsbruck"

Als Grundlage für die Ermittlung der Erschütterungsbelastung während der Bauphase Z1 dienen die Planungsdokumente der Baulogistik. Siehe dazu die entsprechenden Dokumente der BBT SE.

Come base per il rilevamento dell'inquinamento da vibrazioni durante la fase di costruzione Z1 valgono i documenti di pianificazione della logistica di costruzione. A tale proposito vedere i relativi documenti della BBT SE.

4.2.1.2. Immissions-Ermittlung

Betriebsphase

Aufgrund der geographischen Situation wurden einzelne zu den neuen Bahnstrecken exponierte Gebäude für eine Prognoseberechnung ausgewählt. Aus Analogieüberlegungen kann von diesen Immissionsorten auf benachbarte oder weniger exponierte Gebäude geschlossen werden.

Im Teilraum Portalbereich Innsbruck / Siltschlucht sind durch die durchgeführten Gebäudeaufnahmen und Ist-Zustandsmessungen die Gebäudestrukturen und die Stärke der heutigen Erschütterungsbelastung mehrheitlich bekannt. Es wird deshalb für diesen Teilraum der wahrscheinlichste Fall für jedes Gebäude berechnet.

Die Berechnungsparameter für das Ausbreitungsverhalten des Untergrundes und das Übertragungsverhalten einzelner Gebäude konnten mit den Messungen zur Ermittlung der Vorbelastung besonders im Einflussbereich der Umfahrung Innsbruck kalibriert werden. Vergleiche dazu die Messergebnisse im Bericht D0118-00282 „Erschütterungen – Übertragungsmessung Inntaltunnel“

Um die Prognoseunsicherheiten in empfindlichen Gebieten weiter zu reduzieren, wird vorgesehen, im Rohbauzustand der Tunnel mit einer Ersatzquelle Übertragungsmessungen vom Tunnel in ausgewählte Gebäude durchzuführen. Siehe dazu die Ausführungen in Kapitel 4.4 und Bericht D0118-00286 „In situ Erschütterungsmessungen – Messkonzept“.

Das Prognoseverfahren basiert auf einem frequenzabhängigen semi-empirischen Berechnungsmodell, das schon seit vielen Jahren mit Erfolg angewandt und immer wieder den neuesten Erkenntnissen angepasst wird.

Für die Bewertung der Immissionen aus Erschütterungen und sekundärem Luftschall gemäß den Grenzwerten aus Kapitel 3.2.1.2 ist nur die Ermittlung der Beurteilungsgrößen $K_{B,S}$ für die Erschütterungen

4.2.1.2. Determinazione delle immissioni

Fase di esercizio

In base alla situazione geografica, per il calcolo previsionale sono stati selezionati singoli edifici esposti ai nuovi tratti ferroviari. Per analogia, da questi punti d'immissione si può risalire agli edifici vicini o meno esposti.

Nella zona parziale del portale Innsbruck / Gola del Sill, sia le strutture degli edifici sia il livello odierno delle vibrazioni sono per la più parte conosciuti, il che è dovuto ai rilevamenti degli edifici e alle misurazioni della situazione attuale. Perciò per questa zona parziale viene calcolato il caso più probabile per ogni edificio.

È stato possibile tarare i parametri di calcolo per il comportamento in termini di propagazione del sotto-suolo e il comportamento in termini di trasmissione di singoli edifici con le misurazioni per il rilevamento del livello iniziale di inquinamento in particolare nella zona d'influsso della circonvallazione di Innsbruck. A tale proposito confrontare i risultati delle misurazioni nel rapporto D0118-00282 "Vibrazioni – Misurazione della trasmissione Galleria Inntal"

Per ridurre ulteriormente le incertezze previsionali nelle aree sensibili, si prevede, allo stato grezzo di costruzione della galleria, di eseguire misurazioni relative alla trasmissione della galleria in edifici selezionati utilizzando una fonte sostitutiva. A tale proposito vedere quanto indicato nel capitolo 4.4 e rapporto D0118-00286 "Misurazioni delle vibrazioni in loco – Concetto di misurazione".

Il processo previsionale si basa su un modello di calcolo semi-empirico dipendente dalla frequenza, utilizzato con successo già da molti anni e che viene costantemente adeguato in base alle nuove conoscenze.

Per la valutazione delle immissioni delle vibrazioni e del suono secondario secondo i valori limite del capitolo 3.2.1.2, deve essere eseguito solo il rilevamento delle grandezze di valutazione $K_{B,S}$ per le vibrazioni e

und $L_{A,max,m}$ für den sekundären Luftschall einer mittleren Vorbeifahrt der Zuggattung mit den stärksten Immissionen durchzuführen. Die totale Anzahl Züge pro Tag bzw. Nacht spielt in diesem Fall keine Rolle.

Die Umwandlung der Erschütterungen in den sekundären Luftschall wird über die empirischen Korrelationsfunktionen nach Said, Grütz und Garburg (2006) durchgeführt (Standardabweichung der Korrelation: 4,5 dBA).

Bauphase

Die Prognose von Erschütterungen in der Bauphase erfolgt vor allem auf Basis von Erfahrungswerten. Die Kontrolle und die Steuerung von Gegenmaßnahmen erfolgt in der Bauphase durch ein Monitoring Programm.

Zur Bewertung der Erschütterungseinwirkungen kann man sich auf einzelne erschütterungsintensivere Bauvorgänge beschränken. Diese betreffen vor allem Bearbeitungen des Untergrundes wie Tunnelvortriebe, Rammungen und Verdichtungen. Ortsfeste Anlagen wie Brecher und Betonmischer oder Bautransporte haben nur bis in geringe Entfernungen Erschütterungseinwirkungen zur Folge. Die Wirkdistanz der Bauvorgänge ist jedoch stark von der Beschaffenheit des Untergrundes und der Übertragungseigenschaften der Gebäude abhängig. Für die Bewertung kommen deshalb nur mittlere Erfahrungswerte zur Anwendung.

Folgende Bauabläufe haben maßgebenden Einfluss auf die Erschütterungsbelastung während der Bauphase:

- Sprengungen können bis zu einem Abstand von mehreren 100 m zu lästigen Immissionen führen.
- Tunnelvortriebe durch TBM erzeugen nur geringfügige Erschütterungsimmissionen, der Vorgang kann aber bis in 100 m Entfernung über den Körperschall gehört werden.
- Felsbeseitigung durch Abbauhämmer erzeugen nur im Nahbereich Erschütterungen im fühlbaren Bereich, die Schläge können aber im Abstand von mindestens 50 m Abstand über den Körperschall noch gehört werden.
- Rammungen oder Einvibrieren von Spundwänden können im Abstand bis ca. 50 m zu störenden Immissionen führen.
- Verdichtungen von Hinterfüllungen, Deponien oder Straßenkörper mit Vibrowalzen können im Abstand bis ca. 20 m zu spürbaren Immissionen führen.
- Die Wirkdistanz bei Bautransporten mit Dumper und LKWs ist stark von der Qualität der Fahrbahn

$L_{A,max,m}$ per il suono secondario di una corsa media del tipo di treno con le immissioni più forti. In questo caso, il numero totale di treni per giorno o notte non ha alcuna importanza.

La conversione delle vibrazioni nel suono secondario viene eseguita mediante le funzioni empiriche di correlazione secondo Said, Grütz e Garburg (2006) (deviazione standard della correlazione: 4,5 dBA).

Fase di costruzione

La previsione delle vibrazioni nella fase di costruzione avviene principalmente in base a valori di esperienza. Nella fase di costruzione, il controllo e la gestione delle contromisure avviene attraverso un programma di monitoraggio.

Per la valutazione degli impatti delle vibrazioni ci si può limitare a singoli procedimenti di costruzione particolarmente intensi in termini di vibrazioni. Questi interessano principalmente le lavorazioni del sottosuolo, ad es. avanzamenti della galleria, infissioni mediante battipalo e infittimenti. Gli impianti fissi come frantumatrici e miscelatori di calcestruzzo o i trasporti cantierili hanno come conseguenza influssi delle vibrazioni solo fino a distanze limitate. La distanza dell'influsso dei procedimenti di costruzione dipende tuttavia fortemente dall'occupazione del sottosuolo e dalle caratteristiche di trasmissione degli edifici. Per la valutazione si impiegano quindi solo valori storici medi.

Durante la fase di costruzione, i seguenti procedimenti di costruzione hanno un impatto importante sull'inquinamento da vibrazioni:

- I brillamenti possono provocare immissioni fastidiose fino ad una distanza di 100 m.
- Gli avanzamenti in galleria con la fresatrice causano immissioni di vibrazioni limitate. Tuttavia, il processo può essere sentito fino ad una distanza di 100 m tramite il rumore trasmesso per via solida.
- La rimozione delle rocce per mezzo di martelli pneumatici produce vibrazioni percettibili solo nelle immediate vicinanze, tuttavia i colpi si possono ancora sentire tramite il rumore trasmesso per via solida ad una distanza di almeno 50 m.
- Le infissioni mediante battipalo o la posa di palancole possono provocare immissioni fastidiose fino ad una distanza di 50 m circa.
- Gli infittimenti di riempimenti a ridosso, depositi o sedi stradali con cilindri vibranti possono provocare immissioni percepibili fino ad una distanza di 20 m circa.
- La distanza dell'influsso dei trasporti cantierili con dumper e camion dipende largamente dalla quali-

abhängig. Spürbare Erschütterungen sind aber kaum bis in einem Abstand über 20 m zu erwarten.

- Die Auswirkungen von Brecheranlagen und Betonmischer können auf 20-30 m beschränkt werden.
- Andere Bauvorgänge durch Baggararbeiten können zu einzelnen kurzfristigen Erschütterungsbelastungen in der näheren Umgebung von weniger als 20 m führen.
- Weitere Bauabläufe wie Bohren, Anker setzen, Betonierarbeiten, Be- und Entlad von Materialtransportfahrzeugen sowie der Betrieb von Baugeräten wie Pumpen, Lüfter, Sägen, Förderbänder, Betonmischanlagen haben nur sehr geringe Erschütterungsauswirkungen im lokalen Bereich und liegen im Normalfall unterhalb der Fühlschwelle.

4.2.1.3. Bewertung der Wirkungsintensität

Gemäß den in Kapitel 3.2.1 dargelegten Randbedingungen für die Auswirkungen der Erschütterungen und des sekundären Luftschalls lässt sich die Beeinträchtigungsintensität im Themenbereich „Erschütterungen“ nach folgenden fünf Stufen getrennt für die Betriebsphase und Bauphase (nur Erschütterungen) bewerten:

Wirkungsintensität in der Betriebsphase

Die Wirkungsintensität in der Betriebsphase der Bahnanlage ist vom Typ und der Lage des Bauwerks zur Erschütterungsquelle abhängig. Bei Tunnelstrecken ist für die Auswirkungen im Normalfall der sekundäre Luftschall maßgebend.

tà della carreggiata. Tuttavia, probabilmente non sono da prevedersi vibrazioni percettibili ad una distanza fino a 20 m.

- Gli influssi degli impianti di frantumazione e dei miscelatori di calcestruzzo si possono limitare ad una distanza di 20-30 m.
- Altri processi lavorativi, ad esempio lavori con escavatrice, possono provocare inquinamenti da vibrazioni di breve durata nell'ambiente circostante a meno di 20 m di distanza.
- Altri svolgimenti di lavori come trivellamenti, piazzamento di ancoraggi, lavori in calcestruzzo, carico e scarico di veicoli di trasporto materiale, nonché l'esercizio di attrezzi cantierili come pompe, ventilatori, seghe, nastri trasportatori e betoniere presentano soltanto bassi effetti vibrazionali nella zona locale, i quali si trovano in genere sotto il livello di percezione.

4.2.1.3. Valutazione dell'intensità d'impatto

Conformemente alle condizioni base descritte nel capitolo 3.2.1, per gli effetti delle vibrazioni e del suono secondario l'intensità d'impatto nella tematica "Vibrazioni", separatamente per la fase di esercizio e la fase di costruzione (solo vibrazioni) può essere valutata secondo le cinque fasi seguenti:

Intensità d'impatto nella fase di esercizio

L'intensità d'impatto nella fase di esercizio dell'impianto ferroviario dipende dal tipo e dalla posizione dell'opera rispetto alla fonte delle vibrazioni. Di norma, nei tratti in galleria il suono secondario è determinante per gli impatti.

ERSCHÜTTERUNGEN: BEWERTUNG DER WIRKUNGSINTENSITÄT VIBRAZIONI: VALUTAZIONE INTENSITÀ D'IMPATTO	
Betriebsphase / Fase di esercizio	
Wirkungsintensität Intensità d'impatto	Kriterium Criterio
Keine – 1 Nessuna – 1	Erschütterungen und sekundärer Luftschall: keine Zusatzbelastung oder Absinken der Belastung gegenüber derzeitiger Situation Vibrazioni e suono sec.: nessun ulteriore inquinamento o diminuzione dell'inquinamento rispetto alla situazione attuale
Gering – 2 Bassa – 2	Erschütterungen: Fühlschwelle $K_{B,S} = 0,1$ eingehalten Sek. Luftschall: mittlerer Maximalpegel $L_{A,max,m} = 25$ dBA eingehalten Vibrazioni: soglia di percezione $K_{B,S} = 0,1$ rispettata Suono sec.: livello massimo medio $L_{A,max,m} = 25$ dBA rispettato
Mittel – 3 Media – 3	Erschütterungen: Fühlschwelle $K_{B,S} = 0,1$ eingehalten Sek. Luftschall: mittlerer Maximalpegel $L_{A,max,m} = 25$ dBA überschritten Vibrazioni: soglia di percezione $K_{B,S} = 0,1$ rispettata Suono sec.: livello massimo medio $L_{A,max,m} = 25$ dBA superato
Hoch – 4 Elevata – 4	Erschütterungen: Fühlschwelle $K_{B,S} = 0,1$ überschritten Sek. Luftschall: mittlerer Maximalpegel $L_{A,max,m} = 25$ dBA überschritten Vibrazioni: soglia di percezione $K_{B,S} = 0,1$ superata Suono sec.: livello massimo medio $L_{A,max,m} = 25$ dBA superato
Sehr hoch – 5 Molto elevata – 5	Erschütterungen: Fühlschwelle $K_{B,S} = 0,1$ deutlich überschritten Sek. Luftschall: mittlerer Maximalpegel $L_{A,max,m} = 25$ dBA deutlich überschritten Vibrazioni: soglia di percezione $K_{B,S} = 0,1$ chiaramente superata Suono sec.: livello massimo medio $L_{A,max,m} = 25$ dBA chiaramente superato

Tabelle 20: Themenbereich Erschütterungen: Bewertung der Wirkungsintensität für die Betriebsphase

Tabella 20: Tematica vibrazioni: valutazione dell'intensità d'impatto per la fase d'esercizio

Wirkungsintensität in der Bauphase

Die Wirkungsintensität in der Bauphase der Bahnanlage ist vom Typ und der Lage des Bauwerks zur Erschütterungsquelle abhängig. Es werden die Auswirkungen der oben aufgezählten Bauabläufe auf den Menschen in Gebäuden und auf Gebäude selbst beurteilt. Dabei werden keine vorgängigen Maßnahmen zur Reduktion der Erschütterungen auf Mensch und Gebäude getroffen. So wird z.B. bei Sprengungen von der maximalen Ladungsmenge pro Zündstufe, von Sprengungen nachts und beim Einvibrieren von Spundwänden von der maximalen Leistung ausgegangen. Die Bewertung mit Maßnahmen ist in Kapitel 4.3 zu finden. In der Bauphase spielt der sekundäre Luftschall im Normalfall (außer bei Sprengungen) eine untergeordnete Rolle und wird deshalb nicht bewertet.

Intensität dell'impatto nella fase di costruzione

L'intensità d'impatto nella fase di costruzione dell'impianto ferroviario dipende dal tipo e dalla posizione dell'opera rispetto alla fonte delle vibrazioni. Saranno valutati gli impatti dei processi di costruzione summenzionati sulle persone negli edifici e sugli edifici stessi, non considerando delle misure precedenti per la riduzione delle vibrazioni su persone ed edifici. Per esempio nel caso di brillamenti si presuppone la massima quantità di carico per ogni livello di accensione, si presuppongono brillamenti di notte, e si presuppone la massima potenza durante i lavori di costruzione di palancolate. La valutazione considerando delle misure è illustrata al capitolo 4.3. Di norma, nella fase di costruzione, il suono secondario svolge un ruolo trascurabile (eccetto nel caso di brillamenti) e quindi non sarà oggetto della valutazione.

ERSCHÜTTERUNGEN: BEWERTUNG DER WIRKUNGSINTENSITÄT VIBRAZIONI: VALUTAZIONE INTENSITÀ D'IMPATTO	
Bauphase / Fase di costruzione	
Wirkungsintensität Intensità d'impatto	Kriterium Criterio
Keine – 1 Nessuna – 1	keine Zusatzbelastung gegenüber derzeitiger Situation Nessun ulteriore inquinamento rispetto alla situazione attuale
Gering – 2 Bassa – 2	Die Richtwerte der DIN 4150-2 und der ÖNORM S 9020 werden eingehalten I valori indicativi della DIN 4150-2 e della ÖNORM S 9020 sono rispettati
Mittel – 3 Media – 3	Die Richtwerte der DIN 4150-2 werden überschritten und diejenigen der ÖNORM S 9020 eingehalten I valori indicativi della DIN 4150-2 sono superati e quelli della ÖNORM S 9020 sono rispettati
Hoch – 4 Elevata – 4	Die Richtwerte der DIN 4150-2 und der ÖNORM S 9020 werden überschritten I valori indicativi della DIN 4150-2 e della ÖNORM S 9020 sono superati
Sehr hoch – 5 Molto elevata – 5	Die Richtwerte der DIN 4150-2 und der ÖNORM S 9020 werden deutlich überschritten I valori indicativi della DIN 4150-2 e della ÖNORM S 9020 sono chiaramente superati

Tabelle 21: Themenbereich Erschütterungen: Bewertung der Wirkungsintensität für die Bauphase

Tabella 21: Tematica vibrazioni: valutazione dell'intensità d'impatto per la fase di costruzione

4.2.1.4. Ermittlung der Eingriffserheblichkeit

Anhand der Bewertungsmatrix in Abbildung 1: und den Angaben zur Sensibilität und zur Wirkungsintensität wird die Erheblichkeit der bevorstehenden Bauvorhaben für die Teilräume bestimmt.

4.2.1.4. Rilevamento dell'incisività dell'intervento

L'incisività del presente progetto per le aree parziali viene stabilita in base alla matrice di valutazione all'Illustrazione 1: e ai dati sulla sensibilità e l'intensità dell'impatto.

4.2.2. Portalbereich Innsbruck / Sillschlucht

4.2.2. Area portale di Innsbruck / Gola del Sill

4.2.2.1. Betriebsphase

Die Linienführung der Bestandsstrecke vom Hbf. Innsbruck Richtung Brenner wird grundsätzlich beibehalten, jedoch in ihrer Lage teilweise leicht verschoben.

4.2.2.1. Fase di esercizio

Fondamentalmente, der tracciato del tratto esistente dalla Stazione centrale di Innsbruck in direzione Brennero wird preservato, benché in parte la sua posizione venga leggermente spostata.

Die Einbindung der Gleise des Brenner Basistunnels in die Bestandsgleise geschieht weiterhin im Bereich der Klostersgasse. Im Änderungsprojekt kommen beide Röhren in der Sillschlucht ans Tageslicht und die beiden Gleise verlaufen ab dort an der Oberfläche bis zur Verknüpfung mit den Bestandsgleisen. Zwischen den Brücken Klostersgasse und Olympia verlaufen die Brenner Bestandsstrecke und die Zufahrten zu den Portalen des Basistunnels in einem dreispurigen Abschnitt. Vom östlichsten Gleis (Gleis 3) zweigt ein Gleis zum Frachtbahnhof ab. Gegenüber dem Hauptprojekt ist dies eine wesentlich vereinfachte Gleisführung, die nur unwesentlich vom Bestand

Il collegamento dei binari della Galleria di base del Brennero con i binari esistenti avviene invariabilmente nell'area della Klostersgasse. Nel cambiamento di progetto, tutte e due le canne escono a cielo aperto nella Gola del Sill, ed entrambi i binari da lì continuano come tratte aperte, fino al congiungimento con i binari esistenti. Tra i ponti Klostersgasse e Olympia, il tratto esistente del Brennero e gli accessi ai portali della galleria di base formano una tratta a tre binari. Dal binario situato più ad est (binario 3) si dirama un binario verso la stazione merci. In rispetto al progetto principale, ciò comporta una tratta molto semplificata, la quale non devia considerevolmente dalla tratta e-

abweicht. Die Fahrgeschwindigkeit der Züge wird im dreispurigen Bereich im Änderungsprojekt auf 100 km/h gegenüber 80 km/h im Hauptprojekt erhöht.

Die Änderung der Gleislage führt für einige exponierte Gebäude an der Klostergasse zu einer Entlastung der Belastung durch den sekundären Luftschall gegenüber dem Hauptprojekt. Die Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit ist aber mit einer leichten Erhöhung der Erschütterungsbelastung verbunden.

Für die exponiertesten Gebäude wurden die Prognoseberechnungen bezüglich Erschütterungen und sekundären Luftschalls der neuen Gleislage angepasst. Vergleiche Abbildung 3: für die Lage der Prognoseorte. In Tabelle 22: werden die aktualisierten Prognoseergebnisse für den Prognosezustand Z20 ohne Maßnahmen zusammengefasst und anhand der einzuhaltenden Grenzwerte beurteilt.

Zur Information wird über die gleiche Berechnungsmethode an den Prognoseorten auch die Vorbelastung für die Ist-Situation Z0 dargestellt.

Der Berechnungspunkt 7 wird gegenüber der Messung des Ist-Zustandes im mittlerweile abgerissenen Restaurantgebäude zum neuen Bergisel Museum verschoben.

Durch die Gebäudeaufnahmen und Ist-Zustandsmessungen sind die Gebäudestrukturen und die Stärke der Erschütterungsbelastung mehrheitlich bekannt. Von 14 verschiedenen berechneten Gebäudeübertragungsfunktionen werden die möglichst realen Resultate (wahrscheinlichster Fall) dargestellt. Die Immissionen von den wenigen nicht-berechneten benachbarten Gebäuden können aus den Resultaten abgeleitet werden.

Aufgrund der Prognoseresultate wird die Bewertung der Wirkungsintensität und Eingriffserheblichkeit für die Betriebsphase durchgeführt (Tabelle 23:).

sistente. Nel progetto riveduto, la velocità dei treni nella zona a tre binari viene aumentata a 100 km/h rispetto agli 80 km/h del progetto principale.

Il cambiamento di tratta porta, per alcuni edifici esposti alla Klostergasse, ad una diminuzione dell'inquinamento da suono secondario in rispetto al progetto principale. L'aumento della velocità tuttavia comporta un leggero aumento dell'inquinamento da vibrazioni.

Per gli edifici più esposti, i calcoli previsionali rispetto alle vibrazioni e il suono secondario sono stati adattati alle nuove tratte. Per la posizione dei punti di previsione, vedere l'illustrazione 3: Nella Tabella 22: sono riassunti i risultati riveduti delle previsioni per lo stato previsionale Z20 senza provvedimenti e tali risultati vengono valutati sulla base dei valori limite da rispettare.

A scopo d'informazione, con lo stesso metodo di calcolo si rappresenta anche il livello iniziale di inquinamento nei luoghi di previsione per la situazione attuale Z0.

La stazione di calcolo n. 7 viene spostata, rispetto alla misurazione dello stato attuale nel ristorante che nel frattempo è stato abbattuto, al nuovo museo di Bergisel.

Sia le strutture degli edifici che il livello odierno delle vibrazioni sono per la più parte conosciuti, il che è dovuto ai rilevamenti degli edifici e alle misurazioni della situazione attuale. Di 14 diverse funzioni di trasmissione degli edifici calcolate vengono rappresentati i risultati possibilmente reali (caso più probabile). Le immissioni degli edifici adiacenti su cui non sono stati eseguiti i calcoli possono essere dedotte da tali risultati.

La valutazione dell'intensità dell'impatto e della rilevanza dell'intervento per la fase di esercizio viene eseguita in base ai risultati previsionali (Tabella 23:).

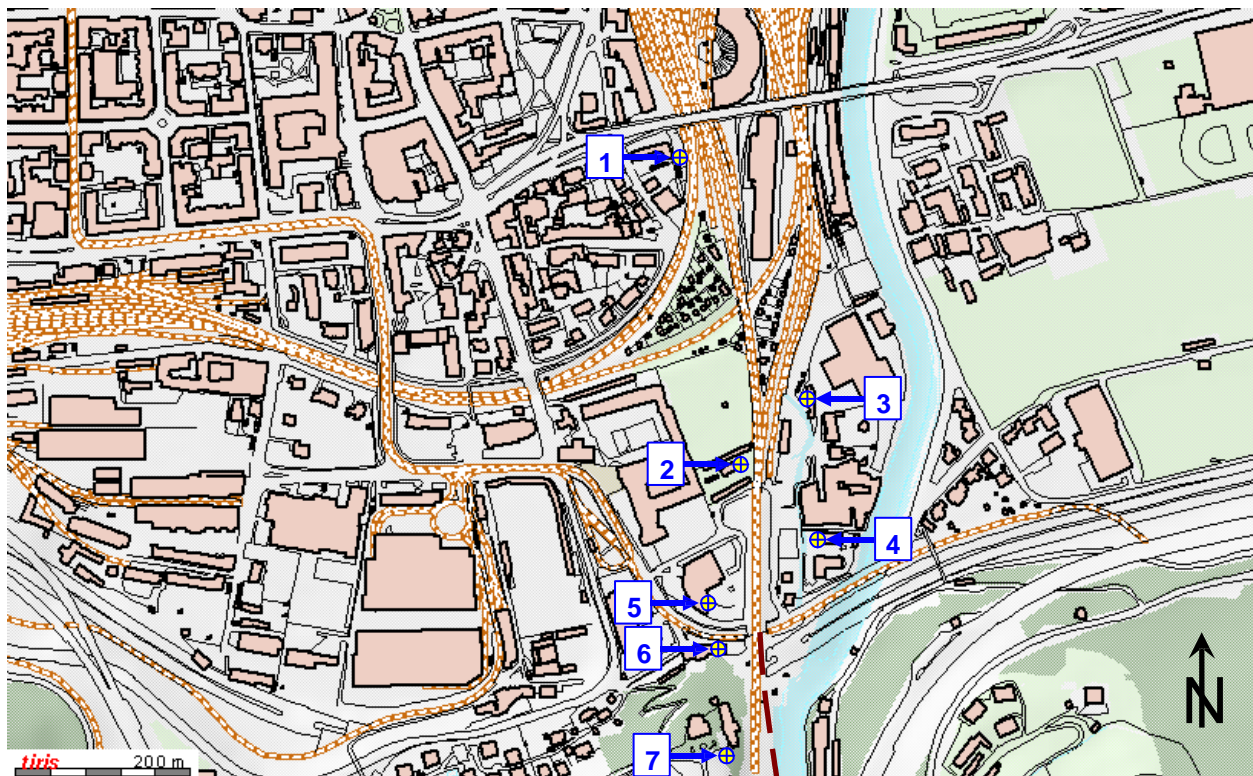


Abbildung 3: Lage der Prognoseorte zur Ermittlung der Auswirkungen bezüglich Erschütterungen und sekundären Luftschalls für die Betriebsphase im Teilraum Portalbereich Innsbruck / Sillschlucht

Illustrazione 3: Posizione dei luoghi di previsione per il rilevamento degli impatti relativi alle vibrazioni e al suono secondario per la fase di esercizio nell'area parziale Zona portale di Innsbruck / Gola del Sill

PROGNOSERESUTATE BEZÜGLICH ERSCHÜTTERUNGEN UND SEKUNDÄREN LUFTSCHALLS – TEILRAUM PORTALBEREICH INNSBRUCK / SILLSCHLUCHT RISULTATI DELLE PREVISIONI IN RELAZIONE ALLE VIBRAZIONI E AL SUONO SECONDARIO – AREA PARZIALE ZONA PORTALE DI INNSBRUCK / GOLA DEL SILL							
Betriebsphase / Fase di esercizio							
Nr. / N°	Prognoseort, Nutzung / Luogo di previsione, uso	Km Gleis 3; Abstand / km binario dispari; distanza	Zustand / Stato	Erschütterungen / Vibrazioni K _{B,S}		Sekundärer Luftschall / Suono secondario L _{A,max,m} [dBA]	
				Tag / gior- no	Nacht / notte	Tag / gior- no	Nacht / notte
1	Südbahnstr. 3, Innsbruck Wohnen / abitazione	km 1,00; 24 m	Z0	0,24	0,10	37	33
			Z20	0,21	0,09	36	33
2	Klostergasse 7, Innsbruck Wohnen / abitazione	km 1,37; 15 m	Z0	0,47	0,19	41	37
			Z20	0,25	0,15	38	35
3	St. Bartlmä 6, Innsbruck Wohnen / abitazione	km 1,29; 33 m	Z0	0,22	0,22	33	33
			Z20	0,25	0,19	34	33
4	St. Bartlmä 2a, Innsbruck Büro / ufficio	km 1,45; 56 m	Z0	0,12	0,12	27	27
			Z20	0,21	0,21	31	31
5	Klostergasse 11, Inns- bruck Büro / ufficio	km 1,53; 52 m	Z0	0,04	0,04	25	25
			Z20	0,05	0,05	27	26
6	Klostergasse 6, Innsbruck Büro / ufficio	km 1,58; 35 m	Z0	0,08	0,08	31	31
			Z20	0,11	0,10	33	31
7	Bergisel, Innsbruck Museum / museo	km 1,75; 34 m	Z0	0,04	0,04	38	38
			Z20	0,05	0,05	38	38
Grenzwerte / Valori limite				0,10	0,10	25	25

Tabelle 22: Prognoseresultate Erschütterungen und sekundärer Luftschall für die Ist-Situation Z0 und Betriebssituation Z20 ohne Maßnahmen – Teilraum Portalbereich Innsbruck / Sillschlucht. Werte fett und grau hinterlegt = Grenzwert-überschreitung

Tabella 22: Risultati delle previsioni relative alle vibrazioni e al suono secondario per la situazione attuale Z0 e la situazione di esercizio Z20 senza provvedimenti – Area parziale Zona portale di Innsbruck / Gola del Sill. Valori in grassetto con sfondo grigio = superamento dei valori limite

THEMENBEREICH ERSCHÜTTERUNGEN: WIRKUNGSINTENSITÄT UND EINGRIFFSERHEBLICHKEIT – TEILRAUM PORTALBEREICH INNSBRUCK / SILLSCHLUCHT TEMATICA VIBRAZIONI: INTENSITÀ D'IMPATTO E RILEVANZA DELL'INTERVENTO – AREA PARZIALE ZONA PORTALE DI INNSBRUCK / GOLA DEL SILL				
Betriebsphase / Fase di esercizio				
Ortschaft / Objekt Località / Oggetto	Bauwerk Opera costruttiva	Beeinflussungs- sensibilität Intensität d'impacto	Wirkungsintensität Erschütterungen Intensità d'impacto delle vibrazioni	Eingriffs- erheblichkeit Rilevanza dell'intervento
Innsbruck, Bereich Graßmayrstraße	mehrheitlich Wohnbebauung	zzz	zzzz	III
Innsbruck, zona Graßmayrstraße	in prevalenza zona residenziale			
Innsbruck, Bereich Klostergasse	Wohn-, Gewerbe- und kirchliche Bauten	zzzzz	zzzz	V
Innsbruck, zona Klostergasse	Edifici residenziali, commerciali e religiosi			
Innsbruck, Bereich St. Bartlmä	Gewerbe- und Industriebauten	zzz	zzzz	III
Innsbruck, zona St. Bartlmä	Edifici commerciali e industriali			
Innsbruck, Bergiselareal	Museen, Restaurant	zzzz	zzz	III
Innsbruck, Bergiselareal	Musei, ristorante			
Innsbruck, Bereich Sillschlucht	Gewerbebauten	zzz	zzz	III
Innsbruck, zona Gola del Sill	Edifici commerciali			
Innsbruck, Einzelobjekte	Gebäude Bierstindl	zzzzz	zzz	IV
Innsbruck, oggetti singoli	Edifici Bierstindl			
Innsbruck, Einzelobjekte	Kirche St. Bartlmae	zzzzz	zzz	IV
Innsbruck, oggetti singoli	Chiesa di St. Bartlmae			
Gesamteinschätzung: Valutazione complessiva:		Hoch – D Forte – D	Hoch – 4 Forte – 4	Hoch – IV Grande – IV
Wertung/Valutaz.: zzzzzz...sehr hoch/molto forte, zzzz...hoch/forte, zzz...mittel/media, zz...gering/bassa, z....sehr gering/trascurabile				

Tabelle 23: Themenbereich Erschütterungen: Wirkungsintensität und Eingriffserheblichkeit für die Betriebsphase – Teilraum Portalbereich Innsbruck / Sillschlucht

Tabella 23: Tematica vibrazioni: intensità d'impacto e rilevanza dell'intervento per la fase di esercizio – Area parziale Zona portale di Innsbruck / Gola del Sill

Im Untersuchungsraum Portalbereich Innsbruck / Sillschlucht wird die Wirkungsintensität und Eingriffserheblichkeit für die Betriebsphase auch im Änderungsprojekt als hoch eingestuft.

Gegenübersetzung bereits genehmigte Trasse / neue Trasse:

Die Wirkungsintensität und Eingriffserheblichkeit in der Betriebsphase verändert sich kaum und bleibt hoch.

Nell'area di indagine area portale di Innsbruck / Gola del Sill l'intensità dell'impacto e la rilevanza dell'intervento per la fase di esercizio sono classificate come alte anche nel cambiamento di progetto.

Raffronto tra il tracciato già approvato e il nuovo tracciato:

L'intensità d'impacto e l'incisività nel corso della fase di esercizio non subiscono quasi nessun cambiamento e restano forti.

4.2.2.2. Bauphase

Gegenüber dem Hauptprojekt vereinfachen sich die Bauabläufe und die Baustellen liegen zum Teil wesentlich weiter von den Gebäuden an der Klostergasse entfernt. Dadurch verringern sich auch die Erschütterungsauswirkungen während der Bauphase auf umliegende Gebäude und deren Bewohner.

Etwas geringere Erschütterungsauswirkungen haben Bautransporte und der Einsatz verschiedener Baugeräte wie beispielsweise Bagger oder Bohrgeräte.

Die Einsätze von Baugeräten und –methoden variieren zeitlich und örtlich entlang den Baustellen und Transportrouten sehr stark.

Der unterschiedliche Bauzustand der betroffenen Gebäude sowie deren Nutzungen für industrielle, gewerbliche, kirchliche oder Wohnnutzung hat zur Folge, dass je nach Lage des Objektes zum Ort der Erschütterungsemission eine stark unterschiedliche Wirkungsintensität über die Bauphase zu verzeichnen ist.

Erschütterungsintensive Bauvorgänge wie Sprengungen, Rammungen oder Verdichtungen können deshalb in einzelnen Gebäuden zu sehr hohen Erschütterungsauswirkungen führen.

Da die Richtwerte für das Schutzgut Mensch deutlich tiefer liegen als für das Schutzgut Bauwerke und Infrastruktur wird für die Bewertung der Eingriffserheblichkeit in den meisten Fällen das Kriterium Mensch maßgebend. Bei Kirchen und Gewerbebauten wird nur Tagesnutzung vorausgesetzt.

4.2.2.2. Fase di costruzione

Rispetto al progetto principale, i lavori di costruzione si semplificano, e i cantieri in parte sono situati considerevolmente più distanti dagli edifici alla Klostergasse. Con ciò, per gli edifici adiacenti e i loro inquilini, diminuisce anche l'inquinamento da vibrazioni durante la fase di costruzione.

Delle conseguenze minori rispetto alle vibrazioni hanno i trasporti cantierili e l'uso di diversi attrezzi di cantiere, come per esempio escavatrici o strumenti di perforazione.

L'uso di strumenti e metodi di costruzione lungo i cantieri e i percorsi di trasporto variano fortemente sia nel tempo che nel luogo d'uso.

Lo stato di costruzione differente degli edifici interessati nonché il loro uso a scopo industriale, commerciale, religioso o abitativo ha come conseguenza che in dipendenza dalla posizione dell'edificio rispetto al luogo delle emissioni delle vibrazioni è da osservare un'intensità d'impatto molto differente per la fase di costruzione.

Procedimenti di costruzione provocanti vibrazioni intense come brillamenti, infissioni mediante battipalo e infittimenti perciò possono provocare forti conseguenze vibrazionali in singoli edifici.

Poiché i valori indicativi per il bene da tutelare "Persone" sono chiaramente al di sotto rispetto al bene da tutelare "Opere costruttive e Infrastruttura", per la valutazione della rilevanza dell'intervento nella maggior parte dei casi è determinante il criterio "Persone". Per le chiese e gli edifici commerciali viene presupposto l'utilizzo solo diurno.

THEMENBEREICH ERSCHÜTTERUNGEN: WIRKUNGSINTENSITÄT UND EINGRIFFSERHEBLICHKEIT – TEILRAUM PORTALBEREICH INNSBRUCK / SILLSCHLUCHT					
TEMATICA VIBRAZIONI: INTENSITÀ D'IMPATTO E RILEVANZA DELL'INTERVENTO – AREA PARZIALE ZONA PORTALE DI INNSBRUCK / GOLA DEL SILL					
Bauphase / Fase di costruzione					
Ortschaft / Objekt Località / Oggetto	Bauwerk Opera costruttiva	Beeinflussungs- sensibilität *) Intensità d'impatto *)		Wirkungs- intensität Erschüt- terungen Intensità d'impatto delle vibrazioni	Eingriffs- erheblichkeit Rilevanza dell'intervento
		Mensch Persone	Gebäude Edifici		
Innsbruck, Bereich Graßmayrstraße Innsbruck, zona Graßmayrstraße	mehrheitlich Wohnbebauung in prevalenza zona residenziale	zzzz	(zzzz)	zz	II
Innsbruck, Bereich Klostergasse Innsbruck, zona Klostergasse	Wohn-, Gewerbe- und kirchliche Bauten Edifici residenziali, commerciali e religiosi	zzzzzz	(zzzzzz)	zzz	IV
Innsbruck, Bereich St. Bartlmä Innsbruck, zona St. Bartlmä	Gewerbe- und Industriebauten Edifici commerciali e industriali	zzzz	(zzzz)	zzz	III
Innsbruck, Bergiselareal Innsbruck, Bergiselareal	Museen, Restaurant Musei, ristorante	zzzzz	(zzzzz)	zz	III
Innsbruck, Bereich Sillschlucht Innsbruck, zona Gola del Sill	Gewerbebauten Edifici commerciali	zzzz	(zzzz)	zzz	III
Innsbruck, Einzelobjekte Innsbruck, oggetti singoli	Gebäude Bierstindl Edifici Bierstindl	(zzzzzz)	zzzzzz	zzz	IV
Innsbruck, Einzelobjekte Innsbruck, oggetti singoli	Kirche St. Bartlmae Chiesa di St. Bartlmae	(zzzzzz)	zzzzzz	zz	III
Gesamteinschätzung: Valutazione complessiva:		Hoch – D Forte – D	Hoch – D Forte – D	Mittel – 3 Media – 3	Mittel – III Media – III
Wertung/Valutaz.: zzzzzz...sehr hoch/molto forte, zzzzz...hoch/forte, zzzz...mittel/media, zz...gering/bassa, z....sehr gering/trascurabile					
*) Wertung in Klammern ist nicht maßgebend / La valutazione tra parentesi non è determinante					

Tabelle 24: Themenbereich Erschütterungen: Wirkungsintensität und Eingriffserheblichkeit für die Bauphase – Teilraum Portalbereich Innsbruck / Sillschlucht

Tabella 24: Tematica vibrazioni: intensità d'impatto e rilevanza dell'intervento per la fase di costruzione – Area parziale Zona portale di Innsbruck / Gola del Sill

Gegenübertstellung bereits genehmigte Trasse / neue Trasse:

Die Wirkungsintensität verringert sich im Änderungsprojekt vor allem bei den Gebäuden im Bereich der

Raffronto tra il tracciato già approvato e il nuovo tracciato:

L'intensità d'impatto nel cambiamento di progetto diminuisce soprattutto per gli edifici nella zona della

Klostergasse und Bergiselareal. Die Errichtung tiefer Baugruben und die Durchführung von Sprengungen bzw. Felsabbau nahe bei den Gebäuden entfallen. Die Wirkungsintensität bei den anderen Orten im Einflussbereich der Baustellen bleibt im Wesentlichen unverändert.

Geringere Wirkungsintensitäten begründen sich einerseits durch größere Abstandsverhältnisse zu den Baustellen, geringere Erschütterungsemissionen der Bauvorgänge und geringere Empfindlichkeit der Bausubstanz oder Gebäudenutzung.

Im Untersuchungsraum Portalbereich Innsbruck / Sillschlucht wird die Wirkungsintensität und Eingriffserheblichkeit für die Bauphase auch im Änderungsprojekt im Allgemeinen als mittel, bei den exponiertesten Gebäuden sogar als hoch, aber nicht mehr als sehr hoch wie im bereits genehmigten Projekt von 2008, eingestuft.

4.2.3. Zusammenfassende Darstellung der Wirkungsintensität und Eingriffserheblichkeit

Im Teilraum Innsbruck / Sillschlucht wird die Wirkungsintensität und Eingriffserheblichkeit für die **Betriebssituation** vor allem aufgrund der exponierten Lage einiger Gebäude und damit hoher Grenzwertüberschreitungen als hoch eingestuft (Tabelle 25:).

Die zusammenfassende Darstellung der Wirkungsintensität und Eingriffserheblichkeit für die **Bausituation** im Teilraum Innsbruck / Sillschlucht der Tabelle 26: zeigt, dass die Wirkungsintensität und die Eingriffserheblichkeit in diesem Teilraum hoch sind.

Bei Baustellen im Bereich offener Linienführung tragen verschiedene Bauvorgänge zur Erschütterungsbelastung bei. Dies können beispielsweise die Errichtung von vertikalen Baugrubenabschlüssen oder Verdichtungsarbeiten mit Vibrowalzen sein. Bautransporte haben nur in unmittelbarer Nähe der Transportrouten eine geringe Bedeutung.

Für die Eingriffserheblichkeit spielt die grundsätzlich unterschiedliche Beeinflussungssensibilität von Mensch und Bauwerk eine Rolle. Im Normalfall ist die Beeinflussungssensibilität des Menschen maßgebend. Es gibt aber auch Fälle, wo die Beeinflussungssensibilität des Bauwerkes stärker als die des Menschen zu gewichten ist. Dies kann beispielsweise infolge Sprengungen nachts bei Gebäuden mit reiner Tagesnutzung sein. In Tabelle 26: werden deshalb die Beeinflussungssensibilitäten von Mensch und Bauwerk angeben.

Klostergasse und im Areal des Bergisel. Die Konstruktion von tiefen Gräben und die Ausführung von Sprengungen bzw. Felsabbau in der Nähe der Gebäude sind nicht mehr erforderlich. Die Wirkungsintensität an anderen Orten im Einflussbereich der Baustellen bleibt im Wesentlichen unverändert.

Intensität der Auswirkungen sind geringfügig durch größere Abstände zu den Baustellen, geringere Emissionen der Bauvorgänge und geringere Empfindlichkeit der Bausubstanz oder Gebäudenutzung.

In der untersuchten Bereich Innsbruck / Sillschlucht wird die Wirkungsintensität und Eingriffserheblichkeit für die Bauphase auch im Änderungsprojekt im Allgemeinen als mittel, bei den exponiertesten Gebäuden sogar als hoch, aber nicht mehr als sehr hoch wie im bereits genehmigten Projekt von 2008, eingestuft.

4.2.3. Beschreibung conclusiva dell'intensità degli effetti e della rilevanza dell'intervento

Nell'area parziale Innsbruck / Sillschlucht l'intensità dell'impatto e la rilevanza dell'intervento per la **situazione d'esercizio** sono classificate come alte soprattutto a causa della posizione esposta di alcuni edifici e quindi di maggiori superamenti dei valori limite (Tabella 25:).

La rappresentazione sintetica dell'intensità dell'impatto e della rilevanza dell'intervento per la **situazione di costruzione** nell'area parziale di Innsbruck e nella gola del Sill in Tabella 26: mostra che l'intensità dell'impatto e la rilevanza dell'intervento in questa area parziale è elevata.

Nei cantieri nell'area di tracciati aperti, vari procedimenti costruttivi contribuiscono all'inquinamento da vibrazioni. Tra questi, ad esempio, vi è la messa in opera di chiusure verticali di scavi di fondazione o lavori di affittamento con cilindri vibranti. I trasporti cantierili hanno un'importanza ridotta solo nelle immediate vicinanze delle strade di trasporto.

Per la rilevanza dell'intervento ha significato la sostanziale differenza della sensibilità agli impatti delle persone e delle opere costruttive. Di norma è determinante la sensibilità delle persone. Ma vi sono anche casi in cui la sensibilità dell'opera deve essere tarata come più forte rispetto a quella della persona. Ciò si può ad esempio osservare a fronte dei brividi notturni presso edifici che vengono utilizzati solo di giorno. Alla Tabella 26: vengono quindi indicate le sensibilità agli impatti delle persone e delle opere.

THEMENBEREICH ERSCHÜTTERUNGEN: WIRKUNGSINTENSITÄT UND EINGRIFFSERHEBLICHKEIT / BETRIEBSPHASE			
TEMATICA VIBRAZIONI: INTENSITÀ E RILEVANZA DELL'INTERVENTO / FASE DI ESERCIZIO			
Teilraum Area parziale	Beeinflussungssensibilität Sensibilità	Wirkungsintensität Intensità d'impatto	Eingriffserheblichkeit Rilevanza intervento
Portalbereich Innsbruck / Sillschlucht Area portale di Innsbruck / Gola del Sill	Hoch – D Forte – D	Hoch – 4 Forte – 4	Hoch –IV Grande – IV

Tabelle 25: Themenbereich Erschütterungen: Zusammenfassende Darstellung der Wirkungsintensität und Eingriffserheblichkeit für die Betriebsphase

Tabella 25: Tematica vibrazioni: Rappresentazione sintetica d'intensità d'impatto e della rilevanza intervento per la fase di esercizio

THEMENBEREICH ERSCHÜTTERUNGEN: WIRKUNGSINTENSITÄT UND EINGRIFFSERHEBLICHKEIT / BAUPHASE			
TEMATICA VIBRAZIONI: INTENSITÀ E RILEVANZA DELL'INTERVENTO / FASE DI COSTRUZIONE			
Teilraum Area parziale	Beeinflussungssensibilität Sensibilità		Eingriffserheblichkeit Rilevanza intervento
	Mensch Persone	Gebäude Edifici	
Portalbereich Innsbruck / Sillschlucht Area portale di Innsbruck / Gola del Sill	Hoch – D Forte – D	Hoch – D Forte – D	Mittel – III Media – III

Tabelle 26: Themenbereich Erschütterungen: Zusammenfassende Darstellung der Wirkungsintensität und Eingriffserheblichkeit für die Bauphase

Tabella 26: Tematica vibrazioni: Rappresentazione sintetica d'intensità d'impatto e della rilevanza intervento per la fase di costruzione

4.3. Festlegung von Maßnahmen zur Vermeidung, Verminderung und zum Ausgleich von Auswirkungen

Im Teilraum Innsbruck / Sillschlucht kommt es während der Betriebs- und Bauphase des BBT-Vorhabens ohne Gegenmaßnahmen zu Immissionen bezüglich Erschütterungen und sekundären Luftschalls, deren Beurteilungswerte über den einzuhaltenden Grenz- und Richtwerten liegen.

Gegenstand dieses Kapitels ist die Festlegung von Maßnahmen, damit die Erschütterungsimmisionen während der Betriebs- und Bausituation soweit reduziert werden können, dass die Grenz- und Richtwerten der anzuwendenden Normen möglichst eingehalten werden können. Anzustreben ist eine geringe Restbelastung sowohl für das Schutzgut Mensch als auch für Bauwerke und Infrastruktur.

Mit den in Kapitel 4.3.1.2 angegebenen Maßnahmen kann im Normalfall davon ausgegangen werden, dass die Wirkungsintensität so weit reduziert wird, dass die Restbelastung in der Umgebung der Bau-

4.3. Individuazione delle misure per evitare, ridurre e compensare gli impatti

Nell'area parziale Innsbruck / Gola del Sill, in assenza di contromisure durante la fase di esercizio e la fase di costruzione del progetto BBT si riscontrerebbero immissioni da vibrazioni e suono secondario, i cui valori di valutazione sono al di sopra dei valori limite e indicativi da rispettare.

Oggetto del presente capitolo è la determinazione di misure tese a ridurre le immissioni da vibrazioni durante la fase di esercizio e la fase di costruzione in modo da rispettare il più possibile i valori limite e indicativi delle norme applicabili. Si dovrà cercare di raggiungere un inquinamento residuo ridotto sia per il bene da tutelare "Persone", sia per il bene da tutelare "Opere Costruttive e Infrastrutture".

Con le misure del capitolo 4.3.1.2 normalmente si può partire dal presupposto che l'intensità di impatto viene ridotta fino al punto che l'inquinamento nei dintorni dei cantieri può essere considerata bassa. Uno

stellen als gering beurteilt werden kann. Ein wichtiges Instrument für die Wirksamkeit der Maßnahme ist die messtechnische Überwachung der Erschütterungseinwirkungen bei den exponiertesten bzw. empfindlichsten Objekten. Wenn die getroffenen Maßnahmen nicht ausreichen, kann dies durch die Überwachung festgestellt werden, um zusätzliche Maßnahmen anzuordnen. Dies kann bis zur Umstellung der Baumethode führen, wenn nur dadurch Schäden an betroffenen Gebäuden vermieden werden können. Im Einzelfall müssen die angeordneten Maßnahmen bezüglich ihrer Wirtschaftlichkeit und Wirkung genau überprüft werden.

4.3.1. Methodik

4.3.1.1. Betriebsphase

Maßnahmen zur Reduktion von Erschütterungen greifen üblicherweise direkt am Fahrweg oder der Konstruktion des umschließenden Tunnels an. Meist handelt es sich dabei um eine Kombination von weichen Elementen auf einer steifen Tragschicht in Verbindung mit einer möglichst großen schwingenden Masse.

Maßnahmen am Fahrweg

Bei Schotteroberbau kommen elastische Unterschottermatten zur Anwendung, wobei meistens die Steifigkeit des Unterbaus erhöht werden muss. Dies kann durch eine verbesserte Verdichtung des Unterbaus erfolgen. In letzter Zeit kamen auch verstärkt Betonplatten von etwa 30 cm Stärke unter den Unterschottermatten zum Einsatz. In den letzten Jahren hat sich die Erkenntnis durchgesetzt, dass elastische Schwellenbesohlungen, die von den Eisenbahnbetreibern vor allem aus Erhaltungsgründen eingebaut werden, ebenfalls erschütterungs- und körperschalltechnische Vorteile bringen. In Kombination mit einer Versteifung des Unterbaus, wie sie etwa bei Einsatz bituminöser Tragschichten erfolgt, tritt auch im tiefen Frequenzbereich eine erschütterungsmindernde Wirkung auf.

In Verbindung mit einer festen Fahrbahn entstehen bei Einsatz von elastischen Flächenlagern unter der Gleistragplatte sogenannte leichte Masse-Feder-Systeme. Ist eine stärkere Dämmung der Schwingungen erforderlich oder müssen sehr tiefe Frequenzen bedämpft werden, kommen mittelschwere und schwere Masse-Feder-Systeme zum Einsatz. Hierbei ruht eine Gleistragplatte oder ein Schottertrog auf einer elastischen Lagerung. Diese Lagerung kann flächig sein oder in Form von Einzellagern ausgebildet werden. Aus Erhaltungsaspekten und Kostengründen kommen Masse-Feder-Systeme praktisch ausschließlich in Tunnels vor.

strumento importante per l'efficacia della misura è il controllo delle azioni delle vibrazioni tramite misurazioni condotte negli oggetti più esposti rispettivamente più sensibili. Se le misure adottate non bastano, ciò può essere constatato tramite il controllo, per poi adottare ulteriori misure. Questo può portare fino al cambiamento del metodo di costruzione, se solo con ciò sia possibile evitare danni ad edifici esposti. Nei singoli casi le misure adottate devono essere esaminate dettagliatamente rispetto alla loro redditività e la loro efficacia.

4.3.1. Metodologia

4.3.1.1. Fase di esercizio

Le misure per la riduzione delle vibrazioni si applicano solitamente direttamente alla via di corsa o alla struttura del tunnel circostante. Per lo più si tratta di una combinazione di elementi morbidi su uno strato portante rigido in aggiunta ad una massa oscillante il più possibile consistente.

Misure sulla via di corsa

Per la sovrastruttura della massicciata ferroviaria si utilizzano di solito materassini sottoballast, operazione per la quale in genere è necessario aumentare la rigidità della sottostruttura. Ciò può essere raggiunto con un miglior compattamento dello strato inferiore. Ultimamente sono state utilizzate sempre più anche piastre in c.a. di circa 30 cm di spessore poste al di sotto dei materassini sottoballast. Negli ultimi anni si è imposta la consapevolezza che gli appoggi elastici per le traversine, che venivano utilizzate dai gestori ferroviari per motivi di migliore conservazione nel tempo, offrono anche loro vantaggi dal punto di vista della tecnica delle vibrazioni e del rumore trasmesso per via strutturale. In combinazione con l'irrigidimento della sottostruttura, che si ottiene per esempio con l'utilizzo di strati portanti bituminosi, si ottiene un effetto di smorzamento delle vibrazioni anche nel campo delle basse frequenze.

In combinazione con una carreggiata rigida si realizzano, con l'impiego di appoggi superficiali elastici al di sotto della piastra portante dei binari, i cosiddetti "sistemi a masse flottanti". Se è richiesto un maggiore smorzamento delle oscillazioni o se devono essere smorzate frequenze molto basse, vengono impiegati sistemi a masse flottanti medio-pesanti e pesanti. In questo caso la piastra portante dei binari o la massicciata poggiano su un basamento elastico. Questo appoggio può essere una superficie piana oppure può essere costituito da appoggi singoli e puntuali. A causa della loro durata e dei costi i sistemi a massa flottante vengono impiegati quasi esclusivamente nel-

le gallerie.

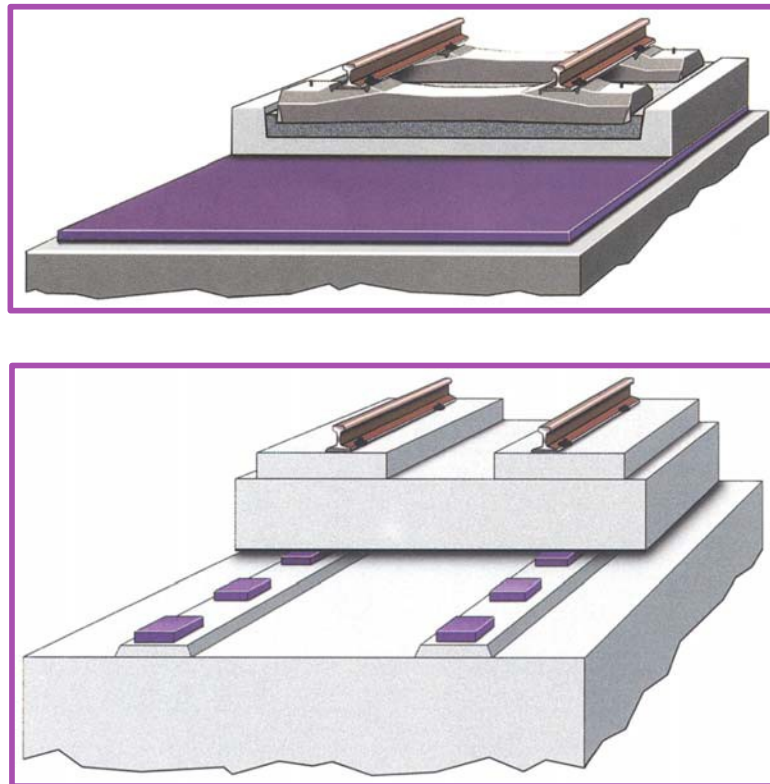


Abbildung 4: Prinzipdarstellung eines vollflächig gelagerten (oben) bzw. mit Einzella-
gern ausgestatteten (unten) Masse-
Feder-Systems (entnommen aus Un-
terlagen der Firma Getzner)

Illustrazione 4: Rappresentazione del principio di un
sistema a massa flottante interamen-
te appoggiato (sopra) e fornito di ap-
poggi singoli (sotto) (disegno estratto
dalla documentazione della ditta Ge-
tzner)

Die Wahl der Gegenmaßnahme ist bedingt von den tiefsten Frequenzen, deren Einwirkung reduziert werden soll. Dies sind einerseits die Emissionsfrequenzen des fahrenden Zuges, vor allem aber die Eigenfrequenzen der Bebauung. Vereinfachend gesagt, haben massige, steife Konstruktionen mit geringer Spannweite hohe Eigenfrequenzen und sind daher leicht zu schützen, schlanke, biegsame und weit gespannte Konstruktionen haben niedrige Eigenfrequenzen und sind daher nur schwer zu schützen.

Fast alle Gegenmaßnahmen wirken im hohen Frequenzbereich (> 50 Hz). Je tiefer die zu bekämpfenden Frequenzen sind, desto aufwendiger werden die Gegenmaßnahmen. Die Wirksamkeit der Gegenmaßnahme wird vor allem durch Erhöhung der Masse oder Senkung der Lagersteifigkeit zu tieferen Frequenzen verschoben. Da einer weichen Lagerung der Schiene aus fahrdynamischen und erhaltungstechnischen (Schienenspannung, Lagegenauigkeit, Wartungsintervalle) Gründen Grenzen gesetzt sind, erfolgt die Konstruktion tief abgestimmter Masse-Feder-Systeme hauptsächlich über eine Steigerung

La scelta della contromisura è condizionata dalla frequenza più bassa della quale si desidera mitigare l'effetto. Questa è da un lato la frequenza di emissione del treno in transito e dall'altro, in misura più decisiva, è la frequenza caratteristica della costruzione. Semplificando, gli edifici dotati di grande massa e rigidità con luci nette ridotte hanno frequenze caratteristiche più elevate e si possono quindi proteggere più facilmente, mentre per contro gli edifici snelli, flessibili e con grandi luci hanno frequenze caratteristiche inferiori e sono di conseguenza più difficili da difendere.

Quasi tutte le contromisure agiscono in un campo di frequenze elevato (> 50 Hz). Più basse sono le frequenze da combattere, più onerose diventano le contromisure necessarie. L'efficacia delle contromisure si sposta a frequenze più basse principalmente tramite l'incremento della massa oppure con la riduzione della rigidità agli appoggi. Dal momento che l'impiego di un appoggio morbido è limitato per motivi di dinamica di guida e di tecniche di conservazione (tensioni nelle rotaie, precisione di posa, intervalli di manutenzione), la costruzione di sistemi a massa flottante per le basse frequenze si esegue principalmente attraverso un

der Masse. Die Masse-Feder-Systeme werden über ihre Eigenfrequenz klassifiziert, wobei die dämmende Wirkung eines Masse-Feder-Systems beim etwa 1,4 fachen der Eigenfrequenz beginnt, darunter wirkt das System mitunter erschütterungsverstärkend.

Fallen Erregerfrequenzen, Eigenfrequenzen des Oberbausystems und Eigenfrequenzen des Gebäudes zusammen, kann es zu erheblichen Resonanzeffekten und sehr starken Erschütterungen kommen.

Maßnahmen an der Tunnelkonstruktion

Da die Tunnelkonstruktion konstruktiv nicht vom Fahrweg getrennt werden kann, erfordert sie eine gemeinsame Betrachtung. Die Konstruktion des Tunnels hat im Wechselspiel mit der umgebenden Geologie einen sehr wesentlichen Einfluss auf das Erschütterungsdämmverhalten. Im Allgemeinen kann davon ausgegangen werden, dass vor allem im Lockergestein eine massive Ausführung der Tunnelkonstruktion sich in einer Reduktion der auftretenden Schwingungen äußert. Dabei ist die Mächtigkeit der Sohle von wesentlichem Einfluss. Das Dämmverhalten von Tunnelkonstruktionen lässt sich mit numerischen Rechenmodellen erfassen und ist auch messtechnisch mehrfach nachgewiesen und untersucht.

Maßnahmen im Ausbreitungsweg

Bei Oberflächenstrecken können neben Maßnahmen am Fahrweg auch Maßnahmen im Ausbreitungsweg in Betracht gezogen werden. Ein erheblicher Teil der Schwingungsenergie wird hier über die Oberflächenwelle übertragen. Wird die Ausbreitung der Oberflächenwelle gestört, kommt es zu einer deutlichen Verminderung der Erschütterungen. Messtechnisch und rechentechnisch wurde bereits der positive Effekt von Entwässerungsgräben, Grabenmauern und Schallschutzdämmen an Bahnanlagen nachgewiesen.

Darüber hinaus sind auch Schlitzte im Boden möglich, die die Ausbreitung der Wellen stören oder zu Reflexionen führen sollen. Betongefüllte Schlitzte sind zwar konstruktiv am leichtesten herzustellen, auf Grund des geringen Impedanzunterschiedes zwischen Untergrund und Beton ist ihre Wirksamkeit aber gering. Es existieren Systeme mit Gasmattenschlitzten, mit denen gute Ergebnisse erzielt werden konnten. Luftschlitzte bieten optimalen Schutz, sind jedoch konstruktiv schwierig auszuführen und kostenintensiv. Bei allen derartigen Maßnahmen ist jedoch die Auswirkung der Einbauten auf die Grundwasserströmung zu überprüfen.

Maßnahmen am Gebäude

Nachträgliche Maßnahmen am Gebäude sind meist schwierig, da einerseits schwingungsdämmende Maßnahmen stark in die Nutzung des Gebäudes eingreifen können, andererseits oft in einem komplexen

inkrement der Masse. I sistemi a massa flottante vengono classificati per mezzo della loro frequenza caratteristica. L'effetto di smorzamento di un tale sistema inizia ad una frequenza di circa 1,4 volte superiore a quella caratteristica. Al di sotto il sistema agisce da amplificatore delle vibrazioni.

Se la frequenza di emissione, la frequenza caratteristica della sovrastruttura e la frequenza caratteristica dell'edificio si trovano a corrispondere possono verificarsi considerevoli effetti di risonanza e vibrazioni molto intense.

Misure sulla struttura del tunnel

Dal momento che la struttura del tunnel non è costruttivamente separabile dalla via di corsa, è necessaria una sua valutazione complessiva. La struttura del tunnel, in un gioco di alternanza con le formazioni geologiche circostanti, ha un'influenza importante sul comportamento dello smorzamento delle vibrazioni. In generale si può considerare che una costruzione massiccia del tunnel, soprattutto in materiale sciolto, si espliciti in una riduzione della comparsa delle oscillazioni. In questo ha grande importanza lo spessore della soletta. Il comportamento allo smorzamento delle strutture dei tunnel è studiabile tramite modelli di calcolo numerico ed è stato dimostrato ed analizzato in più occasioni.

Misure sul cammino di propagazione

Nelle tratte superficiali accanto alle misure sulla via di corsa possono essere prese in considerazione anche misure sul cammino di propagazione. Una porzione considerevole dell'energia di oscillazione infatti in questo caso viene trasmessa attraverso onde superficiali. Se si disturba la propagazione delle onde superficiali si ottiene una sensibile riduzione delle vibrazioni. Dal punto di vista delle tecniche di misura e di calcolo, l'effetto positivo di canali di drenaggio, muri di fossa e barriere antirumore presso gli impianti ferroviari è stato ampiamente dimostrato.

Inoltre è possibile anche la fessurazione del terreno. Le fessure disturbano la propagazione delle onde e inducono fenomeni di riflessione. Fessure riempite di cemento sono sì facilmente preparabili, ma a causa della piccola differenza fra l'impedenza del cemento e quella del suolo la loro efficacia è ridotta. Esistono sistemi di fessure con stuoie a gas con le quali sono stati raggiunti buoni risultati. Fessure ad aria offrono la protezione ottimale, ma sono di difficile realizzazione e piuttosto costose. In tutti i casi comunque è necessario valutare gli effetti delle installazioni sul deflusso delle acque superficiali.

Misure sull'edificio

Misure a posteriori sull'edificio sono normalmente di difficile esecuzione, perché gli interventi per lo smorzamento delle vibrazioni possono influenzare fortemente l'utilizzo dell'edificio e perché in un sistema

System durch bauliche Maßnahmen neue Eigenfrequenzen entstehen können, die dann wiederum angeregt werden. Wird jedoch ein Gebäude neu errichtet, so kann durch erschütterungsbewusste Konstruktion und durch passive Dämmungsmaßnahmen am Gebäude viel erreicht werden. Ein idealer Fall liegt vor, wenn die Maßnahmen am Gebäude mit Maßnahmen am Fahrweg abgestimmt werden können.

Passive Isolierungsmaßnahmen können über eine elastische Lagerung im Fundamentbereich für das gesamte Bauwerk oder für Bauwerksabschnitte erzielt werden. Weiters können Decken elastisch gelagert werden.

Vorgehen zur Festlegung von Maßnahmen

Werden die zulässigen Grenzwerte mit der Prognoseberechnung überschritten, werden Gegenmaßnahmen eingesetzt bzw. verstärkt und die Prognose neu berechnet.

Die Dämmleistung der eingesetzten Gegenmaßnahmen basiert auf Messungen entsprechender Systeme, die bei anderen Projekten verwirklicht wurden. Es handelt sich also um Erfahrungswerte mit einem Streubereich, d.h. mit einer gewissen Unsicherheit.

Bei ober- und unterirdischer Streckenführung werden für die Prognosen Maßnahmen am Fahrweg eingesetzt.

4.3.1.2. Bauphase

Die DIN 4150-2 sieht verschiedene Richtwerte für unterschiedliche Dauern und Stärken von Erschütterungseinwirkungen vor.

Unabhängig von der Einhaltung von Grenzwerten ist im Sinne des UVP-Gesetzes §17 dafür zu sorgen, dass nur Maschinen und Technologien eingesetzt werden, die dem jeweils aktuellen Stand der Technik entsprechen.

Zur Einhaltung der Grenzwerte für Erschütterungen in der Bauphase dient eine messtechnische Überwachung (Monitoring) verbunden mit strikter Steuerung der Baumaßnahmen und guter Öffentlichkeitsarbeit.

Für das Monitoring ist im weiteren Verlauf der Projektierung ein Monitoringplan zu erstellen. In diesem Bericht wird bei einzelnen Teilräumen festgelegt, wo aufgrund des jetzigen Planungsstandes zumindest ein Monitoring für die Bauphase vorzusehen ist.

Vor Ausführung des Vorhabens sind die potenziell betroffenen Gebäude einer bautechnischen Beweissicherung zu unterziehen. In der Beweissicherung sind die Bauart und der Bauzustand der Gebäude festzuhalten, insbesondere sind vor Baubeginn be-

komplexo possono generarsi, attraverso interventi costruttivi, nuove frequenze caratteristiche che poi possono essere sollecitate. Nel caso di una nuova edificazione invece è possibile raggiungere ottimi risultati tramite una costruzione consapevole del problema vibrazioni e attraverso misure di smorzamento sull'edificio stesso. Il caso ideale si verifica quando le misure sull'edificio possono essere realizzate di concerto con le misure intraprese sulla via di corsa.

Misure passive di isolamento possono essere realizzate con un appoggio elastico a livello delle fondazioni per l'intero edificio o per corpi di fabbrica. In aggiunta i solai possono essere dotati di appoggi elastici.

Procedimento per la determinazione delle misure

Nel caso in cui dai calcoli previsionali emerga il superamento dei valori limite ammessi, saranno adottate o potenziate contromisure e la previsione sarà calcolata di nuovo.

Le prestazioni in termini di smorzamento delle contromisure adottate si basano su misurazioni di sistemi analoghi realizzati in altri progetti. Si tratta quindi di valori empirici con un campo di dispersione, vale a dire con una certa insicurezza.

Nel tracciamento in superfici e sotterraneo per le previsioni vengono adottate misure sulla via di corsa.

4.3.1.2. Fase di costruzione

La norma DIN 4150-2 prevede diversi valori indicativi per durate e intensità diverse degli influssi delle vibrazioni.

Indipendentemente dall'adempimento ai valori limite, nei sensi della legge VIA articolo 17 è da fare in modo che siano utilizzati soltanto macchinari e tecnologie che corrispondano all'attuale stato della tecnica.

Per l'osservanza dei valori limite per le vibrazioni nella fase di costruzione risulta utile una sorveglianza tramite misurazioni (Monitoring) unitamente ad uno stretto controllo delle misure costruttive e ad un accurato lavoro di pubbliche relazioni.

Per il Monitoring, nell'ulteriore corso della progettazione si dovrà reazzare un piano di monitoraggio. Nel presente rapporto, per le singole aree parziali si stabilirà dove, in base all'attuale stato della progettazione, si dovrà prevedere un monitoraggio almeno per la fase costruttiva.

Prima dell'esecuzione del progetto gli edifici coinvolti vanno sottoposti alla raccolta di materiale documentale a futura memoria della costruzione. Nel rilievo vanno indicati il tipo di edificio e le sue condizioni. In particolare prima dell'inizio dei lavori vanno docu-

stehende Schäden zu dokumentieren.

Während der Bauarbeiten werden in den potenziell betroffenen Gebäuden Schwingungsmessungen durchgeführt. Die Messgeräte werden mit einer Fernüberwachungsfunktion ausgestattet, die den Abruf der Daten zu jeder Tages- und Nachtzeit ohne Betreten der Gebäude erlaubt. Weiters werden die Geräte mit einer Alarmfunktion ausgestattet, die bei Überschreiten der Grenzwerte die Baustellenverantwortlichen informiert und so die sofortige Einleitung von Gegenmaßnahmen erlaubt.

Solche Maßnahmen können sein (siehe auch Kapitel 4.4.2):

- Änderung der Arbeitsfrequenzen von Baumaschinen, etwa Verdichtungswalzen, Spundwandrüttlern etc.
- Herstellung ebener Oberflächen auf Baustraßen.
- Verringerung der Fahrgeschwindigkeit von Baustellenfahrzeugen, Einsatz von Fahrzeugen geringeren Gewichtes. Reduktion der Beladung von LKWs.
- Änderung von Bauverfahren, etwa mechanisches Lösen statt Sprengen, Vorbohren bei Spundbohlen etc.
- Bei Sprengvortrieb Änderung im Sprengschema, Verringerung der Lademenge pro Zündstufe, Verringerung der Abschlagslänge.
- Nachtsprengverbote.

Für Sprengungen in sehr sensiblen Bereichen können weiterreichende Maßnahmen sein:

- Aufteilung der Ladung auf möglichst viele Zündstufen (Ausnutzung aller vorhandenen Zündstufen).
- Möglichst viele Entlastungslöcher im Bereich der Einbruchsschüsse (unbesetzte Großkaliberbohlöcher).
- Entsprechend den Gebirgsverhältnissen entweder Keil- oder Paralleleinbruch verwenden.
- Aufteilung der Ortsbrust in Teilflächen.
- Abschlagstiefe nicht größer als sicher gelöst werden kann.

Für die Anrainer wird ein Informations- und Beschwerdemanagement eingerichtet. Es werden klare Ansprechpartner auf der Baustelle genannt, an die man sich im Fall von Belastungen oder Schäden wenden kann. Wichtige Bauarbeiten werden im Vor-

mentati eventuali danni sugli edifici stessi.

Durante i lavori di costruzione negli edifici potenzialmente colpiti dalle vibrazioni vanno eseguite delle misure sulle oscillazioni. Gli apparecchi di misura saranno dotati di una funzione di controllo in remoto che consente una raccolta continua dei dati senza dover accedere all'edificio. In più gli apparecchi saranno dotati di una funzione di allarme che in caso di superamento dei valori limite informa il responsabile di cantiere e rende possibile l'attuazione tempestiva delle contromisure necessarie.

Queste contromisure possono essere (vd. anche capitolo 4.4.2):

- Modifica delle frequenze operative delle macchine per la costruzione come per esempio rulli compressori, vibrocospatori per le palancolate eccetera.
- Predisposizione di superfici piane sulle strade di cantiere.
- Limitazione della velocità di percorrenza dei mezzi di cantiere, impiego di mezzi dal peso ridotto. Riduzione del carico dei camion.
- Modifiche alle procedure costruttive, come ad esempio distacco meccanico al posto dell'impiego di esplosivo, perforazione preventiva per le palancole eccetera.
- Nel caso di avanzamento con esplosivo modifiche nello schema delle esplosioni, riduzione della carica dell'innesco, riduzione della lunghezza del tratto da demolire
- Divieto di esplosioni notturne

Per i brillamenti in aree particolarmente sensibili, si possono adottare ulteriori provvedimenti, tra cui:

- Suddivisione della quantità complessiva di esplosivo su un adeguato/elevato numero di ritardi dei detonatori.
- Elevato numero di fori liberi (non caricati) soprattutto in corrispondenza della rinora (fori a grosso diametro).
- Scelta del tipo di rinora (a forma di cuneo o rinora parallela) a seconda delle condizioni geologico - geotecniche dell'ammasso roccioso.
- Parzializzazione del fronte di scavo
- Riduzione della lunghezza di sfondo

Per i frontisti sarà organizzato un servizio di informazioni e di raccolta dei reclami. Saranno nominati ed individuati chiaramente le persone di riferimento in cantiere alle quali potersi rivolgere in caso di disturbi o danneggiamenti. I lavori importanti saranno resi no-

hinein durch Flugblatt oder Informationsveranstaltungen angekündigt.

ti anticipatamente mediante azioni di volantinaggio o manifestazioni informative.

4.3.2. Portalbereich Innsbruck / Sillschlucht

4.3.2. Area portale di Innsbruck / Gola del Sill

4.3.2.1. Betriebsphase

4.3.2.1. Fase di esercizio

Im Änderungsprojekt werden in Innsbruck alle Gleise bis zur Verknüpfung mit den Bestandsgleisen an der Oberfläche geführt. Die Masse-Feder-Systeme des Hauptprojektes entfallen deshalb in diesem Abschnitt. Im Bereich der Siedlungsflächen werden am Fahrweg Unterschottermatten auf einer Betonplatte bzw. auf zementstabilisiertem Untergrund vorgesehen.

Nel cambiamento di progetto, ad Innsbruck tutti i binari vengono condotti a cielo aperto fino al congiungimento con i binari esistenti. I sistemi a massa flottante del progetto principale perciò in questa tratta non sono necessari. Nell'area delle zone abitate sulla via di corsa sono previsti materassini sottoballast su piastra in cemento armato risp. su sottosuolo stabilizzato con cemento.

Achtung: Kilometrierung für alle Gleise bezogen auf Zufahrt Ost (Gleis 3)!

Attenzione: Il chilometraggio per tutti i binari si riferisce all'accesso est (binario 3)!

- Zufahrt Ost (Gleis 3) und Zufahrt West (Gleis 1) vom Hauptbahnhof Richtung Portal Basistunnel: km 1,28 - km 1,68² (Länge je 400 m)
- Zufahrt West (Gleis 1) und Gleis 2 vom Hauptbahnhof Richtung Portal der Bestandsstrecke Richtung Brenner: km 1,28 - km 1,68² (Länge je 400 m, wobei Gleis 1 bis zur Abzweigung bei km 1,60 schon für Gleis Richtung Basistunnel gerechnet wurde)
- Verbindung Frachtbahnhof bis zur Verknüpfung mit Gleis 3: km 1,27 - km 1,43 (Länge 160 m)

- Accesso est (binario 3) e accesso ovest (binario 1) dalla stazione centrale in direzione del portale della galleria di base: km 1,28 - km 1,68² (lunghezza 400 m cadauno)
- Accesso ovest (binario 1) e binario 2 dalla stazione centrale in direzione del portale della tratta esistente in direzione Brennero: km 1,28 - km 1,68² (lunghezza 400 m cadauno, dove il binario 1 fino alla diramazione al km 1,60 è stato contato già come binario in direzione della galleria di base)
- Congiungimento della stazione merci fino all'allacciamento al binario 3: km 1,27 - km 1,43 (lunghezza 160 m)

Für detailliertere Angaben zu den Erschütterungs-schutzmaßnahmen siehe die Ausführungen im Bericht zum Hauptprojekt D0118-00283 „Fahrbahn und Erschütterungsschutz – Einreichplanung“ und zum Änderungsprojekt den Schemaplan D0477-00301 und den Lageplan D0477-00302. Einen Überblick über die Erschütterungsmaßnahmen am Gleis gibt Abbildung 5:

Per i particolari precisi delle misure a protezione dalle vibrazioni, cfr le spiegazioni nel rapporto del progetto principale D0118-00283 “Sovrastruttura ferroviaria e protezione dalle vibrazioni – Progettazione da inoltrare”, e, per la variante progettuale, il piano schematico D0477-00301 e la planimetria D0477-00302. L'illustrazione 5: mostra una visione d'insieme delle misure contro le vibrazioni al binario.

² Die Maßnahme Unterschottermatten bis km 1,80 auf der NBS-Brücke bzw. km 1,78 beim Tunnelportal der Bergstrecke ist infolge der Dominanz der Immissionen aus dem Bestandstunnel nur zielführend, wenn durch die Betreiber des neuen Museums Bergisel auch Unterschottermatten im Bestandstunnel verlegt werden, was bis dato nicht vorgesehen ist. / La posa di materassini sottoballast fino al km 1,80 sul ponte sulla linea di nuova costruzione, o fino al km 1,78 presso l'imbocco della galleria sarà efficace per ridurre le immissioni provenienti dalla galleria esistente soltanto se i gestori del nuovo museo di Bergisel provvederanno alla posa di materassini sottoballast anche nella galleria esistente, misura ad oggi non prevista.

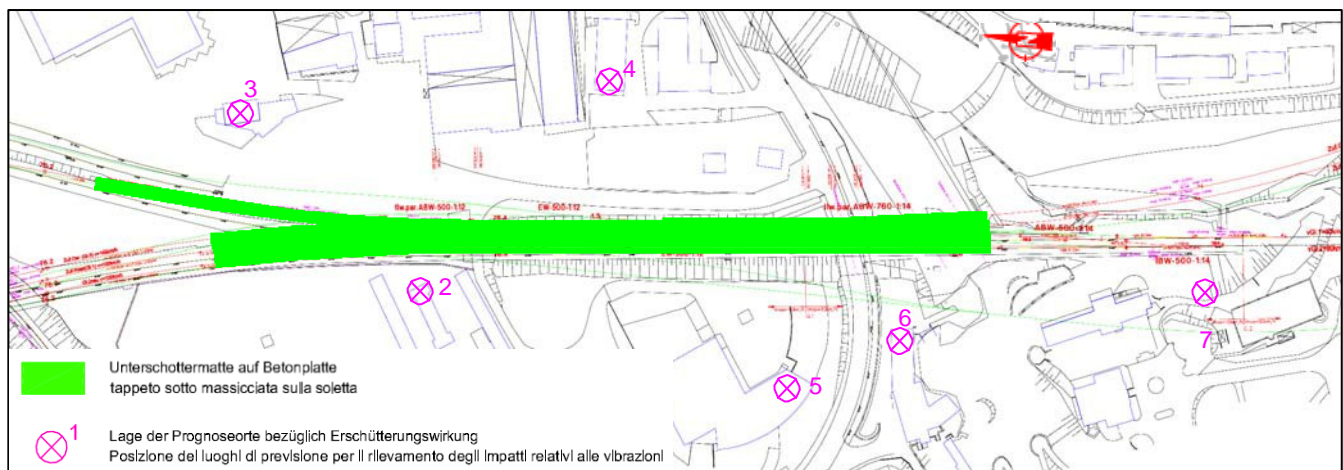


Abbildung 5: Maßnahmenübersicht für die Betriebssituation Z21 im Teilraum Portalbereich Innsbruck / Sillschlucht.

Illustrazione 5: Visione d'insieme delle misure per la situazione di esercizio Z21 nell'area parziale Zona portale Innsbruck / Gola del Sill.

In Tabelle 27: werden die Prognoseresultate (wahrscheinlichster Fall) für den Prognosezustand Z21 mit Maßnahmen zusammengefasst und anhand der einzuhaltenden Grenzwerte beurteilt. Zur Information werden die Werte für die Ist-Situation Z0 an den Prognoseorten im Bereich der Umfahrung Innsbruck ebenfalls angegeben.

Nella Tabella 27: sono riassunti i risultati previsionali (caso più probabile) per lo stato previsionale Z21 con misure; i risultati sono valutati in base ai valori limite da rispettare. Per informazione sono anche indicati i valori per la situazione attuale Z0 nei punti di previsione nell'area della circonvallazione di Innsbruck.

Mit den vorgesehenen Maßnahmen können an den Prognoseorten für den wahrscheinlichen Fall die Grenzwerte vor allem für den sekundären Luftschall in den exponierten Gebäuden nicht eingehalten werden. Gegenüber der Ist-Situation wird jedoch bei allen Prognoseorten eine Verbesserung der Belastung bezüglich Erschütterungen und sekundären Luftschalls erreicht. Für das neue Museum Bergisel ist eine Maßnahme an der NBS nur zielführend, wenn die Ersteller des Museums auch Unterschottermatten im Bestandstunnel verlegen würden, was bis dato nicht vorgesehen ist. Damit würden im Museum Sekundärschallpegel von unter 30 dBA erreicht werden.

Nel caso più probabile, con le misure previste nei punti di previsione non saranno rispettati i valori limite negli edifici esposti, soprattutto in relazione al suono secondario. Tuttavia, rispetto alla situazione attuale in tutti i luoghi di previsione si otterrà un miglioramento dell'inquinamento in relazione alle vibrazioni e al suono secondario. Per il nuovo museo di Bergisel sarebbe efficace un intervento sulla linea di nuova costruzione soltanto se i costruttori del museo provvedessero alla posa di materassini sottoballast anche nella galleria esistente, misura ad oggi non prevista. In tal modo si otterrebbero nel museo dei livelli di rumore secondario inferiori a 30 dBA.

Im Bereich des Prognoseortes Nr. 1, Südbahnstr. 3, wird keine Erschütterungsschutzmaßnahme vorgesehen, da sich gegenüber der heutigen Situation kaum etwas ändert und für die Belastung die Bahnstrecke Richtung Innsbruck-Westbahnhof deutlich maßgebend ist.

Nell'area del luogo di previsione n° 1, Südbahnstr. 3, non è prevista alcuna misura a protezione dalle vibrazioni, in quanto rispetto alla situazione attuale non cambia quasi nulla e per l'inquinamento è chiaramente determinante il tratto ferroviario direzione Innsbruck-Westbahnhof.

Bei oberirdischer Streckenführung spielt der sekundäre Luftschall in Kombination mit dem Direktschall der Zugvorbeifahrten nur noch eine untergeordnete Rolle.

Nel caso delle tratte a cielo aperto, il suono secondario in combinazione con il suono diretto dei passaggi di treno svolge soltanto un ruolo secondario.

Die vorgesehenen Maßnahmen an der offenen Streckenführung entsprechen den anerkannten Regeln der Technik. Sie reduzieren die Erschütterungsbelastung im Mittel um 50% und den Pegel des sekundären Luftschalls um bis zu 7 dBA.

Le misure previste in corrispondenza del percorso aperto corrispondono alle regole riconosciute della tecnica. Esse riducono l'inquinamento da vibrazioni in misura del 50% e il livello del suono secondario fino a 7 dBA.

PROGNOSERESUTATE BEZÜGLICH ERSCHÜTTERUNGEN UND SEKUNDÄREN LUFTSCHALLS – TEILRAUM PORTALBEREICH INNSBRUCK / SILLSCHLUCHT							
RISULTATI DELLE PREVISIONI IN RELAZIONE ALLE VIBRAZIONI E AL SUONO SECONDARIO – AREA PARZIALE ZONA PORTALE DI INNSBRUCK / GOLA DEL SILL							
Betriebsphase mit Maßnahmen / Fase di esercizio con misure							
Nr. / N°	Prognoseort, Nutzung / Luogo di previsione, uso	Km Gleis 1; Abstand / km binario dispari; distanza	Zustand / Stato	Erschütterungen / Vibrazioni K _{B,S}		Sekundärer Luftschall / Suono secondario L _{A,max,m} [dBA]	
				Tag / gior- no	Nacht / notte	Tag / gior- no	Nacht / notte
1	Südbahnstr. 3, Innsbruck Wohnen / Abitazione	km 1,00; 24 m	Z0	0,24	0,10	37	33
			Z21	0,21	0,09	36	33
2	Klostergasse 7, Innsbruck Wohnen / Abitazione	km 1,37; 15 m	Z0	0,47	0,19	41	37
			Z21	0,14	0,09	34	32
3	St. Bartlmä 6, Innsbruck Wohnen / Abitazione	km 1,29; 33 m	Z0	0,22	0,22	33	33
			Z21	0,14	0,11	30	30
4	St. Bartlmä 2a, Innsbruck Büro / Ufficio	km 1,45; 56 m	Z0	0,12	0,12	27	27
			Z21	0,12	0,12	27	27
5	Klostergasse 11, Innsbruck Büro / Ufficio	km 1,53; 52 m	Z0	0,04	0,04	25	25
			Z21	0,03	0,03	22	21
6	Klostergasse 6, Innsbruck Büro / Ufficio	km 1,58; 35 m	Z0	0,08	0,08	31	31
			Z21	0,06	0,05	28	27
7	Bergisel, Innsbruck Museum / museo	km 1,75; 34 m	Z0	0,04	0,04	38	38
			Z21	0,05	0,05	38	38
Grenzwerte / Valori limite				0,10	0,10	25	25

Tabelle 27: Prognoseresultate Erschütterungen: und sekundärer Luftschall für die Ist-Situation Z0 und Betriebssituation Z21 mit Maßnahmen – Teilraum Portalbereich Innsbruck / Siltschlucht. Werte fett und grau hinterlegt = Grenzwert-überschreitung

Tabella 27: Risultati delle previsioni riguardo le vibrazioni e il suono secondario per la situazione attuale Z0 e la fase di esercizio Z21 con misure– Area parziale Zona portale di Innsbruck / Gola del Sill. Valori in grassetto su sfondo grigio = superamento dei valori limite

THEMENBEREICH ERSCHÜTTERUNGEN: MAßNAHMENWIRKSAMKEIT UND RESTBELASTUNG – TEILRAUM PORTALBEREICH INNSBRUCK / SILLSCHLUCHT TEMATICA VIBRAZIONI: EFFICACIA MISURE ED IMPATTO RESIDUO – AREA PARZIALE ZONA PORTALE DI INNSBRUCK / GOLA DEL SILL	
Betriebsphase / Fase di esercizio	
Eingriffserheblichkeit	Hoch – IV
Rilevanza dell'intervento	Forte – IV
Wirksamkeit der Maßnahmen Efficacia delle misure	Reduktion der Belastung bezüglich Erschütterungen um ca. 50% und des sekundären Luftschalls um 3-7 dBA
	Riduzione dell'inquinamento da vibrazioni di circa il 50% e del suono secondario di 3-7 dBA
	Gut wirksam Buona
Restbelastung Impatto residuo	Mittel Media

Tabelle 28: Themenbereich Erschütterungen: Maßnahmenwirksamkeit und Restbe-

Tabella 28: Tematica vibrazioni: Efficacia misure ed impatto residuo per la fase di eser-

*lastung für die Betriebsphase –
Teilraum Portalbereich Innsbruck /
Sillschlucht*

*cizio – Area parziale Zona portale di
Innsbruck / Gola del Sill*

Gegenüberstellung genehmigte Planung / Änderungsoperat:

Durch den Einbau der Erschütterungsschutzmaßnahmen am Fahrweg wird die Restbelastung für den Teilraum Portalbereich Innsbruck / Sillschlucht wie im Hauptprojekt als mittel eingestuft, da die Grenzwerte bezüglich Erschütterungen und sekundären Luftschalls trotz der Maßnahmen in einzelnen Gebäuden wahrscheinlich nicht eingehalten werden können.

4.3.2.2. Bauphase

Gegenüber dem Hauptprojekt werden die Erschütterungsauswirkungen während der Bauphase auf umliegende Gebäude und deren Bewohner schon wegen der vereinfachten Bauabläufe reduziert. Zur weiteren Reduktion der Auswirkungen während der Bauphase kommen die Maßnahmen zur Anwendung, die in Kapitel 4.3.1.2 aufgeführt sind.

Die nächsten Siedlungsflächen zu den Portalen der Zufahrtstollen und des Entwässerungstollens werden durch den Sprengvortrieb der Stollen zumindest in der Anfangsphase belastet.

Zur Reduktion der Erschütterungsbelastung kommen die Maßnahmen, die in Kapitel 4.3.1.2 zu Sprengungen aufgelistet sind, zur Anwendung.

In der Anfangsphase der Stollenvortriebe, solange die Erschütterungsimmissionen aus den Sprengungen noch über den Nachtrichtwerten liegen, wird ein Nachtsprengverbot ausgesprochen. Für die betroffene Bevölkerung wird ein Informations- und Beschwerdemanagement eingerichtet.

Im Weiteren ist durch ein Monitoring in den exponiertesten Wohn- und Gewerbegebäuden (zumindest bei den Prognoseorten 2 bis 7) sowie in denkmalgeschützten Gebäuden im Nahbereich der Baustellen in Innsbruck die Erschütterungsbelastung zu messen und je nach Stärke der Vibrationen sind weitere Maßnahmen nach Kapitel 4.3.1.2 anzuordnen.

Materialanlieferungen finden weitgehend auf bestehenden Straßen statt. Im Nahbereich von Siedlungsflächen ist auf eine ebene Fahrbahn zu achten. Bei Bedarf ist die Erschütterungsbelastung in exponierten Wohnhäusern und denkmalgeschützten Gebäuden durch ein Monitoring zu überwachen und allenfalls betriebliche Maßnahmen anzuordnen.

Raffronto tra la progettazione approvata e l'elaborato di modifica:

Con il montaggio delle misure antivibrazioni sulla via di corsa, l'Impatto residuo per l'area parziale Zona portale Innsbruck / Gola del Sill è classificato come medio come nel progetto principale, in quanto in singoli edifici probabilmente non sarà possibile rispettare i valori limite relativi alle vibrazioni e al suono secondario nonostante le misure adottate.

4.3.2.2. Fase di costruzione

Rispetto al progetto principale, gli impatti delle vibrazioni su edifici adiacenti ed i loro abitanti durante la fase di costruzione vengono ridotti già a causa dei metodi di costruzione semplificati. Un'ulteriore riduzione degli impatti durante la fase di costruzione è data dalle misure da prendere elencate al capitolo 4.3.1.2..

Le aree abitate più vicine ai portali dei cunicoli di accesso e di drenaggio sono interessate dall'avanzamento con brillamenti del cunicolo almeno nella fase iniziale.

Per ridurre l'inquinamento da vibrazioni, si applicano le misure relative ai brillamenti elencate al capitolo 4.3.1.2.

Nella fase iniziale degli avanzamenti del cunicolo, fin quando le immissioni di vibrazioni originate dai brillamenti saranno ancora al di sopra dei valori indicativi per la notte, sarà concordato il divieto di effettuare esplosioni notturne. Per la popolazione interessata sarà organizzato un servizio di gestione delle informazioni e dei reclami.

Inoltre, l'inquinamento da vibrazioni dovrà essere misurato mediante un monitoraggio negli edifici residenziali, commerciali (almeno per i luoghi di previsione da 2 a 7) e in quelli sottoposti a tutela come monumenti storici nelle vicinanze dei cantieri a Innsbruck, e in base all'intensità delle vibrazioni dovranno essere predisposte misure ulteriori conformemente al capitolo 4.3.1.2.

Le consegne di materiali avvengono prevalentemente utilizzando le strade esistenti. In prossimità delle aree abitate occorrerà fare in modo che la carreggiata sia piana. In caso di necessità, l'inquinamento da vibrazioni nelle abitazioni residenziali esposte e negli edifici sottoposti a tutela come monumenti storici dovrà essere monitorato e se necessario si dovranno predisporre misure relative all'esercizio.

THEMENBEREICH ERSCHÜTTERUNGEN: MAßNAHMENWIRKSAMKEIT UND RESTBELASTUNG – TEILRAUM PORTALBEREICH INNSBRUCK / SILLSCHLUCHT TEMATICA VIBRAZIONI: EFFICACIA MISURE ED IMPATTO RESIDUO – AREA PARZIALE ZONA PORTALE DI INNSBRUCK / GOLA DEL SILL	
Bauphase / Fase di costruzione	
Eingriffserheblichkeit Rilevanza dell'intervento	Mittel – III Media – III
Wirksamkeit der Maßnahmen Efficacia delle misure	Reduktion der Erschütterungsbelastung bis zur Einhaltung der Richtwerte der DIN 4150-2 und ÖNORM S 9020 Riduzione dell'inquinamento da vibrazioni per il rispetto dei valori indicativi ai sensi DIN 4150-2 e ÖNORM S 9020
	Gut wirksam Buona
Restbelastung Impatto residuo	Gering Basso

Tabelle 29: Themenbereich Erschütterungen: Maßnahmenwirksamkeit und Restbelastung für die Bauphase – Teilraum Portalbereich Innsbruck / Sillschlucht

Tabella 29: Tematica vibrazioni: Efficacia misure ed impatto residuo per la fase di costruzione - Area parziale Zona portale di Innsbruck / Gola del Sill

Gegenüberstellung genehmigte Planung / Änderungsoperat:

Durch die Anwendung der Maßnahmen zu Sprengerschütterungen und weiteren Maßnahmen zu Bauarbeiten wird die Restbelastung für den Teilraum Portalbereich Innsbruck / Sillschlucht wie im Hauptprojekt als gering eingestuft.

Während der Phase Baugrubenerrichtung ist es nicht ausgeschlossen, dass die Restbelastung kurzfristig für einzelne Gebäude als mittel eingestuft werden muss.

4.3.3. Zusammenfassende Darstellung der Maßnahmenwirksamkeit und der Restbelastung

Für die **Betriebssituation** im Teilraum Portalbereich Innsbruck / Sillschlucht ist die Maßnahmenwirksamkeit zwar gut, die Restbelastung wird dennoch als mittel eingestuft, da in einzelnen Gebäuden die Grenzwerte bezüglich Erschütterungen und sekundären Luftschalls wahrscheinlich nicht eingehalten werden können. Die Restbelastung liegt jedoch deutlich unter der Belastung der Ist-Situation (Tabelle 30:).

Die zusammenfassende Darstellung der Maßnahmenwirksamkeit und der Restbelastung der **Bausituation** für den Teilraum Portalbereich Innsbruck / Sillschlucht der Tabelle 31: zeigt, dass die Maßnahmenwirksamkeit gut ist und damit die Restbelastung als gering eingestuft werden kann.

Raffronto tra la progettazione approvata e l'elaborato di modifica:

Applicando le misure contro le vibrazioni da brillamenti ed altre misure in relazione ai lavori di costruzione, l'impatto residuo nella zona parziale Area parziale Zona portale di Innsbruck / Gola del Sill come nel caso del progetto principale viene classificato come basso.

Durante la fase della costruzione dello scavo, non è da escludere che a breve termine l'impatto residuo per singoli edifici possa essere classificato come medio.

4.3.3. Descrizione conclusiva dell'efficacia degli interventi e degli impatti residui

Per la **Situazione di esercizio** nell'area parziale del portale Innsbruck / Gola del Sill l'efficacia delle misure è buona, auch se l'impatto residuo viene classificato come di livello medio, dato che in alcuni edifici probabilmente non sarà possibile rispettare i valori limite relativi alle vibrazioni e al suono secondario. Tuttavia, l'impatto residuo è chiaramente al di sotto dell'inquinamento presente nella situazione attuale (Tabella 30:).

La descrizione conclusiva dell'efficacia delle misure e dell'impatto residuo per la **Situazione di costruzione** nell'area parziale del portale Innsbruck / Gola del Sill della Tabelle 31: mostra che l'efficacia delle misure stesse è buona e quindi l'impatto residuo può classificarsi come di basso livello.

THEMENBEREICH ERSCHÜTTERUNGEN: MAßNAHMENWIRKSAMKEIT UND RESTBELASTUNG / BETRIEBSPHASE			
TEMATICA VIBRAZIONI: EFFICACIA DELLE MISURE ED IMPATTO RESIDUO / FASE DI ESERCIZIO			
Teilraum Area parziale	Eingriffserheblichkeit Rilevanza intervento	Maßnahmenwirksamkeit Efficacia delle misure	Restbelastung Impatto residuo
Portalbereich Innsbruck / Sillschlucht Area portale di Innsbruck / Gola del Sill	Hoch –IV Grande – IV	Gut Buona	Mittel Media

Tabelle 30: Themenbereich Erschütterungen: Darstellung der Maßnahmenwirksamkeit und Restbelastung / Betriebsphase

Tabella 30: Tematica vibrazioni: Descrizione conclusiva dell'efficacia delle misure e dell'impatto residuo / Fase di esercizio

THEMENBEREICH ERSCHÜTTERUNGEN: MAßNAHMENWIRKSAMKEIT UND RESTBELASTUNG / BAUPHASE			
TEMATICA VIBRAZIONI: EFFICACIA DELLE MISURE ED IMPATTO RESIDUO / FASE DI COSTRUZIONE			
Teilraum Area parziale	Eingriffserheblichkeit Rilevanza intervento	Maßnahmenwirksamkeit Efficacia delle misure	Restbelastung Impatto residuo
Portalbereich Innsbruck / Sillschlucht Area portale di Innsbruck / Gola del Sill	Mittel –III Media – III	gut Buona	Gering Basso

Tabelle 31: Themenbereich Erschütterungen: Zusammenfassende Darstellung der Maßnahmenwirksamkeit und Restbelastung / Bauphase

Tabella 31: Tematica vibrazioni: Descrizione conclusiva dell'efficacia delle misure e dell'impatto residuo / Fase di costruzione

4.4. Beweissicherung und begleitende Kontrolle

4.4.1. Betriebsphase

Prinzipiell ist in der Betriebsphase keine Beweissicherung vorgesehen. Die Prognoseschärfe der erstellten Erschütterungsprognosen wird jedoch in einem mehrstufigen Verfahren während des Baus überprüft.

Nach Fertigstellung des Unterbauplanums bzw. des Tunnelbauwerks im Rohbau sind in den Teiluntersuchungsräumen, in denen Ausgleichsmaßnahmen wie Masse-Feder-Systeme erforderlich sind, vor Einbau von Fahrweg und Erschütterungsschutz Kontrollmessungen durchzuführen. Solche Kontrollmessungen erfolgen mit mechanischer Anregung auf dem erstellten Planum, vorzugsweise mit schweren Schwingungserregern, die so ausgerüstet sind, dass Admittanzmessungen durchgeführt werden können. Gleichzeitig werden in den benachbarten Gebäuden und ausgewählten Punkten die Schwingungsamplituden gemessen und dadurch der Ausbreitungsweg Fahrweg – Unterbau – Boden – Gebäude einer detaillierten Überprüfung unterzogen. Diese Messung

4.4. Accertamento ante operam e relativi controlli

4.4.1. Fase di esercizio

Principalmente, durante la fase di esercizio non è previsto un accertamento ante operam. La precisione delle previsioni delle vibrazioni tuttavia viene controllata durante la fase di costruzione con un procedimento a più livelli.

Dopo aver terminato il piano della sottostruttura risp. della costruzione della galleria nella fase di costruzione rustica, negli spazi esaminati in cui sono necessari misure di accomodamento come sistemi a massa flottante, sono da effettuare misurazioni di controllo prima di continuare la costruzione e prima dell'installazione di misure di protezione contro le vibrazioni. Queste misurazioni di controllo avvengono tramite impulsi meccanici sul piano costruito, se possibile con generatori di vibrazioni pesanti, i quali sono equipaggiati di modo che sia possibile fare delle misurazione di ammittanza. Allo stesso tempo, negli edifici vicini e in punti scelti vengono misurate le ampiezze delle oscillazioni e con ciò la via di propagazione "via trafficabile – sottostruttura – sottosuolo –

ermöglicht eine letzte Überprüfung des erforderlichen Erschütterungsschutzes, auch eine Feinabstimmung der Lagersteifigkeit von Masse-Feder-Systemen. In einzelnen Fällen ist auch in dieser Phase noch eine Rücknahme des Erschütterungsschutzes möglich. Siehe dazu auch die Ausführungen im Bericht D0118-00286 „In situ Erschütterungsmessungen – Messkonzept“. Als neueste Entwicklung steht für die Übertragungsmessungen heute auch die Methode der Zug-Simulation zur Verfügung. Diese Methode soll angewandt werden, wenn sie zum Zeitpunkt der Planung der Messungen als sinnvoll erscheint.

Im Teilraum Innsbruck / Silsschlucht sind keine Transmissionsmessungen vorzusehen:

Etwa sechs Monate nach Inbetriebnahme der Strecke sollte in ausgewählten Gebäuden eine letzte Kontrollmessung der Immissionswerte erfolgen, um die Einhaltung der Grenzwerte zu überprüfen. Die Frist von sechs Monaten dient dazu, die Messung bei bereits eingefahrenem Fahrweg durchzuführen.

Die endgültige Festlegung der Maßnahmen, die Beweissicherung und die Kontrolle müssen im Einklang mit RVE 02.04.01, RVE 02.04.02 und RVE 02.04.03 erfolgen.

4.4.2. Bauphase

Vor Beginn der Bauarbeiten sind alle Gebäude in einem Streifen von 100 m beidseits der Trasse (offene Steckenführung), bis in 250 m Abstand von Tunneln und Stollen mit Sprengvortrieb, sowie in einem Streifen von 50 m Breite rund um Baustelleneinrichtungen und Zu- und Abfahrtswege von einem Fachmann beweiszusichern. Dabei sind insbesondere der Bauzustand der Gebäude und bestehende Bauschäden genau aufzunehmen und zu dokumentieren. Der angegebene Streifen ist deutlich breiter als der Raum, in dem Auswirkungen von Bauerschütterungen zu erwarten sind. Es hat sich jedoch gezeigt, dass zur Vermeidung bzw. schnellen Regelung von Streitigkeiten eine möglichst umfangreiche Beweissicherung für beide Seiten von Vorteil ist.

Während der Bauzeit wird der Bau von einem baudynamischen Messprogramm begleitet. Das Messprogramm weist folgende Elemente auf:

- Feste Installationen in den erschütterungsempfindlichsten Gebäuden während der gesamten Dauer der erschütterungsrelevanten Bauarbeiten.
- Mobile Installationen in anderen Gebäuden, vorzugsweise in der Nähe von erschütterungsintensiven Tätigkeiten. Diese Geräteinstallationen werden periodisch, etwa wöchentlich, umgesetzt. Im Falle der erschütterungstechnischen Begleitung von Vortriebsmaßnahmen bewegen sich mobile

edifizio" può essere verificata. Questa misurazione rende possibile un'ultima verifica delle misure necessarie contro le vibrazioni, e anche una regolazione fine della rigidità degli appoggi di sistemi a massa flottante. In singoli casi in questa fase è anche possibile una diminuzione delle misure necessarie contro le vibrazioni. Vedi anche le spiegazioni nel rapporto D0118-00286 „Misurazioni delle vibrazioni in situ – concetto delle misurazioni“. Per le misurazioni delle trasmissioni, oggi è disponibile anche il nuovo metodo di simulazione dei treni, recentemente elaborato. Questo metodo dovrebbe essere applicato se giudicato sensato al momento delle pianificazioni delle misure.

Nell'area parziale di Innsbruck / Gola del Sill non è prevista alcuna misurazione di trasmissione:

Circa sei mesi dopo la messa in esercizio del tratto ferroviario, in edifici scelti dovrebbe essere effettuata una misurazione finale di controllo delle immissioni, per verificare che i valori limite siano rispettati. Il termine di sei mesi serve ad effettuare la misurazione su un tratto già rodato.

La scelta definitiva delle misure, l'accertamento ante operam ed il controllo devono svolgersi in considerazione delle RVE 02.04.01, RVE 02.04.02 e RVE 02.04.03.

4.4.2. Fase di costruzione

Prima dell'inizio dei lavori, tutti gli edifici situati a meno di 100 m su ambo i lati del tratto (linea libera), o a 250 m di distanza da gallerie e cunicoli con scavo in tradizionale, nonché a 50 m di distanza intorno a installazioni di cantiere e strade di accesso sono da rilevare ante operam da un esperto. In particolare sono da rilevare e documentare esattamente lo stato di costruzione ed eventuali danni degli edifici. Le distanze indicate sono sensibilmente più grandi di quelle entro le quali c'è da aspettarsi conseguenze dovute alle vibrazioni causate da lavori di costruzione. Però è risultato che per prevenire risp. per regolare velocemente eventuali diverbi, un rilevamento ante operam possibilmente esteso è di vantaggio per tutte e due le parti.

La fase di costruzione viene accompagnata da un programma di misurazioni di dinamica delle costruzioni. Il programma presenta i seguenti elementi:

- Installazione fissa negli edifici più sensibili alle vibrazioni durante tutta la durata dei lavori causanti vibrazioni rilevanti.
- Installazione mobile negli altri edifici, possibilmente nei pressi di attività che causano vibrazioni. Queste installazioni di strumenti vengono spostate periodicamente, circa ogni settimana. Nel caso dell'accompagnamento di misure di scavo, gli strumenti mobili si spostano in base

Installationen mit dem Vortrieb mit.

- Mobile Installationen im Freifeld in der Nähe von erschütterungsintensiven Bautätigkeiten. Diese Installationen dienen der Erarbeitung von Daten zu den auf der Baustelle eingesetzten Baugeräten und –verfahren und ermöglichen die erschütterungstechnische Einsatzoptimierung der Geräte.

Auf Grund der Messungen wird der Ablauf der Bauarbeiten so gesteuert, daß die Erschütterungsgrenzwerte eingehalten werden. Es ist daher eine erschütterungstechnische Bauüberwachung erforderlich, welche die Messdaten laufend auswertet und interpretiert.

Möglichkeiten der Steuerung der Bauarbeiten sind etwa (siehe auch Kapitel 4.3.1.2):

- Bei Rütteln von Spundbohlen und ähnlichen Arbeiten: Vermeidung der Eigenfrequenzen der Decke bei der Auswahl der Arbeitsfrequenz, Vermeidung des Abstellens des Rüttelgerätes bei vollem Einsenken der Rüttelbohle (Durchfahren des gesamten Frequenzbereiches beim Hoch- und Niederfahren), Einsatz von Spülverfahren, Vermeidung des Einsatzes mehrerer Geräte gleichzeitig, Sorgfalt.
- Bei Verdichtungsarbeiten: Abstimmung von Masse und Rüttelfrequenz des Verdichtungsgerätes, Vermeidung des Einsatzes mehrerer Geräte gleichzeitig, Verzicht von einer dynamischen Verdichtung und stattdessen statische Verdichtung mit Einbringen des Schüttmaterials in maximal 15 cm starken Lagen.
- Bei Aushubarbeiten: Anpassung des Gerätetypes, Übergang auf Fräsen, Sorgfalt in der Arbeit, Vermeidung des Einsatzes mehrerer Geräte gleichzeitig.
- Bei Massentransporten: Beschränkung der Fahrgeschwindigkeit, Sorgfalt, Verlegung von Baustraßen, Verwendung von Fahrzeugen kleinerer Tonnage, Vorgaben an die Qualität (Federung) der Fahrzeuge.
- Bei Sprengarbeiten: Abstimmung der Sprengmittelmengen, Zündschemen und Abschlagslängen, Übergang auf mechanisches Lösen.
- Aufnahme von technischen Vertragsbedingungen in den Bauvertrag, die Konsequenzen im Falle wiederholten Überschreitens von Grenzwerten vorsehen.

Gute Öffentlichkeitsarbeit mit laufender Information der Bevölkerung über anstehende Baumaßnahmen sowie klare Ansprechpartner für Beschwerden und Anregungen der Bevölkerung stellen ein wichtiges psychologisches Element der Baustellenbetreuung dar.

all'andamento dello scavo.

- Istallazione mobile all'aperto, nei pressi di attività lavorative che causano vibrazioni. Queste installazioni servono per l'elaborazione di dati concernenti gli strumenti e i procedimenti usati sul cantiere, e rendono possibile un'ottimizzazione dell'uso di questi strumenti in rispetto alle vibrazioni.

In base alle misurazioni, lo scorrersi dei lavori viene regolato di modo che i valori limite delle vibrazioni vengano rispettati. Perciò è necessario avere un monitoraggio delle vibrazioni durante la fase di costruzione, per analizzare e interpretare continuamente i dati delle misurazioni.

Delle possibilità per la regolazione di lavori di costruzione sono per esempio (vedi anche capitolo 4.3.1.2):

- Durante i lavori di costruzione di palancolate e lavori simili: Evitare le frequenze proprie del solaio nella scelta della frequenza di lavoro, evitare di spegnere lo strumento vibratorio durante la calata massima (altrimenti viene utilizzata tutta la banda di frequenza durante la messa in moto e lo spegnimento), impiego di processi con sciacquo, evitare l'uso contemporaneo di più attrezzi, lavorare con cura.
- Durante i lavori di infittimenti / compattazione: sintonizzare la massa e la frequenza della vibrazione dell'attrezzo di compattazione, evitare l'uso contemporaneo di più attrezzi, rinunciare ad una compattazione dinamica preferendo una compattazione statica usando il materiale a strati di massimo 15 cm di spessore.
- Durante i lavori di scavo: adattamento del tipo di attrezzo, passaggio a fresatrici, lavorare con cura, evitare l'uso contemporaneo di più attrezzi.
- Durante trasporti di massa: Limitazione della velocità, lavorare con cura, costruzione di strade di cantiere, uso di veicoli leggeri, richieste alla qualità dei veicoli (sospensioni).
- Durante brillamenti: armonizzazione tra la quantità del materiale per brillamenti, gli schemi di accensione e le lunghezze di scavo; transizione a scavo meccanico.
- ione, le quali prevedono conseguenze nel caso che i valori limiti vengano ripetutamente superati.

Un buon contatto con il pubblico, con informazione continua sulle misure di costruzione stabilite nonché una chiara definizione delle persone di contatto in caso di reclami o proposte della popolazione costituiscono degli importanti elementi psicologici per l'assistenza al cantiere.

5. ZUSAMMENFASSENDE BEURTEILUNG

Im gegenständlichen Änderungsoperat wurde die Auswirkung der Projektänderung Einfahrt Bahnhof Innsbruck im Fachbereich Erschütterungen bezogen auf den Teilraum Portalbereich Innsbruck / Sillschlucht einer detaillierten Untersuchung für die Bau- und Betriebsphase unterzogen.

Die Sensibilitäten und Einwirkungsintensitäten wurden auf Basis von Berechnungen, Messungen und Erfahrungswerten abgeschätzt und auf ihre Eingriffserheblichkeit hin untersucht. Wo mittlere bis hohe Eingriffserheblichkeiten festgestellt wurden, werden Ausgleichsmaßnahmen vorgesehen.

Diese Ausgleichsmaßnahmen bestehen für Erschütterungen und sekundärem Luftschall in der Betriebsphase aus Maßnahmen am Fahrweg. Konkret wurden im Teilraum Portalbereich Innsbruck / Sillschlucht Unterschottermatten auf einer Betonplatte bzw. auf zementstabilisiertem Untergrund vorgesehen.

Für Erschütterungen in der Bauphase bestehen die Ausgleichsmaßnahmen vor allem in einer intensiven messtechnischen Begleitung des Bauvorganges, verbunden mit einer sofortigen Auswertung der Messdaten und einer entsprechenden Anpassung der Aktivitäten auf der Baustelle.

Durch diese Ausgleichsmaßnahmen konnten die Restbelastungen aus Erschütterungen durchgehend auf „gering“ bis „keine bis sehr gering“ abgesenkt werden.

5.1. Beschreibung von Wechselwirkungen

Die erschütterungstechnische Bearbeitung basiert auf den geologischen Erkundungen sowie der Streckenplanung und erhält daher von diesen Fachbereichen die Grundlagen für die Begutachtung. Die Ergebnisse der erschütterungstechnischen Bearbeitung fließen vor allem in die Tunnelbauwerksplanung ein, da dort die Querschnittsgestaltung und einige andere bauliche Details auf etwaige Masse-Feder-Systeme abgestimmt werden müssen. Weiters ist bei der Festlegung von Ablösen eine Abstimmung mit der Raumplanung erforderlich. Da erschütterungstechnischen Fragestellungen in der Öffentlichkeit großes Interesse zukommt, ist eine entsprechende Einbindung in die Öffentlichkeitsarbeit erforderlich.

Der vorliegende Bericht befasst sich mit den Auswirkungen der Erschütterungsimmissionen auf Menschen und Bauwerke. Allfällige Einflüsse auf Tiere und Pflanzen werden in den Berichten D0472-02381

5. VALUTAZIONE CONCLUSIVA

Nel presente elaborato di modifica, gli effetti della modifica progettuale dell'allacciamento alla stazione di Innsbruck, in termini di vibrazioni, sono stati oggetto di un'analisi approfondita per le fasi di costruzione e di esercizio, con riferimento all'area parziale del portale di Innsbruck / Gola del Sill.

Le sensibilità e le intensità d'impatto sono state valutate in base a calcoli, misurazioni e valori di esperienza e sono state investigate in rispetto alla loro rilevanza d'intervento. Laddove sono state constatate rilevanze d'intervento da medie a forti, vengono previsti misure di compensazione.

Durante la fase di esercizio, queste misure di compensazione per vibrazioni e rumore secondario consistono in misure sulla via di corsa. Concretamente, nella zona parziale del portale di Innsbruck / Gola del Sill è prevista la posa di materassini sottoballast su una piastra in cemento armato risp. su sottosuolo stabilizzato con cemento.

Riguardo le vibrazioni durante la fase di costruzione, queste misure di compensazione comprendono soprattutto un accompagnamento dei lavori con misurazioni tecniche, collegate con un'analisi immediata dei dati e un adattamento corrispondente delle attività sul cantiere.

Grazie a queste misure di compensazione, è stato possibile ridurre l'impatto residuo da vibrazioni dapertutto a "basso" fino a "nessuno o trascurabile".

5.1. Descrizione delle interazioni

L'elaborazione tecnica delle questioni sulle vibrazioni si basa sulle investigazioni geologiche nonchè sul progetto del tratto, e perciò riceve da questi settori i presupposti per la perizia. I risultati dell'elaborazione tecnica vengono usati soprattutto nella progettazione della costruzione della galleria, dato che lì il concepimento della sezione e di altri dettagli costruttivi devono essere adattati ad eventuali sistemi a massa flottante. Inoltre eventualmente è necessario un adattamento con i progetti di zonazione. Siccome le questioni riguardanti le vibrazioni interessano di gran modo il pubblico, è necessario un corrispondente lavoro di informazione al pubblico.

Il presente rapporto riguarda gli effetti delle immissioni vibrazionali su persone e edifici. Eventuali effetti su animali e piante vengono trattate nelle relazioni D0472-02381 "Flora e il relativo habitat"

„Pflanzen und deren Lebensräume“ und D0472-02382 „Tiere und deren Lebensräume“ behandelt.

e D0472-02382 “Fauna e relativo habitat”

Lärm - Erschütterungen

Gleichzeitiges Auftreten von mehreren Immissionen kann die Beeinträchtigung der Betroffenen wesentlich steigern. So kann die Wirkung von Lärmimmissionen bei gleichem Pegel verstärkt werden, wenn gleichzeitig Erschütterungen auftreten.

Gemäß dem Entwurf ÖAL Nr. 3/1 (2008) ist eine Bedingung zur Anwendung des planungstechnischen Grundsatzes, dass die Fühlbarkeitsschwelle für Erschütterungen nicht überschritten wird.

Betriebsphase

Als Grundlage für den Erschütterungsschutz in der Betriebsphase wurde die Anforderung zur Einhaltung der Fühlbarkeitsschwelle ($a_W < 0,00357 \text{ m/s}^2$ entspricht der bewerteten Schwingstärke $K_B < 0,1$) vorgegeben (Kapitel 3.2.1.2).

Bauphase

Während der Bauphase wird es nicht möglich sein, alle Erschütterungen zu verhindern. Vor allem bei Sprengungen und massiven Erdarbeiten im Nahbereich von Gebäuden ist zeitweise mit Vibrationen zu rechnen. Dazu gehören das Einbringen von Spundwänden und Bohrpfählen, Rüttelwalzen, Lastwagenvorbeifahrten auf unebenem Untergrund unmittelbar neben Gebäuden, etc.

Außerhalb von Innsbruck sind die Abstände zu Gebäuden mit empfindlicher Nutzung genügend groß. Ab ca. 50 m Distanz ist mit keinen Erschütterungseinwirkungen infolge von Baumaschinen mehr zu rechnen.

In Innsbruck liegen jedoch verschiedene Häusern im kritischen Bereich (Klostergasse 6, 7, 11 und St. Bartlmä 2, 6). Im Kapitel 4.3.1.2 werden Maßnahmen beschrieben zur Minimierung von Erschütterungseinwirkungen. In der Nacht finden in der Regel nur Arbeiten mit geringen Erschütterungsauswirkungen statt.

Bei Sprengungen können im Umkreis von 300-400 m, je nach Gebäudeart und Bodenbeschaffenheit Erschütterungen spürbar werden. Auch hier werden im Erschütterungsbericht Maßnahmen inkl. Monitoring aufgezeigt.

5.2. Beschreibung von Schwierigkeiten

keine Schwierigkeiten

Rumore - vibrazioni

La presenza contemporanea di più immissioni può aumentare considerevolmente l'influsso sulle persone interessate. Per esempio l'effetto di immissioni rumorose dello stesso livello può essere amplificato se allo stesso tempo si hanno delle vibrazioni.

Secondo la ÖAL n° 3/1 (bozza 2008) una condizione per l'applicabilità del principio tecnico di progettazione è che non ci siano vibrazioni le quali agiscono sopra il limite di percezione.

Fase di esercizio

Come base per la protezione contro le vibrazioni nella fase di esercizio è stata stabilita la richiesta di osservare la soglia di percezione ($a_W < 0,00357 \text{ m/s}^2$ corrisponde all'intensità di oscillazione valutata $K_B < 0,1$) (capitolo 3.2.1.2).

Fase di costruzione

Durante la fase costruzione non sarà possibile evitare totalmente le vibrazioni. Soprattutto nel caso di brillamenti e lavori massicci di scavo nelle vicinanze di edifici c'è da aspettarsi temporaneamente delle vibrazioni. Questo comprende i lavori di palancoate e di pali trivellati, di rulli vibranti, transiti di autocarri su terreno irregolare nelle immediate vicinanze di edifici ecc.

Fuori della zona di Innsbruck le distanze da edifici con uso sensibile alle vibrazioni sono sufficientemente grandi. A partire da ca. 50 m di distanza non c'è da aspettarsi più effetti vibrazionali causati da macchinari di cantiere.

Ad Innsbruck tuttavia diversi edifici si trovano nella zona critica (Klostergasse 6, 7, 11 e St. Bartlmä 2, 6). In capitolo 4.3.1.2 vengono descritte delle misure per minimare gli effetti vibrazionali. Di notte di regola hanno luogo soltanto lavori con basse conseguenze in relazione alle vibrazioni.

Nel caso di brillamenti, nel raggio di 300-400 m, a dipendenza dal tipo di edificio e dalle caratteristiche del sottosuolo, possono essere sentite delle vibrazioni. Anche qui nel rapporto tecnico sulle vibrazioni vengono mostrate delle misure incluso il monitoraggio.

5.2. Descrizione delle difficoltà

Nessuna difficoltà

5.3. Zusammenfassung

Die Auswirkungen der Projektänderung Einbindung Bahnhof Innsbruck wurden im betroffenen Teilraum Portalbereich Innsbruck / Sillschlucht in erschütterungstechnischer Hinsicht untersucht.

Bei Ausführung der vorgesehenen Maßnahmen kann der Basistunnel in erschütterungstechnischer Hinsicht im Teilraum Portalbereich Innsbruck / Sillschlucht in Konformität mit den anwendbaren Normen und Richtlinien errichtet und betrieben werden.

Aufgrund der neuen, durchwegs oberirdisch geführten Trassierung der Strecke zwischen der Einbindung in die bestehenden Gleise im Ausgang der Sillschlucht bzw. des Abrückens der Gleistrassen in Richtung Osten gegenüber dem genehmigten Projekt 2008 ist bei den meisten der exponierten Immissionsorten mit leicht negativen Auswirkungen, d.h. mit leicht höheren Erschütterungen und zum Teil auch mit etwas höheren Sekundärschallpegeln zu rechnen.

Gegenüber dem genehmigten Projekt vereinfachen sich die Bauabläufe und die Baustellen liegen zum Teil wesentlich weiter von den Gebäuden an der Klostergasse entfernt. Dadurch verringern sich auch die Erschütterungsauswirkungen während der Bauphase auf umliegende Gebäude und deren Bewohner.

5.3. Sintesi

Gli effetti della modifica progettuale dell'allacciamento alla stazione di Innsbruck, in termini di vibrazioni, sono stati oggetto di un'analisi nell'area parziale del portale di Innsbruck / Gola del Sill.

Eseguendo gli interventi previsti, la Galleria di Base può essere costruita ed esercitata nella zona parziale del portale Innsbruck / Gola del Sill, in conformità alle norme e direttive vigenti per quanto riguarda le vibrazioni.

A seguito del nuovo tracciato, che si sviluppa prevalentemente in superficie, della linea tra l'allacciamento ai binari esistenti presso l'uscita della gola del Sill e/o dello scostamento dei tracciati dei binari in direzione est rispetto al progetto approvato del 2008, nella maggior parte dei luoghi esposti a immissioni sono da aspettarsi effetti leggermente negativi ovvero vibrazioni leggermente più intense e in parte anche livelli di rumore secondario leggermente superiori.

Rispetto al progetto approvato, le sequenze costruttive sono più semplici e una parte dei cantieri è situata più lontana dagli edifici della Klostergasse. Ciò determina anche una riduzione degli effetti causati dalle vibrazioni sugli edifici circostanti e sui suoi abitanti durante la fase di costruzione.

6. VERZEICHNISSE

6.1. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Grenzwerte Erschütterungen und sekundärer Luftschall für die Betriebsphase	13
Tabelle 2:	Richtwerte für Erschütterungseinwirkungen auf Bauwerke während der Bauphase durch Sprengungen (nach ÖNORM S 9020)	14
Tabelle 3:	Anhaltswerte A für Erschütterungseinwirkungen tags durch Baumaßnahmen außer Sprengungen (nach DIN 4150-2)...	16
Tabelle 4:	Anhaltswerte A für Erschütterungseinwirkungen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen nachts durch Baumaßnahmen (nach DIN 4150-2)16	
Tabelle 5:	Themenbereich Erschütterungen: Bewertung der Beeinflussungssensibilität während der Betriebsphase und der Bauphase außer Sprengungen	25
Tabelle 6:	Themenbereich Erschütterungen: Bewertung der Beeinflussungssensibilität bei Sprengungen während der Bauphase2	
Tabelle 7:	mittlere Zugzahlen Ist-Situation Z0 Innsbruck (Brennerlinie) und Umfahrung Innsbruck.....	28
Tabelle 8:	Vorbelastung bezüglich Erschütterungen und Schallpegel im Innenraum am Messort Nr. 3, Bergisel 2, Innsbruck	30
Tabelle 9:	Vorbelastung bezüglich Erschütterungen und Schallpegel im Innenraum am Messort Nr. 3, Klostergasse 6, Innsbruck.....	30
Tabelle 10:	Vorbelastung bezüglich Erschütterungen und Schallpegel im Innenraum am Messort Nr. 4, Südbahnstr. 3, Innsbruck	31
Tabelle 11:	Vorbelastung bezüglich Erschütterungen und Schallpegel im Innenraum am Messort Nr. 17, Klostergasse 7, Innsbruck.....	31
Tabelle 12:	Vorbelastung bezüglich Erschütterungen und Schallpegel im Innenraum am Messort Nr. 18, St.	

6. ELENCHI

6.1. Elenco delle Tabelle

Tabella 1:	Valore limite vibrazioni e suono secondario per la fase di esercizio	13
Tabella 2:	Valori indicativi per gli influssi delle vibrazioni su opere costruttive durante la fase di costruzione a causa di brillamenti (ai sensi ÖNORM S 9020).....	14
Tabella 3:	Valori indicativi A per gli influssi delle vibrazioni di giorno originati da lavori di costruzione eccettuati i brillamenti (secondo DIN 4150-2)	16
Tabella 4:	Valori indicativi A per gli influssi delle vibrazioni di notte in appartamenti e spazi ad uso analogo originati da lavori di costruzione (secondo DIN 4150-2).....	16
Tabella 5:	Tematica vibrazioni: valutazione della sensibilità durante la fase di esercizio e la fase di costruzione eccetto i brillamenti.....	25
Tabella 6:	Tematica vibrazioni: valutazione della sensibilità con brillamenti durante la fase di costruzione	26
Tabella 7:	Cifre medie relative ai treni situazione attuale Z0 Innsbruck (linea del Brennero) e circonvallazione di Innsbruck	28
Tabella 8:	Livello iniziale di inquinamento riguardo le vibrazioni e il livello sonoro interni nel luogo di misurazione n° 3, Bergisel 2, Innsbruck	30
Tabella 9:	Livello iniziale di inquinamento riguardo le vibrazioni e il livello sonoro interni nel luogo di misurazione n° 3, Klostergasse 6, Innsbruck	30
Tabella 10:	Livello iniziale di inquinamento riguardo le vibrazioni e il livello sonoro interni nel luogo di misurazione n° 4, Südbahnstr. 3, Innsbruck	31
Tabella 11:	Livello iniziale di inquinamento riguardo le vibrazioni e il livello sonoro interni nel luogo di misurazione n° 17, Klostergasse 7, Innsbruck	31
Tabella 12:	Livello iniziale di inquinamento	

	Bartlmä 2/2a, Innsbruck 32		riguardo le vibrazioni e il livello sonoro interni nel luogo di misurazione n° 18, St. Bartlmä 2/2a, Innsbruck 32
Tabelle 13:	Vorbelastung bezüglich Erschütterungen und Schallpegel im Innenraum am Messort Nr. 25, St. Bartlmä 3, Innsbruck 32	Tabella 13:	Livello iniziale di inquinamento riguardo le vibrazioni e il livello sonoro interni nel luogo di misurazione n° 25, St. Bartlmä 3, Innsbruck 32
Tabelle 14:	Vorbelastung bezüglich Erschütterungen und Schallpegel im Innenraum am Messort Nr. 33, Klostersgasse 4, Innsbruck..... 33	Tabella 14:	Livello iniziale di inquinamento riguardo le vibrazioni e il livello sonoro interni nel luogo di misurazione n° 33, Klostersgasse 4, Innsbruck 33
Tabelle 15:	Themenbereich Erschütterungen: Beeinflussungssensibilität während der Betriebs- und Bauphase für das Schutzgut Mensch – Teilraum Portalbereich Innsbruck / Sillschlucht3	Tabella 15:	Tematica vibrazioni: Sensibilità durante la fase di esercizio e la fase di costruzione per il bene da tutelare “Persone” – Area parziale Zona portale di Innsbruck / Gola del Sill . 34
Tabelle 16:	Themenbereich Erschütterungen: Beeinflussungssensibilität während der Bauphase für das Schutzgut Bauwerke und Infrastruktur – Teilraum Portalbereich Innsbruck / Sillschlucht 35	Tabella 16:	Tematica vibrazioni: Sensibilità durante la fase di costruzione per il bene da tutelare “Opere costruttive e Infrastrutture” – Area parziale Zona portale di Innsbruck / Gola del Sill . 35
Tabelle 17:	Themenbereich Erschütterungen: Zusammenfassende Bewertung der Beeinflussungssensibilität – Teilraum Portalbereich Innsbruck / Sillschlucht35	Tabella 17:	Tematica vibrazioni: Valutazione riassuntiva della sensibilità – Area parziale Zona portale di Innsbruck / Gola del Sill 35
Tabelle 18:	Themenbereich Erschütterungen: Zusammenfassende Darstellung der Beeinflussungssensibilität..... 36	Tabella 18:	Tematica vibrazioni: Rappresentazione sintetica della sensibilità 36
Tabelle 19:	mittlere Zugzahlen Betriebszustand Z2 (Auslegungsfall) „Querschnitt Innsbruck“ 38	Tabella 19:	Cifre medie relative ai treni - stato di funzionamento Z2 (configurazione finale) “Sezione Innsbruck” 38
Tabelle 20:	Themenbereich Erschütterungen: Bewertung der Wirkungsintensität für die Betriebsphase 41	Tabella 20:	Tematica vibrazioni: valutazione dell'intensità d'impatto per la fase d'esercizio 41
Tabelle 21:	Themenbereich Erschütterungen: Bewertung der Wirkungsintensität für die Bauphase 42	Tabella 21:	Tematica vibrazioni: valutazione dell'intensità d'impatto per la fase di costruzione..... 42
Tabelle 22:	Prognoseresultate Erschütterungen und sekundärer Luftschall für die Ist-Situation Z0 und Betriebssituation Z20 ohne Maßnahmen – Teilraum Portalbereich Innsbruck / Sillschlucht. Werte fett und grau hinterlegt = Grenzwertüberschreitung..... 45	Tabella 22:	Risultati delle previsioni relative alle vibrazioni e al suono secondario per la situazione attuale Z0 e la situazione di esercizio Z20 senza provvedimenti – Area parziale Zona portale di Innsbruck / Gola del Sill. Valori in grassetto con sfondo grigio = superamento dei valori limite 45
Tabelle 23:	Themenbereich Erschütterungen: Wirkungsintensität und Eingriffserheblichkeit für die Betriebsphase – Teilraum Portalbereich Innsbruck / Sillschlucht4	Tabella 23:	Tematica vibrazioni: intensità d'impatto e rilevanza dell'intervento per la fase di esercizio – Area parziale Zona portale di Innsbruck / Gola del Sill..... 46
Tabelle 24:	Themenbereich Erschütterungen: Wirkungsintensität und Eingriffserheblichkeit für die Bauphase – Teilraum Portalbereich Innsbruck / Sillschlucht 48	Tabella 24:	Tematica vibrazioni: intensità d'impatto e rilevanza dell'intervento per la fase di costruzione – Area parziale Zona portale di Innsbruck /
Tabelle 25:	Themenbereich Erschütterungen: Zusammenfassende Darstellung der Wirkungsintensität und Eingriffserheblichkeit für die		

	Betriebsphase 50		Gola del Sill..... 48
Tabelle 26:	Themenbereich Erschütterungen: Zusammenfassende Darstellung der Wirkungsintensität und Eingriffserheblichkeit für die Bauphase 50	Tabella 25:	Tematica vibrazioni: Rappresentazione sintetica d'intensità d'impatto e della rilevanza intervento per la fase di esercizio .. 50
Tabelle 27:	Prognoseresultate Erschütterungen: und sekundärer Luftschall für die Ist- Situation Z0 und Betriebssituation Z21 mit Maßnahmen – Teilraum Portalbereich Innsbruck / Sillschlucht. Werte fett und grau hinterlegt = Grenzwertüberschreitung..... 58	Tabella 26:	Tematica vibrazioni: Rappresentazione sintetica d'intensità d'impatto e della rilevanza intervento per la fase di costruzione50
Tabelle 28:	Themenbereich Erschütterungen: Maßnahmenwirksamkeit und Restbelastung für die Betriebsphase – Teilraum Portalbereich Innsbruck / Sillschlucht 58	Tabella 27:	Risultati delle previsioni riguardo le vibrazioni e il suono secondario per la situazione attuale Z0 e la fase di esercizio Z21 con misure– Area parziale Zona portale di Innsbruck / Gola del Sill. Valori in grassetto su sfondo grigio = superamento dei valori limite 58
Tabelle 29:	Themenbereich Erschütterungen: Maßnahmenwirksamkeit und Restbelastung für die Bauphase – Teilraum Portalbereich Innsbruck / Sillschlucht 60	Tabella 28:	Tematica vibrazioni: Efficacia misure ed impatto residuo per la fase di esercizio – Area parziale Zona portale di Innsbruck / Gola del Sill . 58
Tabelle 30:	Themenbereich Erschütterungen: Darstellung der Maßnahmenwirksamkeit und Restbelastung / Betriebsphase 61	Tabella 29:	Tematica vibrazioni: Efficacia misure ed impatto residuo per la fase di costruzione - Area parziale Zona portale di Innsbruck / Gola del Sill . 60
Tabelle 31:	Themenbereich Erschütterungen: Zusammenfassende Darstellung der Maßnahmenwirksamkeit und Restbelastung / Bauphase..... 61	Tabella 30:	Tematica vibrazioni: Descrizione conclusiva dell'efficacia delle misure e dell'impatto residuo / Fase di esercizio 61
		Tabella 31:	Tematica vibrazioni: Descrizione conclusiva dell'efficacia delle misure e dell'impatto residuo / Fase di costruzione..... 61

6.2. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Verknüpfungsmatrix zur Ableitung der Eingriffserheblichkeit..... 18
Abbildung 2:	Lage der Messorte zur Ermittlung der Vorbelastung bezüglich Erschütterungen und Schallpegel im Innenraum im Teilraum Portalbereich Innsbruck / Sillschlucht 29
Abbildung 3:	Lage der Prognoseorte zur Ermittlung der Auswirkungen bezüglich Erschütterungen und sekundären Luftschalls für die Betriebsphase im Teilraum Portalbereich Innsbruck / Sillschlucht4
Abbildung 4:	Prinzipdarstellung eines vollflächig gelagerten (oben) bzw. mit Einzellagern ausgestatteten (unten) Masse-Feder-Systems (entnommen aus Unterlagen der Firma Getzner)52
Abbildung 5:	Maßnahmenübersicht für die

6.2. Elenco delle illustrazioni

Illustrazione 1:	Matrice di intersezione per la determinazione dell'incisività dell'intervento..... 18
Illustrazione 2:	Posizione dei luoghi di misurazione per il rilevamento del livello iniziale di inquinamento riguardo le vibrazioni e il livello sonoro interni nell'area del portale Innsbruck/Gola del Sill. 29
Illustrazione 3:	Posizione dei luoghi di previsione per il rilevamento degli impatti relativi alle vibrazioni e al suono secondario per la fase di esercizio nell'area parziale Zona portale di Innsbruck / Gola del Sill 44
Illustrazione 4:	Rappresentazione del principio di un sistema a massa flottante interamente appoggiato (sopra) e fornito di appoggi singoli (sotto) (disegno estratto dalla

Betriebssituation Z21 im Teilraum
Portalbereich Innsbruck / Sillschlucht.5

documentazione della ditta Getzner)52

Illustrazione 5: Visione d'insieme delle misure per la
situazione di esercizio Z21 nell'area
parziale Zona portale Innsbruck /
Gola del Sill..... 57

6.3. Literatur und Quellen

6.3.1. Literatur

- Said, A.; Grütz, H.-P.; Garburg, R.: Ermittlung des sekundären Luftschalls aus dem Schienenverkehr. Zeitschrift für Lärmbekämpfung 53 (2006) Nr. 1 – Januar.
- Flesch, R.: Baudynamik praxisgerecht. Band I: Berechnungsgrundlagen. 1993.
- ÖAL-Richtlinie Nr. 3, Blatt 1: „Beurteilung von Schallimmissionen im Nachbarschaftsbereich“, Entwurf 2008.

6.3.2. Quellen

- Schweizer Norm SN 640 312 a: Erschütterungen – Erschütterungseinwirkungen auf Bauwerke. April 1992.
- Schienenverkehrsdaten 2005 der ÖBB für die bestehenden ÖBB-Linien im Bereich Innsbruck und Umfahrung Innsbruck

6.4. Abkürzungsverzeichnis

BBT	Brenner Basistunnel
cm	Zentimeter
dBA	Dezibel A-bewertet
EG	Erdgeschoss
Hz	Hertz
km	Kilometer
LKW	Lastwagen
m	Meter
Nr.	Nummer
ÖBB	Österreichische Bundesbahnen
OG	Obergeschoss
UG	Untergeschoss
UVE	Umweltverträglichkeitserklärung
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
z.T.	zum Teil

6.3. Bibliografia e fonti

6.3.1. Bibliografia

- Said, A.; Grütz, H.-P.; Garburg, R.: Determinazione del rumore secondario dal traffico ferroviario. Rivista per la lotta contro il rumore 53 (2006) No. 1 – gennaio.
- Flesch, R.: Dinamica delle costruzioni pratica. Volume I: Basi per i calcoli, 1993.
- Direttiva ÖAL n° 3, foglio 1: „Valutazione di immissioni acustiche in zone attigue“, bozza 2008.

6.3.2. Fonti

- Norma Svizzera SN 640 312 a: Vibrazioni – Effetti delle vibrazioni sulle costruzioni. Aprile 1992.
- Dati di coumputo del traffico ferroviario 2005 delle ÖBB, per i tratti esistenti delle ÖBB nella zona di Innsbruck e la circonvallazione Innsbruck.

6.4. Elenco delle abbreviazioni

BBT	galleria di base del Brennero
cm	centimetri
dBA	livello decibel ponderato A
DCA	dichiarazione di compatibilità ambientale
Hz	Hertz
km	chilometri
LKW	autocarro
m	metri
N°	numero
ÖBB	Ferrovie austriache
p.	piano (Geschoss)
PI	piano interrato
PT	pian terreno
VIA	valutazione di impatto ambientale

6.5. Pläne und sonstige Unterlagen

6.5.1. Zugehörige Pläne Oberbau und Erschütterungsschutz

D0477-00301
D0477-00302

6.5. Elaborati grafici ed ulteriore documentazione

6.5.1. Elaborati grafici attinenti alla sovrastruttura e alla protezione dalle vibrazioni

D0477-00301
D0477-00302