



DBProjekt
Stuttgart 21

1. Änderungsverfahren

Planfeststellungsunterlagen

Umgestaltung des Bahnknotens Stuttgart

Ausbau- und Neubaustrecke Stuttgart - Augsburg
Bereich Stuttgart - Wendlingen mit Flughafenbindung

Abschnitt 1.2

Fildertunnel

Bau-km +0.4 +32.0 bis +10.0 +30.0



Anlage 17: Erschütterungstechnische Untersuchung

DBProjekt GmbH
Stuttgart 21
Deutsche Bahn Gruppe
Wolframstraße 20
70191 Stuttgart

im Auftrag der



ANLAGE 17

Nur zur Information



BERATENDE INGENIEURE VBI

SCHALLSCHUTZ
BAU- und RAUMAKUSTIK
MASCHINENAKUSTIK
MASCHINENDYNAMIK
ERSCHÜTTERUNGEN

Messstelle zur Ermittlung
der Emission und Immission
von Geräuschen und Erschütterungen

Fehlheimer Str. 24 □ 64683 Einhausen
Telefon (06251) 9646-0
Telefax (06251) 9646-46

e-mail: Fritz-GmbH@t-online.de

Bericht Nr.: **97490**
Datum: **02.05.2002**

ERSCHÜTTERUNGSTECHNISCHE UNTERSUCHUNG

zu Einwirkungen aus dem zukünftigen Betrieb der
Neubaustrecke im Planfeststellungsabschnitt 1.2
des Projektes „Stuttgart 21“

Auftraggeber:

DB Netz AG
vertreten durch
DBProjekte Süd GmbH
Wolframstrasse 20
70191 Stuttgart

Sachbearbeiter:

Dipl.-Phys. P. Fritz
Dipl.-Ing. R. Schneider

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftraggebers bestimmt.
Eine darüber hinausgehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt
dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

I N H A L T

1	ZUSAMMENFASSUNG	4
2	SACHVERHALT UND AUFGABENSTELLUNG	4
3	BESCHREIBUNG DES PLANVORHABENS	5
3.1	DIE BAUMAßNAHMEN.....	5
3.2	IMMISSIONSSCHUTZRECHTLICHE BEHANDLUNG.....	6
4	BEARBEITUNGSGRUNDLAGEN.....	6
4.1	GESETZE, NORMEN, LITERATURQUELLEN	6
4.2	PLANUNTERLAGEN	8
4.3	BETRIEBSPARAMETER.....	8
4.3.1	Zugzahlen, Zuglängen und Zuggeschwindigkeiten	8
4.3.2	Angaben zum Fahrweg.....	9
5	ARBEITSGRUNDSÄTZE UND VORGEHENSWEISE.....	9
5.1	PROGNOSE DER ERSCHÜTTERUNGSSIMMISSIONEN	9
5.1.1	Emission	10
5.1.2	Transmission.....	11
5.1.3	Immission	13
5.2	PROGNOSE DES SEKUNDÄREN LUFTSCHALLS	13
5.3	PROGNOSE MIT SCHUTZMAßNAHMEN	14
5.4	PROGNOSEGENAUIGKEIT.....	15
6	ANFORDERUNGEN	16
6.1	ERSCHÜTTERUNGSSCHUTZ.....	16
6.1.1	Beurteilungsverfahren.....	16
6.1.2	Anhaltswerte	18
6.2	SCHALLSCHUTZ	19
6.2.1	Beurteilungsverfahren.....	19
6.2.2	Immissionsrichtwerte	20
7	UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE.....	21
7.1	BEBAUUNG SÜDKOPF (BEREICH A).....	22
7.1.1	Bebauung im Einwirkungsbereich	22
7.1.2	Emissionsbedingungen.....	22
7.1.3	Erschütterungsimmissionen ohne Schutzmaßnahmen	23
7.1.4	Sekundärer Luftschall ohne Schutzmaßnahmen	24
7.1.5	Schutzmaßnahmen.....	24
7.1.6	Erschütterungsimmissionen mit Schutzmaßnahmen	24
7.1.7	Sekundärer Luftschall mit Schutzmaßnahmen.....	25
7.2	STUTTGART-FASANENHOF (BEREICH B).....	25
7.2.1	Bebauung im Einwirkungsbereich	25
7.2.2	Emissionsbedingungen.....	25
7.2.3	Erschütterungsimmissionen ohne Schutzmaßnahmen	26
7.2.4	Sekundärer Luftschall ohne Schutzmaßnahmen	26
7.2.5	Schutzmaßnahmen.....	26
7.2.6	Erschütterungsimmissionen mit Schutzmaßnahmen	27
7.2.7	Sekundärer Luftschall mit Schutzmaßnahmen.....	27
8	ABSCHLIEßENDE BEMERKUNGEN	27

ANLAGE I	Lageplan
ANLAGE II	Angaben zu den Immissionspunkten
ANLAGE III	Betriebsdaten
ANLAGE IV	Emissionsdaten
ANLAGE V	Übertragungsfunktionen typischer Schutzmaßnahmen
ANLAGE VI.1	Legende
ANLAGE VI.2	Fernbahn-Erschütterungen ohne Schutzmaßnahmen
ANLAGE VI.3	Fernbahn sekundärer Luftschall ohne Schutzmaßnahmen
ANLAGE VI.4	Fernbahn-Erschütterungen mit Schutzmaßnahmen
ANLAGE VI.5	Fernbahn sekundärer Luftschall mit Schutzmaßnahmen
ANLAGE VI.6	Erstreckung und Art der Schutzmaßnahmen an der Fernbahn
ANLAGE VII	Verzeichnis der Abkürzungen

1 Zusammenfassung

Die durchgeführten erschütterungstechnischen Untersuchungen für den Planfeststellungsabschnitt 1.2 des Projektes „Stuttgart 21“ haben zu den folgenden Ergebnissen geführt:

- Durch den Einsatz der in **Anlage VI.6** aufgeführten Masse-Feder-Systeme im DB-Tunnel kann im gesamten Einwirkungsbereich der geplanten Neubaustrecke gewährleistet werden, dass die Anforderungen an den Immissionsschutz (Erschütterungsschutz gemäß DIN 4150-2, Schutz gegenüber sekundärem Luftschall in Anlehnung an 24. BImSchV) erfüllt werden.
- Es wird empfohlen, in den Planfeststellungsbeschluss den Vorbehalt aufzunehmen, dass beim nachträglichen Nachweis der Wirksamkeit alternativer Schutzsysteme auf diese ausgewichen werden darf. Hierbei ist der Nachweis, z. B. nach Fertigstellung der Tunnelrohbauten, zu führen, dass auch mit den alternativen Schutzsystemen die Anforderungen des Immissionsschutzes in vollem Umfang erfüllt werden.

2 Sachverhalt und Aufgabenstellung

Beim Betrieb von schienengebundenen Fahrzeugen kommt es im Kontaktbereich zwischen Rad und Schiene zu Schwingungsanregungen, die auf Störungen des stationären Abrollvorganges zurückzuführen sind. Zum einen sind hierfür Inhomogenitäten der Schiene zum anderen das Rad (ungleichmäßiger Verschleiß), verantwortlich. Hierdurch kommt es zu einer Folge impulsförmiger Anregungen des Radsatzes und des Gleiskörpers, was die Anregung der Eigenschwingungen des Systems zur Folge hat.

Des weiteren sind die entlang eines Gleises schwankenden Vertikalsteifigkeiten, wie dies bei Schotteroberbauten mit Schwellen und auch bei festen Fahrbahnen (FF) der Fall ist, für den instationären Abrollvorgang verantwortlich.

Die hieraus resultierenden Schwingungen des Gleisoberbaus werden bei unterirdisch geführten Schienenwegen auf das Tunnelbauwerk und hiervon über das Erdreich auf nahestehende Gebäude übertragen, die ihrerseits zu Schwingungen angeregt werden. Die auftretenden Schwingungsamplituden sind in der Regel so gering, dass Bauwerksschäden als Folge der dynamischen Beanspruchung ausgeschlossen werden können.

Dennoch können Schwingungen bereits bei geringen Schwingstärken zu Beeinträchtigungen von Menschen in Gebäuden führen. Es werden Schwingungen über das Gebäude häufig über Geschossdecken auf Menschen übertragen, die unter Umständen von diesen wahrgenommen werden. Die auftretenden Schwingungsmissionen können vom menschlichen Körper direkt als mechanische Schwingungen wahrgenommen werden. Andererseits führen die in ein Bauwerk eingeleiteten Schwingungen zu einer Schallabstrahlung der Raumbegrenzungsflächen, die in hörbaren Luftschall (sekundären Luftschall) umgewandelt werden.

Hierbei können Schwingungsimmissionen, die als mechanische Schwingungen nicht mehr spürbar sind, akustisch wahrnehmbar sein.

Geräusche und Erschütterungen zählen je nach Stärke und Wahrnehmbarkeit gemäß § 3 BImSchG zu den Immissionen, die Gefahren, erhebliche Nachteile oder Belästigungen für die Allgemeinheit und Nachbarschaft hervorrufen können.

Analog zu schalltechnischen Problemstellungen gilt auch § 41 BImSchG, wonach beim Bau oder der wesentlichen Änderung von Eisenbahnen diese so herzustellen sind, dass keine schädlichen Einwirkungen durch den Betrieb hervorgerufen werden, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind. Einschränkend ist ebenfalls Absatz 2 des § 41 BImSchG zu berücksichtigen, der aussagt, dass die Kosten von Schutzmaßnahmen in einem angemessenen Verhältnis zum Schutzzweck stehen sollen.

3 Beschreibung des Planvorhabens

3.1 Die Baumaßnahmen

Das Projekt „Stuttgart 21“ hat die Umgestaltung des Bahnknotens Stuttgart sowie den Bereich Stuttgart-Wendlingen (mit Flughafenanbindung) der Aus- und Neubaustrecke (ABS/NBS) Stuttgart-Augsburg zum Gegenstand. Des Weiteren ist eine verkehrstechnische Anbindung des neuen Hauptbahnhofes an das vorhandene Schienenverkehrsnetz in Feuerbach, Bad Cannstatt und Ober-/Untertürkheim vorgesehen. Insgesamt umfasst das Projekt „Stuttgart 21“ eine Gesamtstreckenlänge von ca. 57 km, wovon ca. 32 km in Tunneln geführt werden.

Der **Planfeststellungsabschnitt 1.2** umfasst den Flughafentunnel (Filderauffahrt). Beginn des Abschnitts ist bei Bau-km + 0,4+32.0 Der Abschnitt endet bei Bau-km + 10.0 + 30.0. Der Planfeststellungsabschnitt 1.2 beginnt angrenzend an den PFA 1.1 im Übergangsbereich vom Tunnelbauwerk, das in offener Bauweise erstellt wird, auf die Tunnelbauwerke, die bergmännisch vorgetrieben werden. Nahezu im gesamten Bereich des Planfeststellungsabschnittes wird die Neubaustrecke in Tunnelbauwerken geführt. Lediglich im Bereich der Planfeststellungsabschnittsgrenze zum PFA 1.3 verläuft die Strecke in einem offenen Trogbauwerk.

Die durchzuführenden erschütterungstechnischen Untersuchungen konzentrieren auf die Streckenabschnitte, in denen vorhandene Bebauung mit geringer Tunnelüberdeckung unterfahren wird.

Die für die erschütterungstechnische Beurteilung maßgeblichen Immissionsbereiche (Bereich A, Bereich B) sind in den Lageplänen in **Anlage I.1** und **Anlage I.2** dargestellt.

Der **Bereich A** kennzeichnet den Übergangsbereich vom Tunnel, der in offener Bauweise erstellt wird, zum bergmännischen Tunnel im Bereich Sängerstraße, Urbanstraße, Schützenstraße.

Der **Bereich B** kennzeichnet ein mit geringer Überdeckung unterfahrenes Gewerbegebiet im Bereich des Stadtteils Stuttgart-Fasanenhof.

3.2 Immissionsschutzrechtliche Behandlung

Das Planvorhaben stellt im **Planfeststellungsabschnitt 1.2** ein Neubauvorhaben dar. Im Einwirkungsbereich des Planvorhabens bestehen derzeit keine relevanten Vorbelastungen aus schienenverkehrsinduzierten Erschütterungsimmissionen. Demgemäss ist ausschließlich der Planfall bei der Beurteilung verkehrsinduzierter Erschütterungsimmissionen durch das Neubauvorhaben zu betrachten.

4 Bearbeitungsgrundlagen

4.1 Gesetze, Normen, Literaturquellen

Zur Durchführung der Untersuchung wurden folgende Gesetze, Normen und Literaturquellen herangezogen:

- Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) in der Fassung vom 14. Mai 1990 (BGBl. I S. 880), zuletzt geändert durch Gesetz vom 18. Oktober 1998 (BGBl. I. S. 3178)
- 16. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung - 16. BImSchV), Juni 1990
- 24. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrsweg-Schallschutzmanahmenverordnung - 24. BImSchV) vom 04.02.1997
- DIN 4150, Teil 1
„Erschütterungen im Bauwesen“, Grundsätze, Vorermittlung und Messung von Schwingungsgrößen, Entwurf Februar 1999
- DIN 4150, Teil 2
„Erschütterungen im Bauwesen“, Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden, Juni 1999
- DIN 4150, Teil 3
„Erschütterungen im Bauwesen“, Einwirkungen auf bauliche Anlagen, Februar 1999
- DIN 45669 Teil 1, „Messung von Schwingungsimmissionen“
Anforderungen an Schwingungsmesser, Juni 1995

-
- DIN 45669 Teil 2, „Messung von Schwingungsimmissionen“
Messverfahren, Juni 1995
 - Akustik 23, „Richtlinie für die Anwendung der Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung – 24. BImSchV – bei Schienenverkehrslärm“, Ausgabe 1997
 - VDI-Richtlinie 2719, „Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen“, August 1987
 - DB-Leitfaden „Körperschall- und Erschütterungsschutz“ Deutsche Bahn AG, TZF 101, Völckerstraße 5, 80939 München
 - DB-Bericht „Körperschallmessungen am „Forster Tunnel“ und am „Langes Feld Tunnel“. Bericht Nr. 256001, Deutsche Bundesbahn, Versuchsanstalt München, Abt. für Elektrophysik, 1992
 - DB-Bericht „Körperschallmessungen im Erdboden an der NBS bei Burgsinn“, Deutsche Bundesbahn, Versuchsanstalt München, Abt. für Elektrophysik, 1993
 - STUVA-Bericht „Handbuch Schall und Erschütterungen beim Schienennahverkehr“, Studiengesellschaft für unterirdische Verkehrsanlagen e.V., Dr. Ing. Friedrich Krüger, August 1990
 - Baudynamik Praxisgerecht, Rainer Flesch, Bauverlag GmbH, Wiesbaden, 1993
 - Bodendynamik, Grundlagen und Anwendungen
Herausgeber Wolfgang Haupt; 1986
 - Durchführung von Immissionsprognosen für Schwingungs- und Körperschalleinwirkungen, Landesanstalt für Immissionsschutz Nordrhein-Westfalen, Bericht Nr. 107
 - Materialien Nr. 22, „Erschütterungen und Körperschall des landgebundenen Verkehrs“
Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen
 - Erschütterungen durch Eisenbahnverkehr
Abschlussbericht zum Forschungs- und Entwicklungsvorhaben FE Nr. 60.340/1998
Peter Fritz, FRITZ GmbH, im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Bonn

4.2 Planunterlagen

Zur Durchführung der Untersuchung standen folgende Planunterlagen zur Verfügung:

- Lageplan Umgestaltung des Bahnknotenpunktes Stuttgart
Planungsabschnitt A, Talquerung, Gleisplanung
Maßstab 1:1.000, BGS Ingenieursozietät Frankfurt/M., Boll & Partner GmbH, Stuttgart
- Lageplan Abschnitt 1.2, Maßstab 1:2.500, BUNG Beratende Ingenieure
- Höhenplan NBS Stuttgart-Ulm, Variante D 4, Maßstab 1:5.000/500
- Ingenieurgeologische Längsschnitte
Planfeststellungsabschnitt 1.2, Fildertunnel
Maßstab 1:5.000/500, igi Niedermeyer Institute
- Betriebsprogramm Fernbahn.
25.06.1998, DBProjekt GmbH Stuttgart 21

4.3 Betriebsparameter

4.3.1 Zugzahlen, Zuglängen und Zuggeschwindigkeiten

Für die Ermittlung der Beurteilungsschwingstärken ist die Kenntnis der Intensität von Schwingungsimmissionen sowie deren Einwirkdauer erforderlich. Die Intensität am Wirkungsort wird maßgeblich durch die zugspezifische **Emission** sowie die gelände- und gebäudespezifische **Übertragung** geprägt.

Die Einwirkzeit für jede Zuggattung ergibt sich aus der Anzahl der Züge pro Beurteilungszeitraum (Tag = 6:00 - 22:00 Uhr, Nacht = 22:00 - 6:00 Uhr) und deren Vorbeifahrtdauer.

Bei der Ermittlung der Einwirkdauer ist für **Erschütterungen** das 30-Sekunden-Taktverfahren gemäß DIN 4150 Teil 2 zu beachten. Bei den vorliegenden Zuglängen und Geschwindigkeiten kann davon ausgegangen werden, dass jede Zugvorbeifahrt innerhalb eines 30-Sekunden-Taktes erfolgt.

Bei der Bestimmung des Mittelungspegels für den **sekundären Luftschall** wird die Einwirkdauer der Züge aus deren Zuglänge, einer Überstandslänge und der Zuggeschwindigkeit berechnet.

Eine Zusammenstellung der maßgeblichen zukünftigen Verkehrsdaten findet sich in **Anlage III**. Bei den angegebenen Geschwindigkeiten handelt es sich um die zukünftig **tatsächlich** gefahrenen Geschwindigkeiten des betrachteten Streckenabschnittes. Diese Angaben können vom allgemeinen Betriebsprogramm abweichen, da hierin die maximal zulässigen Höchstgeschwindigkeiten der einzelnen Zugattungen angegeben sind.

4.3.2 Angaben zum Fahrweg

Im Bereich des **PFA 1.2** werden alle neu zu bauenden Schienenverkehrswege unterirdisch, d. h. in bergmännisch vorgetriebenen Tunneln mit rundem Querschnitt geführt. Als Oberbaukonzept ist in den Tunneln jeweils eine feste Fahrbahn vorgesehen. Die emissionsrelevanten Sachverhalte sind im Einzelfall zu berücksichtigen.

5 Arbeitsgrundsätze und Vorgehensweise

Ausgangspunkt der erschütterungstechnischen Untersuchung ist die Festlegung repräsentativer Untersuchungsobjekte. Hierbei werden für die Durchführung von Erschütterungsprognosen in den oben benannten Emissions- und Immissionsbereichen **A** und **B** Gebäude ausgewählt, die sich im unmittelbaren Einwirkungsbereich des Planvorhabens befinden. Die Fragen des Immissionsschutzes werden für diese repräsentativen Objekte geprüft und gegebenenfalls Schutzmaßnahmen dimensioniert.

Die ausgewählten Untersuchungsbereiche kennzeichnen Bereiche, in denen Immissionskonflikte aus Geräuschen und Erschütterungen dem Grunde nach nicht auszuschließen sind. Alle übrigen außerhalb dieser Bereiche liegenden Siedlungsflächen, die von der Neubaustrecke unterfahren werden, weisen deutlich größere Tunnelüberdeckungen auf, so dass hierfür a priori Immissionskonflikte ausgeschlossen werden können. Detaillierte Nachweise sind hierfür nicht erforderlich.

Die Planfeststellungsgrenze des PFA 1.2 im Anschluss an den PFA 1.1 liegt im Bereich des Südkopfes unmittelbar vor dem Bauwerk Sängersstraße 6. Da die Einwirkungen aus Erschütterungsimmissionen auf vorhandene Bebauung nicht strikt einem Streckenabschnitt zuzuordnen sind, werden im Bereich des Südkopfes auch die Einwirkungen auf die Gebäude untersucht, die sich unterhalb oder seitlich eines Streckenabschnittes befinden, der bereits dem anschließenden **PFA 1.1** zuzuordnen ist. In entsprechender Weise wird in den Untersuchungsunterlagen für den **PFA 1.1** verfahren.

5.1 Prognose der Erschütterungsimmissionen

Für die Prognostizierung der nach Inbetriebnahme einer Bahnstrecke auftretenden Erschütterungsimmissionen ist neben der Kenntnis der zukünftigen **Emissionen** auch die Kenntnis der **Schwingungs-Übertragungsverhältnisse** vom Gleiskörper zum Raum, in dem sich Menschen aufhalten, erforderlich.

Bei der Erstellung der Erschütterungsprognosen wird von der in **Abbildung 1** skizzierten Übertragungskette ausgegangen. Die dargestellten Übertragungswege werden separat ermittelt und dann zu einer Gesamtübertragungsfunktion überlagert.

Da die Übertragungsfunktionen zum Teil stark frequenzabhängig sind, ist für die Prognose ein Berechnungsverfahren anzuwenden, das sowohl die spektrale Zusammensetzung der Schwingungsemission als auch die spektrale Zusammensetzung der einzelnen Transferfunktionen berücksichtigt. Emissionen und Transferfunktionen werden daher als Terzspektren im Frequenzbereich von 6,3 bis 315 Hz angegeben.

Bei der Durchführung der Spektralanalysen von Emissionen und Immissionen ist darauf zu achten, dass die Summenpegel den **KB_{Fmax}-Werten** der Zugvorbeifahrten entsprechen.

Im Folgenden wird die Vorgehensweise bei der Ermittlung der Einzelkomponenten des Übertragungsweges erläutert.

5.1.1 Emission

Die Emission eines Schienenverkehrsweges, der in einem Tunnelbauwerk geführt wird, wird durch die Schwingschnelle an der Tunnelwand in horizontaler Richtung oder die Schwingschnelle der Tunneldecke bzw. Tunnelfirste in vertikaler Richtung angegeben. Welche der beiden Größen zu präferieren ist, hängt von der Lage des Immissionsortes (schützenswertes Gebäude) zum Tunnelbauwerk ab. In Grenzfällen, in denen beide Angaben herangezogen werden könnten (z. B. das Gebäude liegt in einem Winkel von ca. 45 ° zur Vertikalen über dem Tunnel), ist von der höheren Emissionsangabe, im Regelfall die Schwingschnelle an der Tunnelwand (horizontale Richtung), auszugehen.

Bei der Auswahl geeigneter Emissionsdaten für die Erstellung einer Erschütterungs-Immissionsprognose wird empirisch vorgegangen, d. h. man wählt aus vorliegenden Messergebnissen für bereits gebaute und in Betrieb befindliche Tunnelbauwerke die obengenannten Emissionsspektren aus und überprüft, ob alle emissionsrelevanten Parameter deckungsgleich sind. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass auch im selben Tunnelbauwerk die Emissionen für unterschiedliche Zuggattungen und in derselben Zuggattung für unterschiedliche Geschwindigkeiten differieren. Demgemäß sollten bei den verfügbaren Emissionsdaten Zuggattungen und -geschwindigkeiten übereinstimmen. Dem Grunde nach ist bei dem Verfahren das Prinzip der größtmöglichen Annäherung zu praktizieren. Dies bedeutet, dass die Tunnelbauweise und die Betriebsparameter übereinstimmen sollten. Im Regelfall sind jedoch Korrekturen an den Emissionsdaten auf der Grundlage allgemeiner Erkenntnisse über Erschütterungsemissionen und -immissionen an unterirdisch geführten Verkehrswegen vorzunehmen. So sind z. B. für Streckenabschnitte, die in Kurvenbereichen geführt werden, Zuschläge auf die Emission anzuwenden, wenn die verfügbaren Emissionsdaten an einem gerade geführten Tunnelbauwerk vorgenommen wurden. Ebenso ist beim Emissionsansatz zu berücksichtigen, dass beim Überfahren von Weichen erhöhte Erschütterungsemissionen resultieren.

Weiterhin sind auf der Grundlage allgemeiner Erfahrungswerte zum Erschütterungsschutz insbesondere die Tunnelform, die Tunnelgründung sowie die Bodenverhältnisse zu berücksichtigen. Die im Rahmen der Prognoseberechnungen angewendeten Emissions-Korrekturfunktionen sind in **Anlage IV.2** beigefügt. Die Ausgangsspektren sind in **Anlage IV.1** grafisch dargestellt.

5.1.2 Transmission

Der maßgebliche Emissionspunkt ist in **Abbildung 1** als **Ep** gekennzeichnet. Ferner ist in der Abbildung der Übertragungsweg auf die für die Beurteilung relevante Geschossdecke eines Gebäudes in einzelne Übertragungsfunktionen (Transferfunktionen) untergliedert, deren Bedeutung im Folgenden erläutert wird:

- **Transferfunktion 1:**

Als Transferfunktion 1 wird die entfernungsbedingte Amplitudenabnahme der Schwinggeschwindigkeit zwischen Emissionsort und einem Punkt im Erdreich unmittelbar an einem Gebäude bezeichnet. Sie wird rechnerisch unter Berücksichtigung der gegebenen Bodenverhältnisse ermittelt. Die entfernungsbedingte Amplitudenabnahme setzt sich zusammen aus geometrischer Ausbreitungsdämpfung und frequenzabhängiger Materialdämpfung.

- **Transferfunktion 2:**

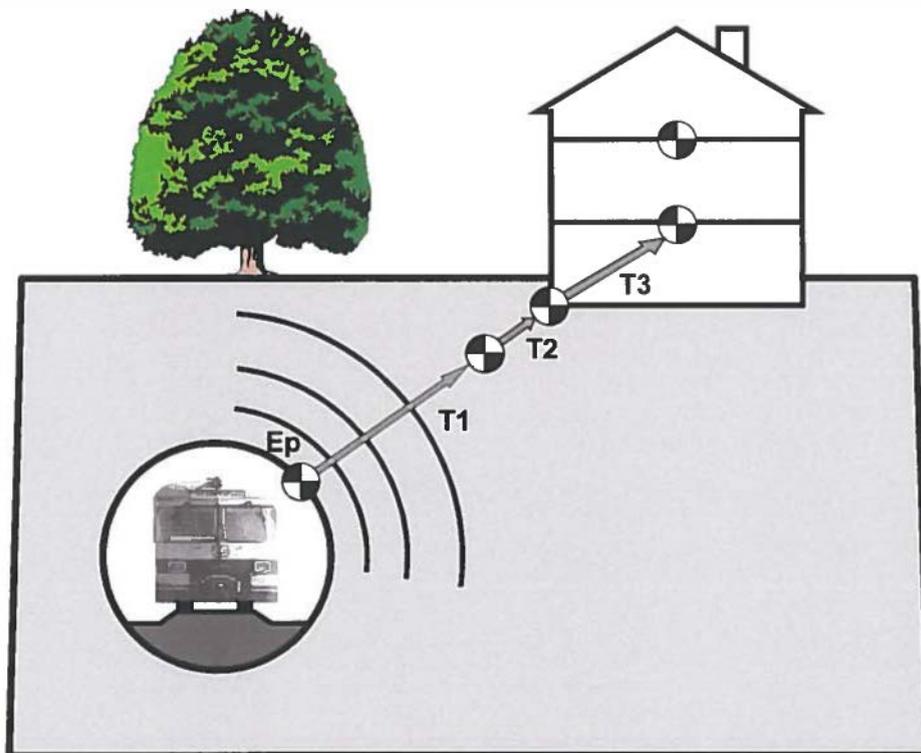
Die Transferfunktion 2 beschreibt das Übertragungsverhalten vom Boden auf das **Gebäudefundament**. Sie unterliegt für bestimmte Gebäudetypen relativ geringen Schwankungen und weist keine ausgeprägte spektrale Abhängigkeit auf. Erschütterungen werden um so leichter auf das Gebäude übertragen, je geringer die Gebäudemasse ist. Die Transferfunktion 2 wurde aus Messungen an vergleichbaren Gebäuden übernommen. Eine grafische Darstellung der Funktionen findet sich in **Anlage IV.2.4**. Eine messtechnische Ermittlung des Übertragungsverhaltens vom Boden auf das Fundament war in der derzeitigen Bestandssituation nicht möglich. Der sich hieraus ergebende Fehler ist in der in Abschnitt 5.4 quantifizierten Prognosegenauigkeit berücksichtigt.

- **Transferfunktion 3:**

Die Transferfunktion 3 beschreibt das Übertragungsverhalten des Gebäudes vom Fundament auf die **Geschossdecken** eines Gebäudes. Die Schwingungseinwirkungen auf Geschossdecken sind für die Beurteilung der Erschütterungsimmissionen hinsichtlich Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden maßgebend. Die Transferfunktion 3 ist in hohem Maße gebäudeabhängig und kann entsprechend den unterschiedlichen Decken stark variieren. Verantwortlich hierfür ist vor allem die Spannweite und die Deckenkonstruktion. Die Transferfunktion 3 kennzeichnet im Wesentlichen das Resonanzverhalten einer Decke. Diese Funktion weist eine starke spektrale Abhängigkeit (ausgeprägte spektrale Maxima bei den Deckeneigenfrequenzen) auf.

So ist es keine Seltenheit, dass die Schwingstärke auf Geschossdecken einen Faktor 10 über der Schwingstärke am Gebäudefundament liegt. Da die Transferfunktion 3 in hohem Maße Einfluss auf das Prognoseergebnis nimmt, werden diese Übertragungsfunktionen an den zu untersuchenden Gebäuden messtechnisch ermittelt. Hierzu wird im Außenbereich eines Gebäudes an verschiedenen Positionen relativ zum Gebäude eine Schwingungsanregung in den Boden eingebracht (z. B. mit einer Rüttelplatte) und sowohl am Gebäudefundament als auch auf einzelnen Geschossdecken die Schwingschnelle gemessen. Diese Messanordnung entspricht der bei Beweissicherungsmessungen an im Betrieb befindlichen Bahnstrecken üblichen Messanordnungen. Aus dem Verhältnis der Schwingschnelle am Gebäudefundament zur Schwingschnelle auf den Geschossdecken wird die Transferfunktion 3 ermittelt.

Abb. 1: Übertragung von Erschütterungen



Legende

- E_p :** Emissionspunkt an der Tunnelwand.
- T_1 :** Transferfunktion 1; Übertragung im Erdboden.
- T_2 :** Transferfunktion 2; Übertragung vom Erdreich auf das Gebäudefundament

T₃: Transferfunktion 3; Übertragung vom Gebäudefundament auf die einzelnen Geschossdecken

5.1.3 Immission

Als Schwingungsimmission werden die bauwerksbezogenen, gemäß **DIN 4150 Teil 2** in der Mitte von Wohnräumen und vergleichbar genutzten Räumen ermittelten Schwingstärken bezeichnet.

Da für die Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden der Messpunkt in der Mitte einer Geschossdecke, d. h. in Raummitte, relevant ist und hier überwiegend die Schwingungsimmissionen in Z-Richtung (Vertikalkomponente) die anderen beiden Raumrichtungen übersteigt, werden die Prognoseberechnungen ausschließlich für Z-Komponenten der Erschütterungseinwirkung durchgeführt.

5.2 Prognose des sekundären Luftschalls

Die Prognostizierung des sekundären Luftschallpegels im Innenraum L_i basiert auf dem zuvor berechneten maximalen zeitbewerteten Körperschallschnellepegel L_v . Dies ist der Maximalpegel der Schwingstärke der im Gegensatz zum KB_{Fmax} -Wert jedoch keiner KB-Bewertung, sondern einer A-Bewertung unterzogen wird. Der theoretische Zusammenhang zwischen ermittelter Körperschallschnelle und sekundärem Luftschall kann wie folgt beschrieben werden:

$$L_{sek} = L_v + 10 \log \sigma + 10 \log 4S/A$$

Darin bedeuten

- L_{sek} : sekundärer Luftschallpegel des betrachteten Bauteils in dB(A)
- L_v : mittlerer A-bewerteter Körperschallschnellepegel des betrachteten Bauteils in dB(A)
- σ : Abstrahlgrad des betrachteten Bauteils
- S : Fläche des betrachteten Bauteils in m^2
- A : äquivalente Absorptionsfläche des Raumes in m^2

In der Praxis lässt sich die genannte Beziehung jedoch nur schwer anwenden, da die Körperschallschnelle nicht nur in Deckenmitte, sondern von allen betrachteten Bauteilen (also auch Wände und Decke) gemessen werden müssten. Weiterhin ist die Bestimmung des Abstrahlgrades mit erheblichen Unsicherheiten behaftet.

Im vorliegenden Fall wurde daher zur Bestimmung des sekundären Luftschalls der Leitfaden „Körperschall und Erschütterungsschutz der DB AG herangezogen. Hierin ist ein linearer Zusammenhang zwischen A-bewerteter Körperschallschnelle und sekundärem Luftschallpegel angegeben. Der ermittelte Zusammenhang wurde für verschiedene Zuggattungen und

Deckenkonstruktionsformen beschrieben. Demnach gelten für den sekundären Luftschall aus dem Betrieb der **Neubaustrecke** folgende Beziehungen:

Für Betondecken:

$$L_i = 26,2 + 0,46 \cdot L_{vA} \quad \text{in dB(A)}$$

Für Holzbalkendecken:

$$L_i = 24,5 + 0,59 \cdot L_{vA} \quad \text{in dB(A)}$$

Dabei bedeuten

L_i : A-bewerteter sekundärer Luftschallpegel in dB

L_{vA} : A-bewerteter Körperschallschnellepegel

Bei der Ermittlung des A-bewerteten Körperschallschnellepegels wird das gleiche Verfahren angewandt wie bei der Ermittlung der maximalen bewerteten Schwingstärke KB_{Fmax} . Anstelle der Bewertungsfunktion T_{KB} , mit der die KB-Bewertung des Signals vorgenommen wird, wird die Funktion T_A angewendet, die die A-Bewertung darstellt. Im Gegensatz zur Ermittlung der maximalen bewerteten Schwingstärke KB_{Fmax} , bei der ein Frequenzbereich bis 80 Hz untersucht wird, wird der A-bewertete Körperschallschnellepegel L_{vA} in einem Frequenzbereich bis 315 Hz berechnet.

5.3 Prognose mit Schutzmaßnahmen

Bei der Schwingungsentstehung am Fahrweg-Oberbau spielen Masse-Feder-Effekte eine entscheidende Rolle. Bei einem Schienenverkehrsweg, der auf einem Schotteroberbau geführt wird, resultieren derartige Masse-Feder-Effekte aus dem Schwingungsverhalten der Masse, die sich aus der Schiene und der ungefederten Fahrzeugmasse (im Wesentlichen Radsatzmasse) rekrutiert, und der Feder dem „elastischen“ Schotterbett. Ähnliche Effekte treten auch bei Festen Fahrbahnen (FF) auf. Als „Feder“ fungiert in diesem Fall die Gleis-tragplatte, deren elastische Eigenschaften häufig durch elastische Zusatzkomponenten wie Stützpunktlagern erhöht wird.

Dieser Masse-Feder-Effekt führt z. B. bei ebenerdig geführten Strecken zu Oberbau-Übertragungsfunktionen, die im Bereich von 40 bis 60 Hz spektrale Maxima aufweisen. Dieses spektrale Maximum kann durch das Hinzufügen weiterer elastischer Elemente verschoben werden. Durch den Einsatz einer Unterschottermatte bzw. im Fall einer Festen Fahrbahn eines **leichten Masse-Feder-Systems** wird die dynamische Gesamtsteifigkeit des Oberbaus reduziert, was dazu führt, dass das spektrale Maximum der Oberbau-Übertragungsfunktion sich in den Bereich von 20 bis 40 Hz verschiebt. Von einem leichten Masse-Feder-System spricht man, wenn die Gleis-tragplatte einer festen Fahrbahn durch eine vollflächig verlegte elastische Zwischenlage vom Untergrund entkoppelt wird.

Die Wirkungsweise entspricht der einer klassischen Unterschottermatte. Da aufgrund der flächigen Lastverteilung die Materialbeanspruchung derartiger elastischer Unterlagen (Matten) deutlich geringer ist als die von Unterschottermatten, können hierfür andere, in der Regel kostengünstigere Materialien angewendet werden.

Alternativ kann eine elastische Abfederung des Oberbaus durch eine Streckenführung in Schottertrögen, die gegenüber dem Untergrund abgedeutert sind, oder im Fall einer festen Fahrbahn über eine auf Einzellagern (Elastomerlager, Stahlfedern) elastisch gelagerte Gleistragplatte erfolgen. Diese Oberbausysteme werden als **schwere Masse-Feder-Systeme** bezeichnet. Hiermit lassen sich Oberbaueigenfrequenzen bis herunter zu 6 bis 7 Hz realisieren. In **Anlage V** sind Einfügungsdämmkurven von leichten und schweren Masse-Feder-Systemen dargestellt. Die Übertragungsfunktionen sind idealisiert dargestellt, d.h. im Regelfall ergeben sich bei messtechnischen Überprüfungen nicht diese dargestellten „glatten“ Kurvenverläufe. Die dargestellten Kurven stellen jedoch eine untere Einhüllende dar, was bedeutet, dass im Regelfall höhere Dämmwirkungen mit derartigen Systemen zu erreichen sind. Dieses Vorgehen wurde wiederum gewählt, um bei Prognoseberechnungen mit Schutzmaßnahmen auch dem Grundsatz der oberen Abschätzung Rechnung zu tragen.

5.4 Prognosegenauigkeit

Eine Erhebung des derzeitigen Standes der Erkenntnisse zur Prognosegenauigkeit von Erschütterungsprognosen ist im Abschlussbericht zum Forschungs- und Entwicklungsvorhaben „Erschütterungen durch Eisenbahnverkehr“, Abschnitt 4.2 dokumentiert. Demgemäß liegen keine statistisch abgesicherten Ergebnisse zur Genauigkeit von Erschütterungsprognosen vor. Bei der Ermittlung von KB-bewerteten Größen treten gemäß DIN 4150-2 erfahrungsgemäß messtechnisch bedingte Unsicherheiten von bis etwa 15% auf. Da im Rahmen der Erstellung von Prognosen ebenfalls auf messtechnisch erhobene Ausgangsgrößen (zum Beispiel Emissionsspektren) zurückgegriffen wird, ist davon auszugehen, dass der Prognosefehler deutlich höher liegt.

Aufgrund von Erkenntnissen an Einzelprojekten kann die Prognose im günstigen Fall mit 3 dB angenommen werden. Dies bedeutet, dass die Spannbreite der Beurteilungswerte von – 30% bis + 41% reicht. Zur Erlangung dieser Prognosegenauigkeit ist es erforderlich, dass die wesentlichen Übertragungsfunktionen, das heißt insbesondere die Übertragung der Erschütterungen vom Boden auf das Bauwerk und die Übertragung innerhalb des Bauwerkes, messtechnisch erfasst werden. Dies ist im vorliegenden Fall erfolgt. Bei Neubauprojekten werden die maßgeblichen Übertragungsfunktionen durch geeignete Fremdanregung gemessen. Vergleichsmessungen von Übertragungsfunktionen bei Anregungen durch Schienenverkehr und bei Fremdanregung machen deutlich, dass auch mit Fremdanregung eine Bestimmung der maßgeblichen Übertragungsfunktionen mit hoher Genauigkeit möglich ist.

Grundsätzlich gilt bei der Ermittlung des Emissionsansatzes der Grundsatz der oberen Abschätzung, alle Annahmen werden so getroffen, dass mit hoher Wahrscheinlichkeit gewährleistet werden kann, dass die zukünftig auftretenden Erschütterungsimmissionen an betroffenen Gebäuden geringer sein werden als die prognostizierten Einwirkungen. Die Prognosegenauigkeit der Erschütterungsimmissionen wird mit + 0 / - 3 dB abgeschätzt. Da die Prognoseberechnungen der sekundären Luftschallimmissionen auf den erschütterungstechnischen Berechnungsergebnissen beruhen und die Abstrahlbedingungen von Raumbegrenzungswänden nicht individuell berücksichtigt werden können, wird der Fehler der Prognoseberechnungen für sekundäre Luftschallimmissionen mit + 0 / - 5 dB(A) höher abgeschätzt.

Auch wenn der Umgang mit systembedingten Prognosefehlern im Sinne des Immissions-schutzes erfolgt, resultiert hieraus keineswegs eine systematische Überdimensionierung von Vorsorgemaßnahmen. Darüber hinaus wird empfohlen, in den Planfeststellungsbeschluss einen Vorbehalt aufzunehmen, der es gestattet den nachträglichen Nachweis der Wirksamkeit alternativer Schutzsysteme zu führen. Werden derartige Nachweise nach Fertigstellung der Tunnelrohbauten geführt, so lassen sich durch die dann möglichen Ausbreitungsmessungen Prognosetoleranzen weiter reduzieren.

6 Anforderungen

6.1 Erschütterungsschutz

Im Gegensatz zu schalltechnischen Problemstellungen gibt es im Erschütterungsschutz keine rechtsverbindlich festgelegten Grenzwerte. Für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen wird die **DIN 4150 Teil 2** ("Erschütterungen im Bauwesen; Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden") angewendet. Bei der Einhaltung der hierin angegebenen Anhaltswerte kann davon ausgegangen werden, "dass in der Regel erhebliche Belästigungen von Menschen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen vermieden werden".

6.1.1 Beurteilungsverfahren

Für die Beurteilung der Erschütterungsimmissionen sind zwei Beurteilungsgrößen heranzuziehen:

KB_{Fmax} : die maximale zeit- u. frequenzbewertete Schwingstärke

KB_{FTr} : die Beurteilungsschwingstärke

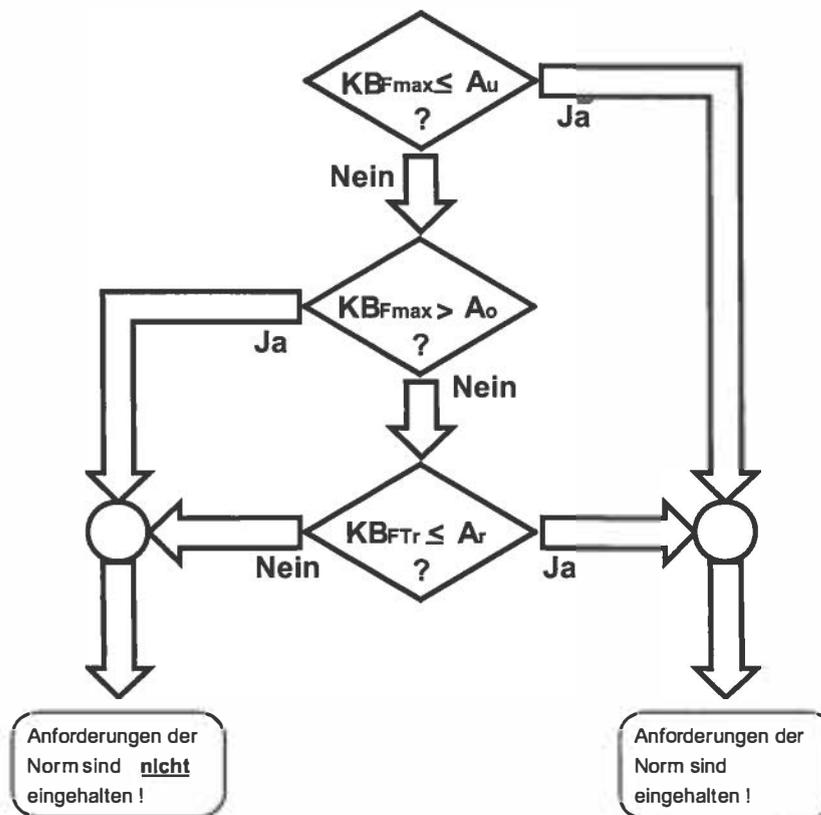
Beide Beurteilungsgrößen sind getrennt für die drei Richtungskomponenten X, Y (horizontal) und Z (vertikal) zu ermitteln. Die jeweils größte der drei ist der Beurteilung zu Grunde zu legen.

Für die Beurteilung stehen in Abhängigkeit von der baulichen Nutzung der Umgebung eines Einwirkungsortes jeweils für Tag- und Nachtzeitraum drei Anhaltswerte zur Verfügung.

- A_U**: Unterer Anhaltswert
- A_O**: Oberer Anhaltswert
- A_r**: Beurteilungsanhaltswert

Das Beurteilungsschema ist in **Abbildung 2** graphisch dargestellt. Ist **KB_{Fmax}** kleiner oder gleich dem unteren Anhaltswert **A_U**, dann ist die Anforderung dieser Norm eingehalten.

Abb. 2: Beurteilung nach DIN 4150 Teil 2



Legende:

- KB** : Frequenzbewertete Schwingstärke
- KB_F** : Zeit- und Frequenzbewertete Schwingstärke
- KB_{Fmax}** : Maximale bewertete Schwingstärke
- KB_{FT_r}** : Beurteilungs-Schwingstärke
- A_O** : Oberer Anhaltswert

A_U : Unterer Anhaltswert
 A_r : Beurteilungsanhaltswert

Ist KB_{Fmax} größer als der obere Anhaltswert A_O , dann ist die Anforderung dieser Norm nicht eingehalten.

Für häufigere Einwirkungen, wie dies im Umfeld von Schienenverkehrswegen der Fall ist, bei denen $KB_{Fmax} > A_U$ aber $< A_O$ ist, ist ein weiterer Prüfschritt für die Beurteilung erforderlich, nämlich die Bestimmung der Beurteilungsschwingstärke KB_{FT_r} . Hierin wird neben der Intensität von Erschütterungsimmissionen ebenfalls deren Einwirkdauer berücksichtigt.

6.1.2 Anhaltswerte

In **Tabelle 1** sind die Anhaltswerte **A** für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen angegeben. Der obere Anhaltswert für den Nachtzeitraum wird für unterirdisch geführten Schienenverkehrswegen in Gebieten der Zeilen 3 – 5 nach **Tabelle 1** auf

$$A_O = 0,3$$

gemäß Abschnitt 6.5.3.5 der DIN 4150/2 festgelegt.

Tabelle 1: Anhaltswerte A für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen durch Schienenwege in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen nach DIN 4150 Teil 2, Juni 1999

Zeile	Gebietsnutzung	Tag			Nacht		
		A_U	A_O	A_r	A_U	A_O	A_r
1	Industriegebiet (GI)	0,40	6,00	0,20	0,30	0,60	0,15
2	Gewerbegebiet (GE)	0,30	6,00	0,15	0,20	0,40	0,10
3	Mischgebiet (MI)	0,20	5,00	0,10	0,15	0,30	0,07
4	Wohngebiet (WA/WR)	0,15	3,00	0,07	0,10	0,30	0,05
5	Sondergebiete*	0,10	3,00	0,05	0,10	0,30	0,05

*besonders schutzbedürftige Einwirkungsorte z. B. Krankenhäuser, Kurkliniken

Die **Tabelle 1** enthält keine Angaben für Schulen. Sie enthält auch keinen Hinweis darauf, dass Schulen als besonders schutzwürdige Einwirkungsorte wie z.B. Krankenhäuser und Kurkliniken zu behandeln sind. Daher werden für Schulen (Neckarrealschule) die Anforderungen festgelegt, sofern keine besonders schutzwürdige Nutzung in Teilbereichen vorliegt, die gemäß der Gebietsausweisung des Gebietes, in dem sich die Schule befindet, gültig sind.

Die **Tabelle 2** zeigt den Zusammenhang zwischen bewerteter Schwingstärke und subjektiver Wahrnehmung. Die hierin definierten Empfindungsbereiche können auf die darüber angegebenen Anhaltswerte A_o und A_u angewendet werden. Nicht anzuwenden sind diese Wahrnehmungsbereiche auf die Beurteilungsschwingstärke A_T . Hierin ist neben der Intensität von Erschütterungsimmissionen ebenfalls deren Einwirkdauer berücksichtigt.

Tabelle 2: Zusammenhang zwischen bewerteter Schwingstärke und subjektiver Wahrnehmung nach VDI 2057 Blatt 3

Zeile	Bewertete Schwingstärke KB	Beschreibung der Wahrnehmung
1	0 - 0,1	nicht spürbar*
2	0,1 - 0,4	gerade spürbar
3	0,4 - 1,6	gut spürbar
4	1,6 - 6,3	stark spürbar
5	> 6,30	sehr stark spürbar

* Die Fühlschwelle ist von den jeweiligen Umgebungsbedingungen, z. B. der Einwirkungsrichtung und von persönlichen Gegebenheiten wie Tätigkeit, Körperhaltung, Alter, Aufmerksamkeit und Gesundheitszustand abhängig.

6.2 Schallschutz

6.2.1 Beurteilungsverfahren

Zur Beurteilung der Geräuschimmissionen aus **sekundärem Luftschall** wird der Beurteilungspegel für den Tag ($L_{r,T}$) oder für die Nacht ($L_{r,N}$) im Sinne der **16. BImSchV** bezogen auf eine Messposition **innerhalb** von Wohn- und Büroräumen herangezogen. Rechtsverbindliche Immissionsricht- oder Immissionsgrenzwerte für zulässige Immissionen aus sekundärem Luftschall in Gebäuden gibt es nicht.

Sekundärer Luftschall wird nach §41 Abs. 1 BImSchG insoweit erfasst, dass sekundärer Luftschall Verkehrslärm im weiteren Sinne ist. Jedoch unterliegt der sekundäre Luftschall nicht den Regelungen der 24. BImSchV, da deren Anwendung die Überschreitung der Immissionsgrenzwerte nach §2 der 16. BImSchV durch den Bau oder die wesentliche Änderung einer öffentlichen Straße sowie von Schienenwegen der Eisenbahnen und Straßenbahnen voraussetzt. In Anlehnung an die 24. BImSchV scheint es dennoch gerechtfertigt, den aus Tabelle 1 der 24. BImSchV (Korrektursummand D zur Berücksichtigung der Raumnutzung) abgeleiteten Innenpegel (= Korrektursummand D zuzüglich 3 dB(A)) als Beurteilungsmaßstab auch hinsichtlich sekundären Luftschalls heranzuziehen.

Die wesentlichen psychoakustischen Gründe für die Berücksichtigung eines Schienenbonus für primären Luftschall, wie zum Beispiel Regelmäßigkeit und Anzahl der Ereignisse, der Gewöhnungseffekt sowie die typische Pausenstruktur, dürften auch für den sekundären Luftschall gegeben sein. Analog zu Anlage 2 der 16. BImSchV wird daher auch für den sekundären Luftschall eine Lästigkeitsabschlag von – 5 dB(A) angesetzt.

6.2.2 Immissionsrichtwerte

In **Tabelle 3** sind die für die Beurteilung des sekundären Luftschalls heranzuziehenden Immissionsrichtwerte angegeben.

Tabelle 3: Immissionsrichtwerte für die Beurteilung von sekundärem Luftschall

Zeile	Raumnutzung	$L_{ri,T}$	$L_{ri,N}$
1	Räume, die überwiegend zum Schlafen genutzt werden	-	30
2	Wohnräume	40	-
3	Behandlungs- und Untersuchungsräume in Arztpraxen, Operationsräumen, wissenschaftliche Arbeitsräume, Leseräume in Bibliotheken, Unterrichtsräume	40	-
4	Konferenz- und Vortragsräume, Büroräume, allgemeine Laborräume	45	-
5	Großraumbüros, Schalerräume, Druckeräume von DV-Anlagen, soweit dort ständige Arbeitsplätze vorhanden sind	50	-
6	Sonstige Räume, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind	Entsprechend der Schutzbedürftigkeit der jeweiligen Nutzung festzusetzen	

$L_{ri,T}$: Beurteilungspegel innen tags

$L_{ri,N}$: Beurteilungspegel innen nachts

Die Gliederung der Raumnutzung entspricht der **24. BImSchV**. Für den Korrektursummand **D** gemäß Tabelle 1 der 24. BImSchV gilt

$$D = L_{r,NT} - 3 \text{ dB.}$$

Unter Berücksichtigung dieses Sachverhaltes ergeben sich die oben in **Tabelle 3** angegebenen Richtwerte für den Tag- und den Nachtzeitraum.

7 Untersuchungsergebnisse

Die maßgeblichen betriebstechnischen, bautechnischen und erschütterungstechnischen Grundlagen der durchgeführten Untersuchungen sind in den **Anlagen I bis V** dargestellt.

Die Streckenführung der im Bereich der Talquerung (Bereich A) neu zu bauenden Schienenverkehrswege ist im Lageplan in **Anlage I.1** dargestellt. In **Anlage I.2** ist der Bereich Stuttgart-Fasanenhof dargestellt. Die untersuchten Immissionspunkte sind in den Lageplänen jeweils gekennzeichnet.

Weitere Angaben zu den betrachteten Einwirkungsbereichen (**IP**) finden sich in **Anlage II**. Hier werden Angaben zu den betrachteten Immissionsbereichen gemacht. Des Weiteren wird im Hinblick auf die Prognostizierung des sekundären Luftschalls die im Rahmen der Messungen erhobenen Deckenkonstruktionen (Betondecke oder Holzbalkendecke) angegeben.

In **Anlage III** sind die Betriebsdaten der Neubaustrecke angegeben.

Eine Angabe der für die Erschütterungsprognosen herangezogenen Emissionsspektren findet sich in **Anlage IV.1**. Da die auf der Grundlage von Messungen ermittelten Emissionsspektren den individuellen betriebstechnischen und bautechnischen Rahmenbedingungen dieses Projektes anzupassen sind, sind die herangezogenen messtechnisch erhobenen Erschütterungsemissionen durch die Anwendung von Korrekturfunktionen anzupassen. Die für die Emissionsermittlung angewandten Emissionskorrekturen sind in **Anlage IV.2** angegeben.

Für den Fall, dass zur Einhaltung der erschütterungstechnischen oder der schalltechnischen (sekundärer Luftschall) Anforderungen Schutzmaßnahmen erforderlich werden, sind in **Anlage V** die Übertragungsfunktionen typischer Schutzmaßnahmen angegeben. Die angegebenen Übertragungsfunktionen, die die Einfügungsdämmung derartiger Systeme kennzeichnen, sind idealisiert dargestellt. Im Regelfall lassen sich mit derartigen Systemen höhere als die angegebenen Einfügungsdämmungen erreichen. Die vorgenommene Idealisierung erfolgte, um dem Grundsatz der oberen Abschätzung (im Fall von Schutzmaßnahmen der unteren Abschätzung möglicher Wirkungen) Rechnung zu tragen.

In **Anlage VI** sind die Prognoseergebnisse dargestellt. Die Anlage enthält Ergebnistabellen für die Einwirkungen aus Erschütterungsimmissionen und die Einwirkungen aus sekundärem Luftschall.

Die Diskussion der Untersuchungsergebnisse orientiert sich an den räumlichen Konfliktbereichen. Sofern die für den Betrieb der Schienenverkehrswege prognostizierten Erschütterungsimmissionen das Erfordernis von Schutzmaßnahmen ausweisen, werden diese anschließend diskutiert.

In den tabellarischen Ergebnisdarstellungen sind Angaben zu Immissionseinwirkungen aus Erschütterungen und Geräuschen für mehrere Räume in den einzelnen Gebäuden aufgeführt. Die Angabe der Immissionswerte (Beurteilungsgrößen Erschütterungen; Beurteilungsgrößen sekundärer Luftschall) erfolgt getrennt für den Tag- und den Nachtzeitraum. Im Fall des sekundären Luftschalls beziehen sich die Angaben tags auf Wohn- oder vergleichbar genutzte Räume. Die Angaben nachts beziehen sich auf Schlafräume.

Grün hinterlegte Felder bedeuten, dass die jeweils gültigen Anforderungen an den Immissionsschutz erfüllt werden. Bei **rot** hinterlegten Feldern sind die Anforderungen nicht erfüllt. Sind Felder **gelb** gekennzeichnet, so sind weitere Beurteilungsschritte zur Prüfung der Einhaltung immissionstechnischer Anforderungen erforderlich. Für Objekte, in denen nachts keine schutzwürdigen Nutzungen gegeben sind, werden die Beurteilungsgrößen zwar ausgewiesen, jedoch nicht beurteilt. Dieser Sachverhalt ist dadurch gekennzeichnet, dass diese Felder nicht entsprechend dem Ergebnis einer Beurteilung farbig hinterlegt sind.

7.1 Bebauung Südkopf (Bereich A)

7.1.1 Bebauung im Einwirkungsbereich

Die im Bereich des Südkopfes exemplarisch untersuchten Bauwerke sind in den Ergebnistabellen in **Anlage VI** als **Bereich A1** und **A2** gekennzeichnet. Dieser Bereich befindet sich südlich der Willy-Brandt-Straße zwischen Baukilometer + 0,4 und Baukilometer + 0,7.

Da Erschütterungen abschnittsübergreifend wirken, wurde im Verfahren zum Planfeststellungsabschnitt 1.2 ebenfalls das noch im Planfeststellungsabschnitt 1.1 befindliche Verwaltungsgebäude der Polizei, Willy-Brandt-Straße 12 (IP 1), berücksichtigt. Mit Ausnahme dieses Gebäudes und der Neckarrealschule (IP 2) ist der **Bereich A** durch dichte Wohnbebauung gekennzeichnet. Die untersuchten Immissionspunkte befinden sich in der Sängerstraße, Urbanstraße, Schützenstraße und Kernerstraße.

7.1.2 Emissionsbedingungen

Die geplante Fernbahnstrecke wird im Bereich des IP 1 in einem rechteckigen mehrgleisigen Tunnelbauwerk bis zum Auffahrtspunkt des bergmännischen Tunnels geführt (Bereich A1). Das Auffahren des bergmännischen Tunnels erfolgt in dem Bereich unmittelbar vor dem Gebäude Sängerstraße 6 a. Im bergmännischen Bereich wird die Strecke in zwei 2-gleisigen Tunnelbauwerken mit rundem Querschnitt geführt (Bereich A2). Aufgrund des Sachverhaltes, dass zum Auffahren des bergmännischen Tunnels zur Vermeidung von Setzungen Injektionsmaßnahmen zum Einsatz kommen können, wird für die Immissionsorte, die sich zwischen Beginn des bergmännischen Tunnels und der Urbanstraße befinden, davon ausgegangen, dass die an den Tunnelbauwerken auftretenden Erschütterungsemissionen ungemindert auf die Gebäudefundamente übertragen werden. Im Sinne einer oberen Abschätzung wurde demgemäß nicht berücksichtigt, dass aller Voraussicht nach durch geometrische Ausbreitungsdämpfung bzw. durch Materialdämpfung auf dem Ausbreitungsweg eine

Schwingungsminderung stattfindet. Für seitlich gelegene Gebäude wird eine geometrische Ausbreitungsdämpfung bzw. eine Materialdämpfung im Ausbreitungsweg berücksichtigt.

Da im Regelfall alle Züge im Bahnhofsbereich anhalten, kann davon ausgegangen werden, dass sich innerhalb des Streckenabschnittes einfahrende und ausfahrende Züge in einer Beschleunigungsphase bzw. Abbremsphase befinden. Auf der Grundlage durchgeführter Beschleunigungsmessungen kann davon ausgegangen werden, dass die Züge im Regelfall den Immissionsbereich mit ca. 50 km/h passieren werden. Da nicht generell ausgeschlossen werden kann, dass einzelne Züge den Bahnhof durchfahren, wurden Ausgangsspektren für Zuggeschwindigkeiten von ca. 95 km/h für die Berechnungen zugrunde gelegt.

Die verfügbaren Emissionsspektren wurden im RMS-Fast-Modus gemessen. Da gemäß DIN 4150 Teil 2 das Taktmaximalverfahren anzuwenden ist, wurde eine entsprechende Korrektur des Emissionsansatzes vorgenommen.

7.1.3 Erschütterungsimmissionen ohne Schutzmaßnahmen

In **Anlage VI.2.1** ist der erste Beurteilungsschritt gemäß DIN 4150-2 für einwirkende Erschütterungen dargestellt. In den Gebäuden Sänglerstrasse 8 und Urbanstrasse 49 A (**IP 4, IP 05**) kommt es in je einem Raum zu Überschreitungen des oberen Anhaltswertes A_o während des Nachtzeitraumes. In den Gebäuden Sänglerstrasse 6 A und Urbanstrasse 49 wird jeweils in zwei Räumen der obere Anhaltswert A_o überschritten. Diese Räume sind in der Anlage rot dargestellt. Hier sind die Anforderungen nicht eingehalten.

In 6 der 15 untersuchten Gebäude kommt es in allen untersuchten Räumen zu einer Unterschreitung des unteren Anhaltswertes A_u . Diese Räume sind in der Tabelle grün dargestellt. Die Anforderungen sind somit eingehalten. In den übrigen untersuchten Räumen liegt die ermittelte maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} zwischen unterem und oberem Anhaltswert, so dass hier im zweiten Beurteilungsschritt mit Hilfe der Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} über die Einhaltung der Anforderungen entschieden werden muss. Der zweite Beurteilungsschritt findet sich in **Anlage VI.2.2**. Wie an den rot hinterlegten Feldern zu erkennen ist, ergibt sich in 8 der 15 untersuchten Gebäude eine Überschreitung der Anhaltswerte in einem oder mehreren Räumen gemäß DIN 4150-2 sowohl für den Tag- als auch für den Nachtzeitraum. In den Gebäuden an der Schützenstraße und Kernerstraße können die Anforderungen an den Erschütterungsschutz hingegen auch ohne den Einsatz aktiver Schutzmaßnahmen eingehalten werden. Dies ist auf die größere Überdeckung in diesem Bereich zurückzuführen.

7.1.4 Sekundärer Luftschall ohne Schutzmaßnahmen

Die sich ergebenden Beurteilungspegel des sekundären Luftschalls sind in **Anlage VI.4** dargestellt. In den untersuchten Gebäuden ergeben sich am Tag Beurteilungspegel im Bereich

$$L_{r,T} < 48 \text{ dB(A)}.$$

In der Nacht werden Beurteilungspegel von bis zu

$$L_{r,N} = 43 \text{ dB(A)}$$

erreicht. Wie den rot hinterlegten Feldern der **Anlage VI.3** zu entnehmen ist, kommt es im Nachtzeitraum an den meisten Gebäuden zu Überschreitungen des Immissionsrichtwertes für Schlafräume von 30 dB(A). Zu Überschreitungen der Immissionsrichtwerte für den sekundären Luftschall im Nachtzeitraum kommt es auch in den höher gelegenen Immissionspunkten an der Schützenstraße und der Kernerstraße. Im Tagzeitraum können die Anforderungen für Wohnräume von **40 dB(A)** in der Hälfte der untersuchten Gebäude nicht eingehalten werden.

7.1.5 Schutzmaßnahmen

Zur Minderung der einwirkenden Erschütterungen wird empfohlen, an der Neubaustrecke im Bereich des Südkopfes Masse-Feder-Systeme einzubauen. Im Bereich zwischen Willy-Brandt-Straße und Urbanstraße ist ein schweres Masse-Feder-System mit einer Eigenfrequenz von 6 bis 7 Hz vorzusehen. Zwischen Urbanstraße und Schützenstraße kann die Frequenz auf 10 Hz angehoben werden. Für den Bereich oberhalb der Schützenstraße ist ein leichtes Masse-Feder-System mit einer Eigenfrequenz von ca. 31 Hz vorzusehen. Die Mindestanforderungen an diese Masse-Feder-Systeme können der **Anlage V** entnommen werden. Die Erstreckung der Schutzmaßnahme, d. h. die Kilometrierung, ist in **Anlage VI.6** angegeben.

7.1.6 Erschütterungsimmissionen mit Schutzmaßnahmen

Die auftretenden maximalen bewerteten Schwingstärken beim Einsatz von Masse-Feder-Systemen sind in **Anlage VI.4.1** dargestellt. Der obere Anhaltswert A_o wird in keinem der untersuchten Räume überschritten. In zahlreichen Räumen kommt es zur Unterschreitung des unteren Anhaltswertes A_u . Diese Räume sind in der Tabelle grün dargestellt. In einzelnen Räumen liegt der KB_{Fmax} -Wert zwischen unterem und oberem Anhaltswert (gelb gekennzeichnete Räume), so dass die Beurteilungsschwingstärke KB_{FT} gebildet werden muss.

Das Ergebnis des zweiten Beurteilungsschrittes kann der **Anlage VI.4.2** entnommen werden. Wie zu erkennen ist, kommt es in keinem untersuchten Raum aufgrund der berücksichtigten aktiven Schutzmaßnahmen zu Überschreitungen des Beurteilungsanhaltswertes A_r .

7.1.7 Sekundärer Luftschall mit Schutzmaßnahmen

Die in den untersuchten Räumen im Immissionsbereich A auftretenden Beurteilungspegel des sekundären Luftschalls sind in **Anlage VI.5** dargestellt. Der maximal auftretende Beurteilungspegel für den Tagzeitraum beträgt

$$L_{ri,T} = 37,9 \text{ dB(A)}.$$

Somit kann der Immissionsrichtwert für den Tagzeitraum (d. h. für Wohnräume) von

$$IRW_T = 40 \text{ dB(A)}$$

in allen untersuchten Räumen unterschritten werden. Der Immissionsrichtwert für den Nachtzeitraum (für Räume, die vorwiegend zum Schlafen genutzt werden) von

$$IRW_N = 30 \text{ dB(A)}$$

wird jedoch trotz aktiver Schutzmaßnahmen in 4 der 50 untersuchten Räume überschritten. Der höchste Pegel tritt im Gebäude Sänglerstraße 8 auf. Hier werden Werte von bis zu

$$L_{ri,N} = 33,8 \text{ dB(A)}$$

für den Nachtzeitraum prognostiziert. Insgesamt wurden lediglich geringe Überschreitungen des obengenannten Immissionsrichtwertes für Schlafräume prognostiziert. Da im vorliegenden Fall bereits ein Masse-Feder-System mit einer Eigenfrequenz im Bereich von 6 bis 7 Hz berücksichtigt wurde, sind alle nach dem Stand der Technik möglichen Vorsorgemaßnahmen ausgeschöpft. Weiterführende Maßnahmen, die eine höhere Einfügungsdämmung erwarten lassen, sind bau- und betriebstechnisch nicht realisierbar.

7.2 Stuttgart-Fasanenhof (Bereich B)

7.2.1 Bebauung im Einwirkungsbereich

Bei dem betrachteten Bereich handelt es sich um ein Gewerbegebiet, das vorwiegend durch Büronutzung geprägt ist. Es befinden sich jedoch auch Wohnnutzungen in im Unterfahrbereich gelegenen Gebäude in diesem Bereich.

7.2.2 Emissionsbedingungen

Im Bereich Stuttgart-Fasanenhof wird die Neubaustrecke in zwei eingleisigen Tunnelröhren geführt. Als Oberbauform ist eine feste Fahrbahn vorgesehen. Die gefahrenen Geschwindigkeiten liegen im **Bereich B** mit bis zu 250 km/h deutlich über den Geschwindigkeiten, die im **Bereich A** gefahren werden.

7.2.3 Erschütterungsimmissionen ohne Schutzmaßnahmen

In der **Anlage VI.2.1** sind die maximalen bewerteten Schwingstärken aufgeführt. Der obere Anhaltswert A_o wird in einem Gebäude in einem Raum und in zwei Gebäuden in je zwei Räumen in der Nacht überschritten. Diese Räume sind in der Tabelle rot dargestellt. In 5 der 7 untersuchten Gebäude wird der untere Anhaltswert in allen untersuchten Räumen unterschritten, so dass die Anforderungen der DIN 4150 Teil 2 hier eingehalten sind. Die entsprechenden Räume sind in der Tabelle grün dargestellt. In den gelb dargestellten Räumen liegt die maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} zwischen dem unteren und oberen Anhaltswert, so dass zur abschließenden Beurteilung die Beurteilungsschwingstärke KB_{FT} zu bilden ist.

In **Anlage VI.2.2** ist das Ergebnis des zweiten Beurteilungsschrittes dargestellt. Wie ersichtlich ist, kommt es in 2 der 7 untersuchten Gebäude zu Überschreitungen der Anhaltswerte. In den übrigen Gebäuden werden die Anforderungen der DIN 4150 Teil 2 erfüllt.

7.2.4 Sekundärer Luftschall ohne Schutzmaßnahmen

Die Beurteilungspegel des sekundären Luftschalls sind in **Anlage VI.3** aufgeführt. Im Tagzeitraum ergeben sich Beurteilungspegel im Bereich

$$L_{ri,T} < 35 \text{ dB(A)}.$$

In der Nacht treten Beurteilungspegel von bis zu

$$L_{ri,N} = 32,4 \text{ dB(A)}$$

auf. Zu Überschreitungen des Immissionsrichtwertes von

$$IRW = 30 \text{ dB(A)}$$

kommt es jedoch nur in Gebäuden, in denen nachts keine Wohnnutzung oder vergleichbare Nutzung stattfindet. Durch Einwirkungen aus sekundärem Luftschall ergeben sich somit keine unzulässigen Immissionen gemäß 24. BImSchV.

7.2.5 Schutzmaßnahmen

Zur Reduzierung einwirkender Erschütterungen wird empfohlen, im Bereich Stuttgart-Fasanenhof ein leichtes Masse-Feder-System in den Tunnelröhren zu realisieren. Die Eigenfrequenz des Systems sollte bei ca. 31 Hz liegen. Die Mindestanforderungen an ein solches System können der **Anlage V.3** entnommen werden. Die Erstreckung der Schutzmaßnahme ist in **Anlage VI.6** angegeben.

7.2.6 Erschütterungsimmissionen mit Schutzmaßnahmen

Durch den Einsatz eines leichten Masse-Feder-Systems können die auftretenden Schwingstärken reduziert werden. Die sich ergebenden maximalen bewerteten Schwingstärken sind in **Anlage VI.4.1** aufgeführt.

Es zeigt sich, dass durch den KB_{Fmax} -Wert in nahezu allen untersuchten Räumen der untere Anhaltswert unterschritten wird und die Anforderungen der Norm somit erfüllt sind. In 2 Räumen liegt die maximale bewertete Schwingstärke zwischen unterem und oberem Anhaltswert. Für diese Räume ist im zweiten Beurteilungsschritt zu prüfen, ob sich hier eine Überschreitung des Beurteilungsanhaltswertes durch die Beurteilungsschwingstärke ergibt. Wie in **Anlage VI.4.2** zu erkennen ist, ist dies jedoch nicht der Fall, so dass die Anforderungen an den Erschütterungsschutz in allen untersuchten Räumen erfüllt werden.

7.2.7 Sekundärer Luftschall mit Schutzmaßnahmen

Durch die Realisierung der aktiven Schutzmaßnahmen im **Bereich B** konnte der Beurteilungspegel im Tagzeitraum auf

$$L_{ri,T} = 28,1 \text{ dB(A)}$$

abgesenkt werden. Der Immissionsrichtwert für den Tagzeitraum von

$$IRW_T = 40 \text{ dB(A)}$$

kann somit in allen untersuchten Räumen unterschritten werden. Im Nachtzeitraum beträgt der maximale Beurteilungspegel

$$L_{ri,N} = 22,9 \text{ dB(A)}.$$

Der Immissionsrichtwert von

$$IRW_N = 30 \text{ dB(A)}$$

wird somit ebenfalls in allen untersuchten Räumen unterschritten, so dass die Anforderungen der 24. BImSchV an den Schallschutz erfüllt werden können.

8 Abschließende Bemerkungen

Die durchgeführten erschütterungstechnischen Untersuchungen belegen, dass mit den dimensionierten Vorsorgemaßnahmen die Anforderungen an den Immissionsschutz unter Berücksichtigung der Prognosegenauigkeit erfüllt werden. Es wird daher empfohlen, das in **Anlage VI.6** zusammengestellte erschütterungstechnische Schutzkonzept zu realisieren.

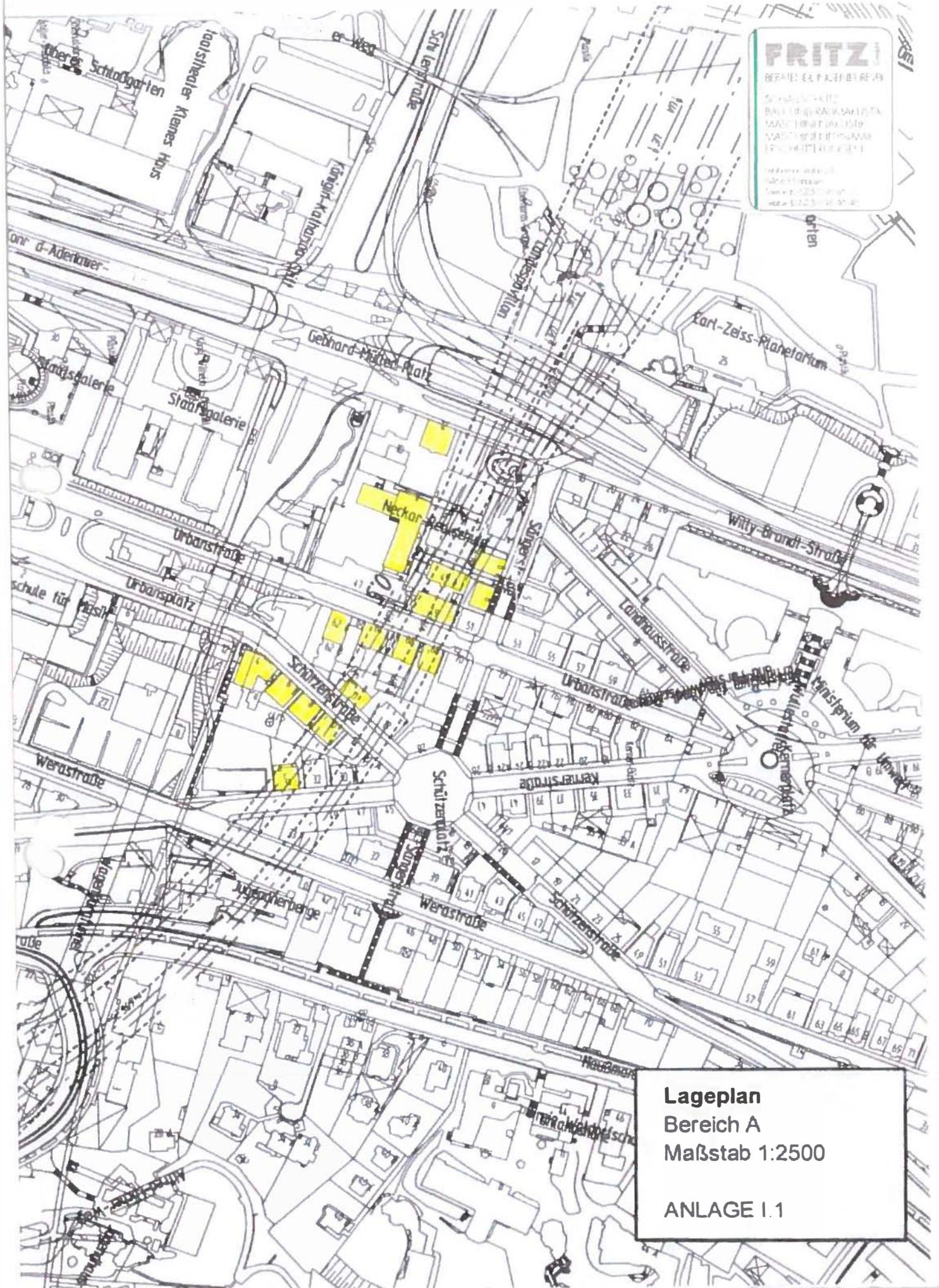
Ergänzend hierzu wird empfohlen, den Vorbehalt einzuräumen, dass im Fall des Nachweises der Wirksamkeit anderer eventuell auch weniger umfangreicher Vorsorgemaßnahmen nach

Fertigstellung der Tunnelrohbauten von dem beschriebenen Schutzkonzept abgewichen werden kann. Der Antragsteller erhält damit die Möglichkeit, auf der Grundlage der nach Rohbaufertigstellung erhöhten Prognosegenauigkeit für schall- und erschütterungstechnische Aussagen das oben beschriebene Schutzkonzept einer „Feinabstimmung“ zu unterziehen. Darüber hinaus erhält er die Möglichkeit, am technischen Fortschritt in den kommenden Jahren zu partizipieren und möglicherweise verfügbare andere Schutzsysteme einzusetzen. Dies kann jedoch nur dann erfolgen, wenn erneut detailliert nachgewiesen wird, dass die Anforderungen an den Immissionsschutz erfüllt werden.



Dipl.-Phys. P. Fritz

ANLAGEN



FRITZ!
BEFRIEDIGUNG DER BEGIERDE
SCHULSTRASSE 11
BÜRO: 0361 343 541 512
WASCH: 0361 343 519
MAIL: info@fritz.de
FRITZ! KUCHEN
0361 343 519
www.fritz.de
0361 343 519

Lageplan
Bereich A
Maßstab 1:2500

ANLAGE I.1

PfA 1.2		Erschütterungs-Prognose Nutzungszeiträume		FRITZ GmbH Beratende Ingenieure VBI	
Nr	Gebäude	Bereich	GN	Nutzung	
				Tag	Nacht
1	Willy-Brandt-Str. 12, Polizei	A	MI	x	
2	Neckar-Realschule	A	WA	x	
2	Neckar-Realschule	A	WA	x	x
3	Sängerstr. 6a	A	WA	x	x
4	Sängerstr. 8	A	WA	x	x
4	Sängerstr. 8	A	WA	x	x
5	Urbanstr. 49a	A	WA	x	x
6	Urbanstr. 49	A	WA	x	x
7	Urbanstraße 62a	A	WA	x	x
8	Urbanstr. 64	A	WA	x	x
9	Urbanstr. 66	A	WA	x	x
10	Schützenstr. 11	A	WA	x	x
11	Schützenstr. 4	A	WA	x	
12	Schützenstr. 6	A	WA	x	
13	Schützenstr. 8	A	WA	x	x
14	Schützenstr. 10	A	WA	x	x
15	Kernerstr. 34	A	WA	x	x
15	Kernerstr. 34	A	WA	x	x
16	Eichwiesenring 1/1	B	GE	x	
16	Eichwiesenring 1/1	B	GE	x	
17	Schelmenwasenstr. 12	B	GE	x	x
18	Schelmenwasenstr. 37	B	GE	x	
19	Schelmenwasenstr. 39	B	GE	x	
20	Schelmenwasenstr. 41	B	GE	x	x
21	Schelmenwasenstr. 43	B	GE	x	
22	Schelmenwasenstr. 45	B	GE	x	x
Projekt: 97490 - S21 - Erschütterungstechn. Untersuchung PfA 1.2 - Neubaustrecke					
Auftraggeber:					

ANLAGE II.1

Der Deckenaufbau wurde vor Ort aufgrund des subjektiven Eindrucks abgeschätzt.

Nr	Gebäude	Bereich	Geschoßdeckenaufbau					
			Raum 1		Raum 2		Raum 3	
			B	H	B	H	B	H
1	Willy-Brandt-Str. 12, Polizei	A		X		X		X
2	Neckar-Realschule	A	X		X		X	
2	Neckar-Realschule	A	X		X		X	
3	Sängerstr. 6a	A	X		X		X	
4	Sängerstr. 8	A	X		X		X	
4	Sängerstr. 8	A	X					
5	Urbanstr. 49a	A	X		X		X	
6	Urbanstr. 49	A	X		X			X
7	Urbanstraße 62a	A	X		X		X	
8	Urbanstr. 64	A	X		X		X	
9	Urbanstr. 66	A	X		X		X	
10	Schützenstr. 11	A	X		X		X	
11	Schützenstr. 4	A	X		X		X	
12	Schützenstr. 6	A	X		X		X	
13	Schützenstr. 8	A	X		X		X	
14	Schützenstr. 10	A	X		X		X	
15	Kernerstr. 34	A	X		X		X	
15	Kernerstr. 34	A	X					
16	Eichwiesenring 1/1	B	X		X		X	
17	Eichwiesenring 1/2	B	X					
18	Eichwiesenring 1/3	B	X		X			
19	Eichwiesenring 1/4	B	X		X		X	
20	Eichwiesenring 1/5	B	X		X		X	
21	Eichwiesenring 1/6	B	X		X		X	
22	Eichwiesenring 1/7	B	X					
23	Eichwiesenring 1/8	B	X		X		X	

Legende

B: Betondecke

H: Holzbalkendecke

Projekt: 97490 - S21 - Erschütterungstechn. Untersuchung PfA 1.2 - Neubaustrecke

Auftraggeber:

DB-Tunnel, Bereich Südkopf

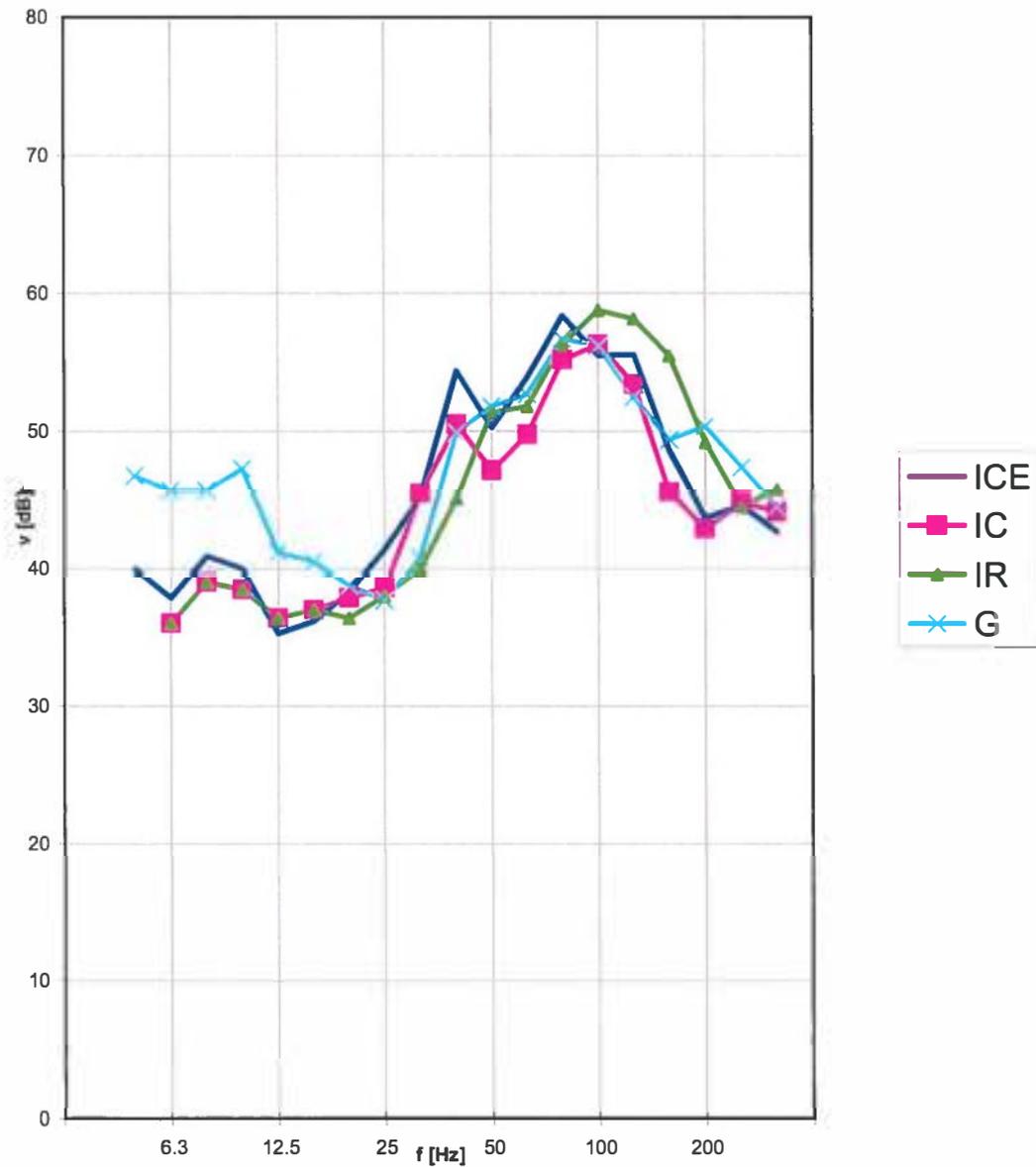
Zugart	Anzahl		Max. Geschw. [km/h]	Länge [m]
	Tag	Nacht		
ICE	104	12	≤ 95	420
IC	14	2	≤ 95	340
ICT	16	2	≤ 95	190
IR	64	4	≤ 95	205
RE-T	135	19	≤ 95	205
RE-I	134	19	≤ 95	205
RE-K	16	2	≤ 95	150
ICEn	16	8	≤ 95	420
Sg	4	16	≤ 95	400
Summe	503	84		

DB-Tunnel, Bereich Stuttgart-Fasanenhof

Zugart	Anzahl		Max. Geschw. [km/h]	Länge [m]
	Tag	Nacht		
ICE	88	8	250	420
IC	-	-	200	340
ICT	14	2	230	190
IR	16	-	200	205
RE-T	60	6	160	205
RE-I	60	6	160	205
RE-K	-	-	160	150
ICEn	16	8	250	420
Sg	4	16	160	400
Summe	258	46		

Emission Fernbahnzüge

Meßpunkt: Tunnelwand **Strecke:** Forster Tunnel und
Schwingrichtung: y Langesfeldtunnel
Geschwindigkeit: 95 - 100 km/h **Gleis:** 1

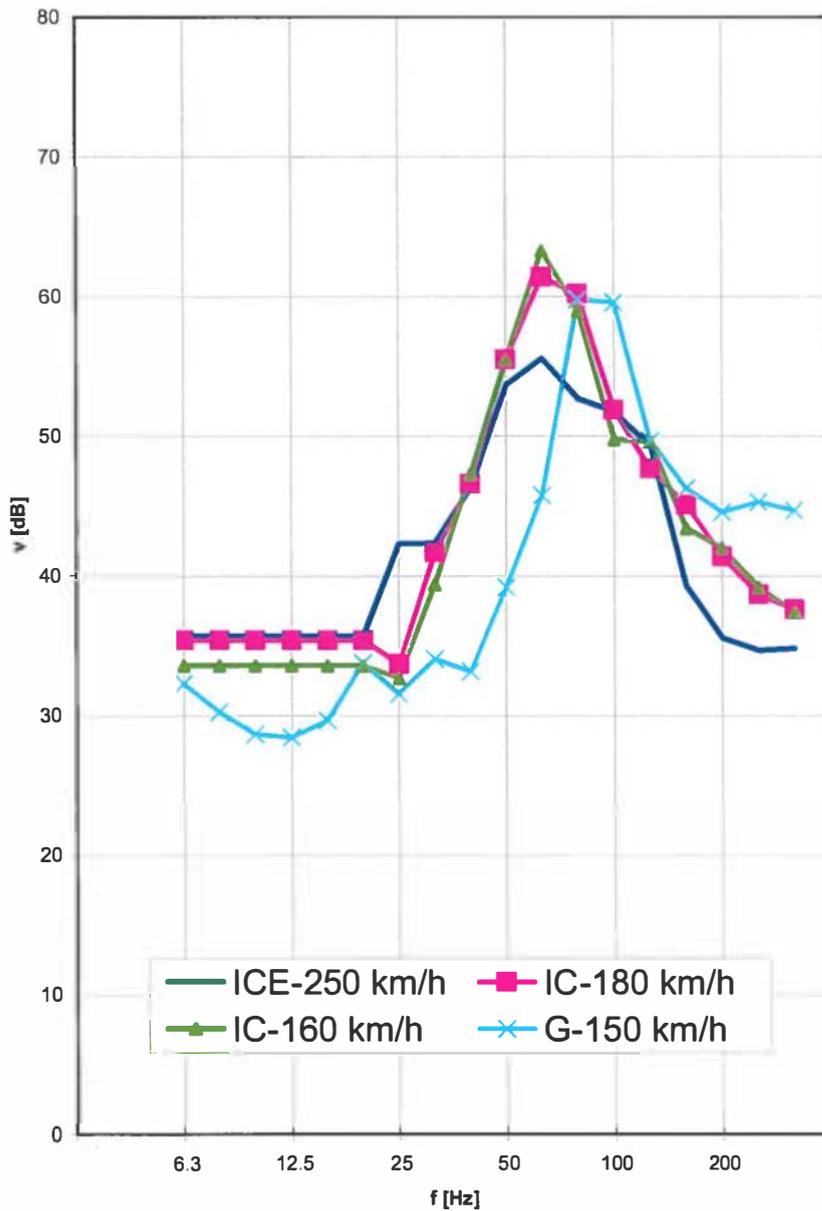


Projekt: 97490 - Erschütterungstechnische Untersuchung PfA 1.2

Emission Fernbahnzüge

FRITZ GmbH
Beratende Ingenieure VBI

Meßpunkt: Tunnelwand **Strecke:** Mühlbergtunnel
Schwingrichtung: y Kriegergtunnel
Geschwindigkeit 160-250 km/h **Gleis:** 1



Projekt: 97490 - Erschütterungstechnische Untersuchung PfA 1.2

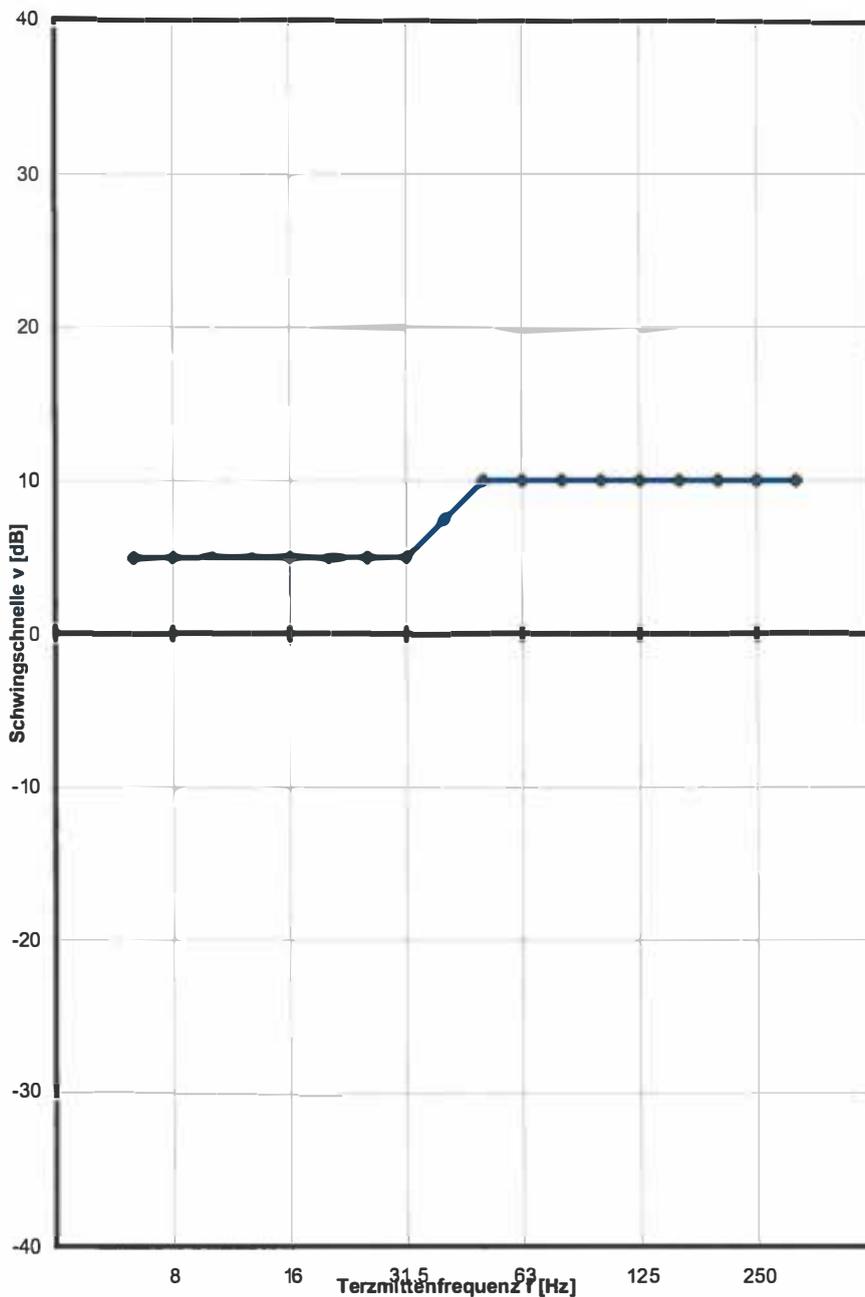
ANLAGE IV.1.2

Emissionsdifferenz A-B
 Max-Hold - RMS-fast Meßverfahren

Messart A: Max-Hold

Meßart B: RMS-fast

typische Differenz vom Meßverfahren "Max-Hold" gegenüber dem Verfahren "RMS-fast"



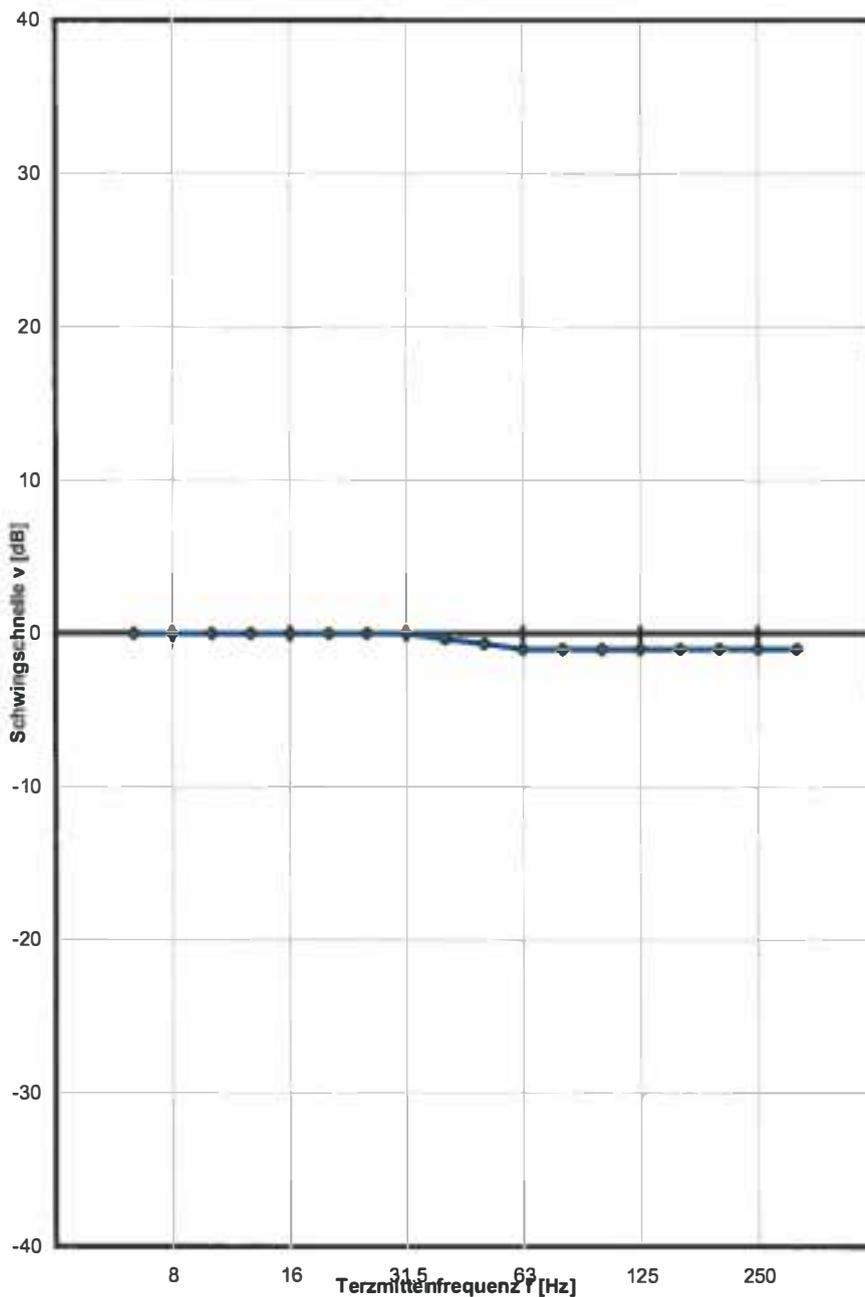
f/Hz	v/dB
5	
6.3	5.0
8	5.0
10	5.0
12.5	5.0
16	5.0
20	5.0
25	5.0
31.5	5.0
40	7.5
50	10.0
63	10.0
80	10.0
100	10.0
125	10.0
160	10.0
200	10.0
250	10.0
315	10.0

Projekt: 97490 - Erschütterungstechnische Untersuchung PfA 1.2

Emissionsdifferenz Form A - B

Form A: Rechteckig **Form B:** Rund
Gleiszahl A: 1 **Gleiszahl B:** 1

typische Emissionsdifferenz von Rechtecktunnel gegenüber rundem Tunnel



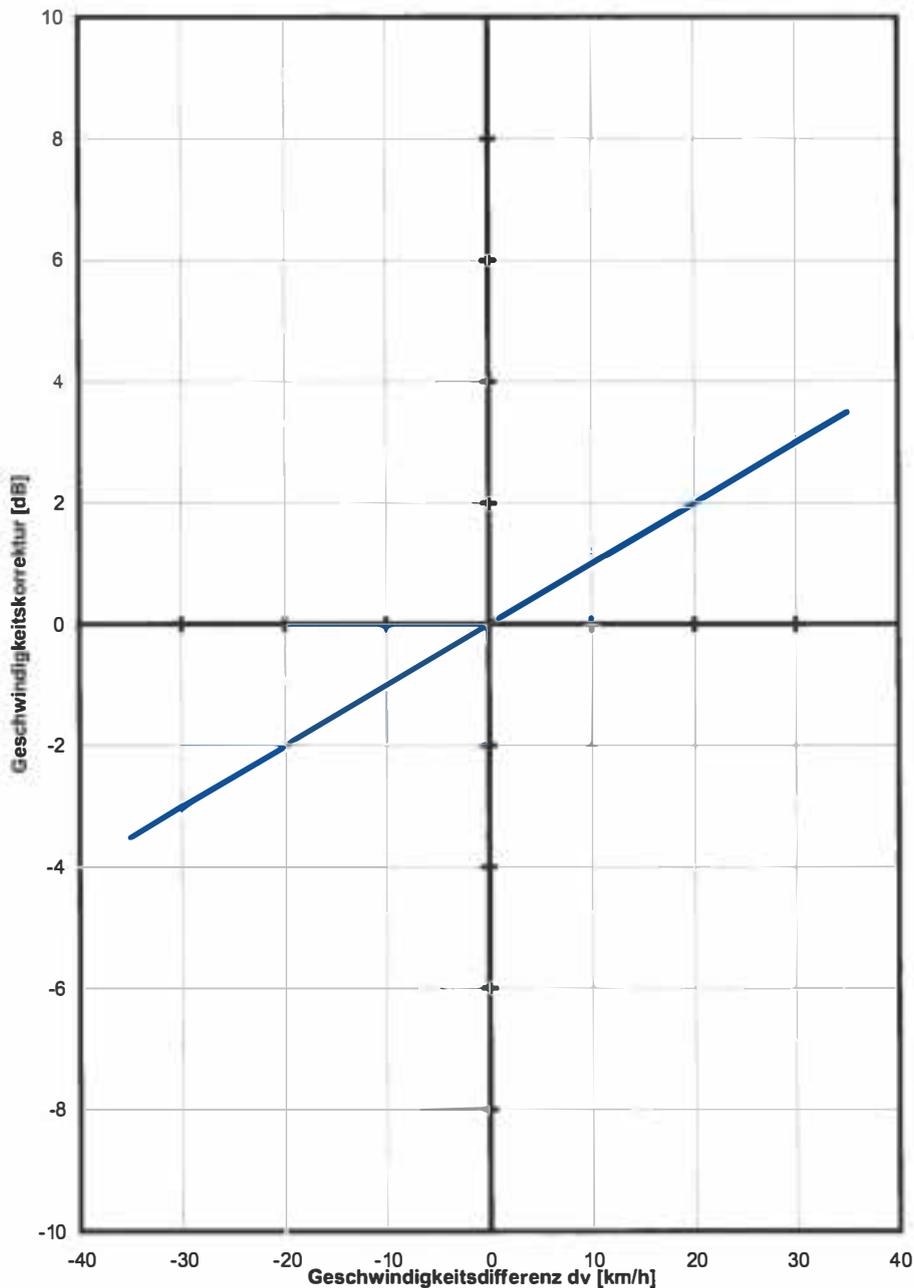
f/Hz	v/dB
5	
6.3	0.0
8	0.0
10	0.0
12.5	0.0
16	0.0
20	0.0
25	0.0
31.5	0.0
40	-0.3
50	-0.7
63	-1.0
80	-1.0
100	-1.0
125	-1.0
160	-1.0
200	-1.0
250	-1.0
315	-1.0

Projekt: 97490 - Erschütterungstechnische Untersuchung PfA 1.2

Emissionsdifferenz bei Geschwindigkeitsänderung

FRITZ GmbH
Beratende Ingenieure VBI

Schwingrichtung: z



Projekt: 97490 - Erschütterungstechnische Untersuchung PfA 1.2

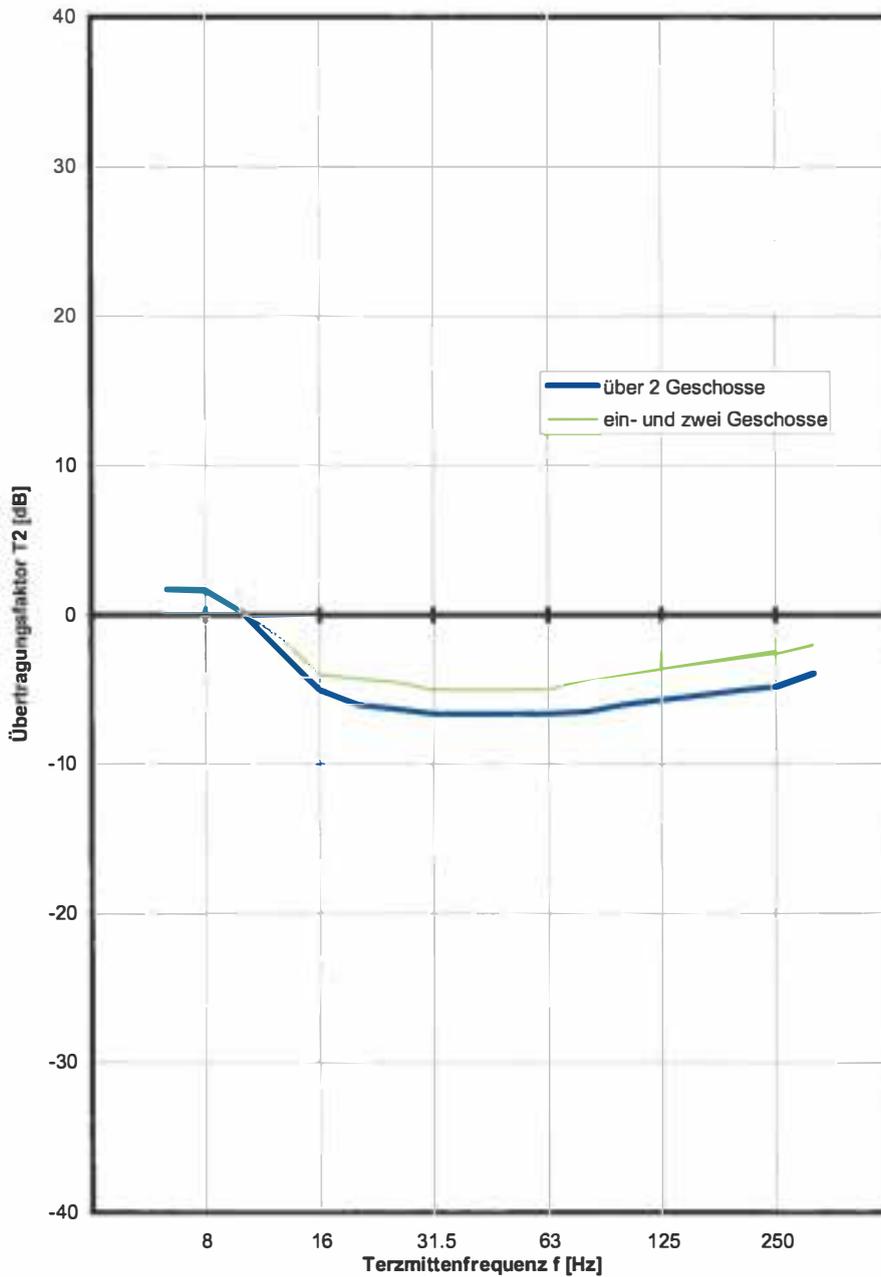
ANLAGE IV.2.3

Übertragungsdifferenz Erdreich - Fundament

Gebäude: mehrgeschossiges Gebäude

Schwingrichtung: z

Typische Minderung von Erschütterungen beim Übergang vom Erdreich auf das Gebäudefundament



f/Hz	v/dB
5	0.0
6.3	1.7
8	1.6
10	0.1
12.5	-2.6
16	-5.0
20	-6.0
25	-6.3
31.5	-6.6
40	-6.6
50	-6.6
63	-6.6
80	-6.5
100	-6.0
125	-5.7
160	-5.4
200	-5.1
250	-4.8
315	-3.9

Projekt: 97490 - Erschütterungstechnische Untersuchung PfA 1.2

A1		Emissionen ICE													FRITZ GmbH				
Neubaustrecke		Ermittlung des Emissionsspektrums													Beratende Ingenieure VBI				
Bereich: A1; IP 1 (Willy-Brandt-Str. 12, Polizei)																			
	Parameter		P Prognose-Emissionsspektrum										A Ausgangs-Emissionsspektrum						
K1	Betrieb	Zuggattung	ICE										ICE						
K2		Geschwindigkeit	ca. 50 km/h										95 km/h						
K3	Fahrweg	Kurvenbereich	nein										nein						
K4		Weichenbereich	nein										nein						
K5		Oberbau	Schotter										Schotter						
K6	Tunnel Bauwerk	Tunnelform	mehrgleisig, rechteckig										1gleisig, rechteckig						
K7		Wandstärke											ca. 80 cm						
K8		Tunnelgründung	flach										flach						
K9		Bodenverhältnisse																	
K10		Emissionspunkt	Tunnelwand										Tunnelwand						
K11	Sonstiges	Meßverfahren	Max Hold										RMS - Fast						
K12																			
K13																			
K14																			
K15																			
Ausgangsspektrum in dB $V_0=5 \cdot 10^{-5}$ m/s																			
f[Hz]	6.3	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	♠
A	37.9	40.9	40.0	35.3	36.2	38.3	41.4	45.2	54.4	50.3	53.9	58.4	55.5	55.6	48.6	43.7	44.6	42.7	63.6
Berücksichtigte Korrekturen in dB																			
f[Hz]	6.3	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	MW
L _{K1}																			
L _{K2}																			
L _{K3}																			
L _{K4}																			
L _{K5}																			
L _{K6}																			
L _{K7}																			
L _{K8}																			
L _{K9}																			
L _{K10}																			
L _{K11}	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	7.5	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	7.6
L _{K12}																			
L _{K13}																			
L _{K14}																			
L _{K15}																			
Prognosespektrum in dB $V_0=5 \cdot 10^{-5}$ m/s																			
f[Hz]	6.3	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	♠
P	42.9	45.9	45.0	40.3	41.2	43.3	46.4	50.2	61.9	60.3	63.9	68.4	65.5	65.6	58.6	53.7	54.6	52.7	73.2
Projekt: 97430 - S21 - Erschütterungstechnische Untersuchung PfA 1.2 - Neubaustrecke																			

A1		Emissionen IC												FRITZ GmbH					
Neubaustrecke		Ermittlung des Emissionsspektrums												Beratende Ingenieure VBI					
Bereich: A1; IP 1 (Willy-Brandt-Str. 12, Polizei)																			
		Parameter										P Prognose-Emissionsspektrum			A Ausgangs-Emissionsspektrum				
K1	Betrieb	Zuggattung										IC			IC				
K2		Geschwindigkeit										ca. 50 km/h			95 km/h				
K3	Fahrweg	Kurvenbereich										nein			nein				
K4		Weichenbereich										nein			nein				
K5		Oberbau										Schotter			Schotter				
K6	Tunnel Bauwerk	Tunnelform										mehrgleisig, rechteckig			1gleisig, rechteckig				
K7		Wandstärke													ca. 80 cm				
K8		Tunnelgründung										flach			flach				
K9		Bodenverhältnisse																	
K10		Emissionspunkt										Tunnelwand			Tunnelwand				
K11	Sonstiges	Meßverfahren										Max Hold			RMS - Fast				
K12																			
K13																			
K14																			
K15																			
Ausgangsspektrum in dB $V_0=5 \cdot 10^{-3}$ m/s																			
f[Hz]	6.3	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	♠
A	36.0	39.0	38.5	36.4	37.0	37.9	38.6	45.5	50.5	47.2	49.8	55.2	56.3	53.4	45.6	42.9	44.8	44.1	61.5
Berücksichtigte Korrekturen in dB																			
f[Hz]	6.3	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	MW
L _{K1}																			
L _{K2}																			
L _{K3}																			
L _{K4}																			
L _{K5}																			
L _{K6}																			
L _{K7}																			
L _{K8}																			
L _{K9}																			
L _{K10}																			
L _{K11}	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	7.5	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	7.6
L _{K12}																			
L _{K13}																			
L _{K14}																			
L _{K15}																			
Prognosespektrum in dB $V_0=5 \cdot 10^{-3}$ m/s																			
f[Hz]	6.3	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	♠
P	41.0	44.0	43.5	41.4	42.0	42.9	43.6	50.5	58.0	57.2	59.8	65.2	66.3	63.4	55.6	52.9	54.8	54.1	71.2
Projekt: 97430 - S21 - Erschütterungstechnische Untersuchung PfA 1.2 - Neubaustrecke																			

A1		Emissionen IR und N		FRITZ GmbH															
Neubaustrecke		Ermittlung des Emissionsspektrums		Beratende Ingenieure VBI															
Bereich: A1; IP 1 (Willy-Brandt-Str. 12, Polizei)																			
	Parameter	P Prognose-Emissionsspektrum	A Ausgangs-Emissionsspektrum																
K1	Betrieb	Zuggattung	IR und N																
K2		Geschwindigkeit	ca. 50 km/h																
K3	Fahrweg	Kurvenbereich	nein																
K4		Weichenbereich	nein																
K5		Oberbau	Schotter																
K6	Tunnel	Tunnelform	mehrgleisig, rechteckig																
K7	Bauwerk	Wandstärke	ca. 80 cm																
K8		Tunnelgründung	flach																
K9		Bodenverhältnisse																	
K10		Emissionspunkt	Tunnelwand																
K11	Sonstiges	Meßverfahren	Max Hold																
K12																			
K13																			
K14																			
K15																			
Ausgangsspektrum in dB $V_0=5 \cdot 10^{-3}$ m/s																			
f[Hz]	6.3	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	♠
A	36.0	39.0	38.5	36.4	37.0	36.4	38.0	40.0	45.1	51.4	51.8	56.3	58.8	58.2	55.5	49.2	44.5	45.8	64.3
Berücksichtigte Korrekturen in dB																			
f[Hz]	6.3	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	MW
L _{K1}																			
L _{K2}																			
L _{K3}																			
L _{K4}																			
L _{K5}																			
L _{K6}																			
L _{K7}																			
L _{K8}																			
L _{K9}																			
L _{K10}																			
L _{K11}	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	7.5	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	7.6
L _{K12}																			
L _{K13}																			
L _{K14}																			
L _{K15}																			
Prognosespektrum in dB $V_0=5 \cdot 10^{-3}$ m/s																			
f[Hz]	6.3	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	♠
P	41.0	44.0	43.5	41.4	42.0	41.4	43.0	45.0	52.6	61.4	61.8	66.3	68.8	68.2	65.5	59.2	54.5	55.8	74.3
Projekt: 97430 - S21 - Erschütterungstechnische Untersuchung PfA 1.2 - Neubaustrecke																			

A1	Emissionen G	FRITZ GmbH Beratende Ingenieure VBI
Neubaustrecke	Ermittlung des Emissionsspektrums	

Bereich: A1; IP 1 (Willy-Brandt-Str. 12, Polizei)

	Parameter	P Prognose-Emissionsspektrum	A Ausgangs-Emissionsspektrum
K1	Betrieb	Zuggattung	G
K2		Geschwindigkeit	ca. 50 km/h
K3	Fahrweg	Kurvenbereich	nein
K4		Weichenbereich	nein
K5		Oberbau	Schotter
K6	Tunnel Bauwerk	Tunnelform	mehrgleisig, rechteckig
K7		Wandstärke	ca. 80 cm
K8		Tunnelgründung	flach
K9		Bodenverhältnisse	
K10		Emissionspunkt	Tunnelwand
K11	Sonstiges	Meßverfahren	Max Hold
K12			
K13			
K14			
K15			

Ausgangsspektrum in dB $V_0=5 \cdot 10^{-3}$ m/s

f[Hz]	6.3	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	♠
A	45.7	45.7	47.3	41.2	40.5	38.8	37.7	40.8	49.9	51.8	52.7	56.7	56.2	52.5	49.4	50.4	47.4	44.5	62.9

Berücksichtigte Korrekturen in dB

f[Hz]	6.3	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	MW	
L _{K1}																				
L _{K2}																				
L _{K3}																				
L _{K4}																				
L _{K5}																				
L _{K6}																				
L _{K7}																				
L _{K8}																				
L _{K9}																				
L _{K10}																				
L _{K11}	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	7.5	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	7.6
L _{K12}																				
L _{K13}																				
L _{K14}																				
L _{K15}																				

Prognosespektrum in dB $V_0=5 \cdot 10^{-3}$ m/s

f[Hz]	6.3	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	♠
P	50.7	50.7	52.3	46.2	45.5	43.8	42.7	45.8	57.4	61.8	62.7	66.7	66.2	62.5	59.4	60.4	57.4	54.5	72.5

Projekt: 97430 - S21 - Erschütterungstechnische Untersuchung PFA 1.2 - Neubaustrecke

A2		Emissionen ICE											FRITZ GmbH						
Neubaustrecke		Ermittlung des Emissionsspektrums											Beratende Ingenieure VBI						
Bereich: A2; IP 2-15 (Sängerstr., Urbanstr., Schützenstr., Kernerstr.)																			
	Parameter		P Prognose-Emissionsspektrum											A Ausgangs-Emissionsspektrum					
K1	Betrieb	Zuggattung	ICE											ICE					
K2		Geschwindigkeit	ca. 50 km/h											95 km/h					
K3	Fahrweg	Kurvenbereich	nein											nein					
K4		Weichenbereich	nein											nein					
K5		Oberbau	Schotter											Schotter					
K6	Tunnel Bauwerk	Tunnelform	2 gleisig, rund											1gleisig, rechteckig					
K7		Wandstärke												ca. 80 cm					
K8		Tunnelgründung	flach											flach					
K9		Bodenverhältnisse																	
K10		Emissionspunkt	Tunnelwand											Tunnelwand					
K11	Sonstiges	Meßverfahren	Max Hold											RMS - Fast					
K12																			
K13																			
K14																			
K15																			
Ausgangsspektrum in dB $V_0=5 \cdot 10^{-3}$ m/s																			
f[Hz]	6.3	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	
A	37.9	40.9	40.0	35.3	36.2	38.3	41.4	45.2	54.4	50.3	53.9	58.4	55.5	55.6	48.6	43.7	44.6	42.7	63.6
Berucksichtigte Korrekturen in dB																			
f[Hz]	6.3	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	MW
L _{K1}																			
L _{K2}																			
L _{K3}																			
L _{K4}																			
L _{K5}																			
L _{K6}	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.7	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5
L _{K7}																			
L _{K8}																			
L _{K9}																			
L _{K10}																			
L _{K11}	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	7.5	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	7.6
L _{K12}																			
L _{K13}																			
L _{K14}																			
L _{K15}																			
Prognosespektrum in dB $V_0=5 \cdot 10^{-3}$ m/s																			
f[Hz]	6.3	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	
P	42.9	45.9	45.0	40.3	41.2	43.3	46.4	50.2	62.2	61.0	64.9	69.4	66.5	66.6	59.6	54.7	55.6	53.7	74.1
Projekt: 97430 - S21 - Erschütterungstechnische Untersuchung PfA 1.2 - Neubaustrecke																			

A2		Emissionen IC										FRITZ GmbH							
Neubaustrecke		Ermittlung des Emissionsspektrums										Beratende Ingenieure VBI							
Bereich: A2; IP 2-15 (Sängerstr., Urbanstr., Schützenstr., Kernerstr.)																			
	Parameter		P Prognose-Emissionsspektrum										A Ausgangs-Emissionsspektrum						
K1	Betrieb	Zuggattung	IC										IC						
K2		Geschwindigkeit	ca. 50 km/h										95 km/h						
K3	Fahrweg	Kurvenbereich	nein										nein						
K4		Weichenbereich	nein										nein						
K5		Oberbau	Schotter										Schotter						
K6	Tunnel	Tunnelform	2 gleisig, rund										1gleisig, rechteckig						
K7	Bauwerk	Wandstärke											ca. 80 cm						
K8		Tunnelgründung	flach										flach						
K9		Bodenverhältnisse																	
K10		Emissionspunkt	Tunnelwand										Tunnelwand						
K11	Sonstiges	Meßverfahren	Max Hold										RMS - Fast						
K12																			
K13																			
K14																			
K15																			
Ausgangsspektrum in dB $V_0=5 \cdot 10^{-3}$ m/s																			
f[Hz]	6.3	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	♠
A	36.0	39.0	38.5	36.4	37.0	37.9	38.6	45.5	50.5	47.2	49.8	55.2	56.3	53.4	45.6	42.9	44.8	44.1	61.5
Berucksichtigte Korrekturen in dB																			
f[Hz]	6.3	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	MW
L _{K1}																			
L _{K2}																			
L _{K3}																			
L _{K4}																			
L _{K5}																			
L _{K6}	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.7	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5
L _{K7}																			
L _{K8}																			
L _{K9}																			
L _{K10}																			
L _{K11}	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	7.5	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	7.6
L _{K12}																			
L _{K13}																			
L _{K14}																			
L _{K15}																			
Prognosespektrum in dB $V_0=5 \cdot 10^{-3}$ m/s																			
f[Hz]	6.3	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	♠
P	41.0	44.0	43.5	41.4	42.0	42.9	43.6	50.5	58.3	57.9	60.8	66.2	67.3	64.4	56.6	53.9	55.8	55.1	72.2
Projekt: 97430 - S21 - Erschütterungstechnische Untersuchung PfA 1.2 - Neubaustrecke																			

A2		Emissionen IR und N											FRITZ GmbH						
Neubaustrecke		Ermittlung des Emissionsspektrums											Beratende Ingenieure VBI						
Bereich: A2; IP 2-15 (Sängerstr., Urbanstr., Schützenstr., Kernerstr.)																			
		Parameter		P Prognose-Emissionsspektrum							A Ausgangs-Emissionsspektrum								
K1	Betrieb	Zuggattung		IR und N							IR								
K2		Geschwindigkeit		ca. 50 km/h							95 km/h								
K3	Fahrweg	Kurvenbereich		nein							nein								
K4		Weichenbereich		nein							nein								
K5		Oberbau		Schotter							Schotter								
K6	Tunnel	Tunnelform		2 gleisig, rund							1gleisig, rechteckig								
K7	Bauwerk	Wandstärke									ca. 80 cm								
K8		Tunnelgründung		flach							flach								
K9		Bodenverhältnisse																	
K10		Emissionspunkt		Tunnelwand							Tunnelwand								
K11	Sonstiges	Meßverfahren		Max Hold							RMS - Fast								
K12																			
K13																			
K14																			
K15																			
Ausgangsspektrum in dB $V_0=5 \cdot 10^{-3}$ m/s																			
f[Hz]	6.3	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	
A	36.0	39.0	38.5	36.4	37.0	36.4	38.0	40.0	45.1	51.4	51.8	56.3	58.8	58.2	55.5	49.2	44.5	45.8	64.3
Berucksichtigte Korrekturen in dB																			
f[Hz]	6.3	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	MW
L _{K1}																			
L _{K2}																			
L _{K3}																			
L _{K4}																			
L _{K5}																			
L _{K6}	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.7	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5
L _{K7}																			
L _{K8}																			
L _{K9}																			
L _{K10}																			
L _{K11}	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	7.5	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	7.6
L _{K12}																			
L _{K13}																			
L _{K14}																			
L _{K15}																			
Prognosespektrum in dB $V_0=5 \cdot 10^{-3}$ m/s																			
f[Hz]	6.3	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	
P	41.0	44.0	43.5	41.4	42.0	41.4	43.0	45.0	52.9	62.1	62.8	67.3	69.8	69.2	66.5	60.2	55.5	56.8	75.2
Projekt: 97430 - S21 - Erschütterungstechnische Untersuchung PfA 1.2 - Neubaustrecke																			

A2	Emissionen G	FRITZ GmbH
Neubaustrecke	Ermittlung des Emissionsspektrums	Beratende Ingenieure VBI

Bereich: A2; IP 2-15 (Sängerstr., Urbanstr., Schützenstr., Kernerstr.)

	Parameter	P Prognose-Emissionsspektrum	A Ausgangs-Emissionsspektrum
K1	Betrieb	Zuggattung	G
K2		Geschwindigkeit	ca. 50 km/h
K3	Fahrweg	Kurvenbereich	nein
K4		Weichenbereich	nein
K5		Oberbau	Schotter
K6	Tunnel	Tunnelform	2 gleisig, rund
K7		Bauwerk	Wandstärke
K8			Tunnelgründung
K9		Bodenverhältnisse	
K10		Emissionspunkt	Tunnelwand
K11	Sonstiges	Meßverfahren	Max Hold
K12			
K13			
K14			
K15			

Ausgangsspektrum in dB $V_0=5 \cdot 10^{-3}$ m/s

f[Hz]	6.3	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	
A	45.7	45.7	47.3	41.2	40.5	38.8	37.7	40.8	49.9	51.8	52.7	56.7	56.2	52.5	49.4	50.4	47.4	44.5	62.9

Berücksichtigte Korrekturen in dB

f[Hz]	6.3	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	MW	
L _{K1}																				
L _{K2}																				
L _{K3}																				
L _{K4}																				
L _{K5}																				
L _{K6}	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.7	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	
L _{K7}																				
L _{K8}																				
L _{K9}																				
L _{K10}																				
L _{K11}	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	7.5	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	7.6	
L _{K12}																				
L _{K13}																				
L _{K14}																				
L _{K15}																				

Prognosespektrum in dB $V_0=5 \cdot 10^{-3}$ m/s

f[Hz]	6.3	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	
P	50.7	50.7	52.3	46.2	45.5	43.8	42.7	45.8	57.7	62.5	63.7	67.7	67.2	63.5	60.4	61.4	58.4	55.5	73.5

Projekt: 97430 - S21 - Erschütterungstechnische Untersuchung PFA 1.2 - Neubaustrecke

B		Emissionen ICE												FRITZ GmbH						
Neubaustrecke		Ermittlung des Emissionsspektrums												Beratende Ingenieure VBI						
Bereich: B; IP16-22 (Stuttgart - Fasanenhof)																				
	Parameter		P Prognose-Emissionsspektrum												A Ausgangs-Emissionsspektrum					
K1	Betrieb	Zuggattung	ICE												ICE					
K2		Geschwindigkeit	250 km/h												250 km/h					
K3	Fahrweg	Kurvenbereich	nein												nein					
K4		Weichenbereich	nein												nein					
K5	Tunnel	Oberbau	feste Fahrbahn												feste Fahrbahn					
K6		Tunnelform	1 gleisig, rund												2 gleisig, rund					
K7		Bauwerk	Wandstärke													ca. 50 cm				
K8			Tunnelgründung	flach												flach				
K9			Bodenverhältnisse																	
K10			Emissionspunkt	Tunnelwand												Tunnelwand				
K11	Sonstiges	Meßverfahren	Max Hold												RMS - Fast					
K12																				
K13																				
K14																				
K15																				
Ausgangsspektrum in dB $V_0=5 \cdot 10^{-3}$ m/s																				
f[Hz]	6.3	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	♠	
A	35.7	35.7	35.7	35.7	35.7	35.7	42.3	42.4	46.3	53.7	55.6	52.7	51.8	49.3	39.3	35.6	34.7	34.8	60.6	
Berücksichtigte Korrekturen in dB																				
f[Hz]	6.3	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	MW	
L _{K1}																				
L _{K2}																				
L _{K3}																				
L _{K4}																				
L _{K5}																				
L _{K6}	-3.0	-3.0	-3.0	-3.0	-3.0	-3.0	-3.0	-3.0	-2.0	-1.0	0.0	1.7	3.3	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	0.2	
L _{K7}																				
L _{K8}																				
L _{K9}																				
L _{K10}																				
L _{K11}	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	7.5	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	7.6	
L _{K12}																				
L _{K13}																				
L _{K14}																				
L _{K15}																				
Prognosespektrum in dB $V_0=5 \cdot 10^{-3}$ m/s																				
f[Hz]	6.3	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	♠	
P	37.7	37.7	37.7	37.7	37.7	37.7	44.3	44.4	51.8	62.7	65.6	64.4	65.1	64.3	54.3	50.6	49.7	49.8	71.8	
Projekt: 97430 - S21 - Erschütterungstechnische Untersuchung PFA 1.2 - Neubaustrecke																				

B	Emissionen IC und IR	FRITZ GmbH Beratende Ingenieure VBI
Neubaustrecke	Ermittlung des Emissionsspektrums	

Bereich: B; IP16-22 (Stuttgart - Fasanenhof)

	Parameter	P Prognose-Emissionsspektrum	A Ausgangs-Emissionsspektrum	
K1	Betrieb	Zuggattung	IC / IR	IC
K2	Fahrweg	Geschwindigkeit	200 km/h	180 km/h
K3		Kurvenbereich	nein	nein
K4		Weichenbereich	nein	nein
K5		Oberbau	feste Fahrbahn	feste Fahrbahn
K6	Tunnel	Tunnelform	1 gleisig, rund	2 gleisig, rund
K7	Bauwerk	Wandstärke		ca. 50 cm
K8		Tunnelgründung	flach	flach
K9		Bodenverhältnisse		
K10		Emissionspunkt	Tunnelwand	Tunnelwand
K11	Sonstiges	Meßverfahren	Max Hold	RMS - Fast
K12				
K13				
K14				
K15				

Ausgangsspektrum in dB $V_0=5 \cdot 10^{-3}$ m/s

f[Hz]	6.3	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	♠
A	35.4	35.4	35.4	35.4	35.4	35.4	33.7	41.7	46.6	55.5	61.4	60.2	51.9	47.7	45.1	41.4	38.7	37.6	65.0

Berücksichtigte Korrekturen in dB

f[Hz]	6.3	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	MW	
L _{K1}																				
L _{K2}	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
L _{K3}																				
L _{K4}																				
L _{K5}																				
L _{K6}	-3.0	-3.0	-3.0	-3.0	-3.0	-3.0	-3.0	-3.0	-2.0	-1.0	0.0	1.7	3.3	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	0.2
L _{K7}																				
L _{K8}																				
L _{K9}																				
L _{K10}																				
L _{K11}	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	7.5	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	7.6
L _{K12}																				
L _{K13}																				
L _{K14}																				
L _{K15}																				

Prognosespektrum in dB $V_0=5 \cdot 10^{-3}$ m/s

f[Hz]	6.3	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	♠
P	39.4	39.4	39.4	39.4	39.4	39.4	37.7	45.7	54.1	66.5	73.4	73.9	67.2	64.7	62.1	58.4	55.7	54.6	77.9

Projekt: 97430 - S21 - Erschütterungstechnische Untersuchung PfA 1.2 - Neubaustrecke

B	Emissionen N	FRITZ GmbH Beratende Ingenieure VBI
Neubaustrecke	Ermittlung des Emissionsspektrums	

Bereich: B; IP16-22 (Stuttgart - Fasanenhof)

	Parameter	P Prognose-Emissionsspektrum	A Ausgangs-Emissionsspektrum	
K1	Betrieb	Zuggattung	N	IC
K2		Geschwindigkeit	160 km/h	160 km/h
K3	Fahrweg	Kurvenbereich	nein	nein
K4		Weichenbereich	nein	nein
K5		Oberbau	feste Fahrbahn	feste Fahrbahn
K6	Tunnel	Tunnelform	1 gleisig, rund	2 gleisig, rund
K7	Bauwerk	Wandstärke		ca. 50 cm
K8		Tunnelgründung	flach	flach
K9		Bodenverhältnisse		
K10		Emissionspunkt	Tunnelwand	Tunnelwand
K11	Sonstiges	Meßverfahren	Max Hold	RMS - Fast
K12				
K13				
K14				
K15				

Ausgangsspektrum in dB $V_0=5 \cdot 10^{-8}$ m/s

f[Hz]	6.3	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	♠
A	33.6	33.6	33.6	33.6	33.6	33.6	32.7	39.4	47.3	55.5	63.3	59.0	49.8	49.6	43.4	42.0	39.2	37.4	65.6

Berücksichtigte Korrekturen in dB

f[Hz]	6.3	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	MW	
L _{K1}																				
L _{K2}																				
L _{K3}																				
L _{K4}																				
L _{K5}																				
L _{K6}	-3.0	-3.0	-3.0	-3.0	-3.0	-3.0	-3.0	-3.0	-2.0	-1.0	0.0	1.7	3.3	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	0.2	
L _{K7}																				
L _{K8}																				
L _{K9}																				
L _{K10}																				
L _{K11}	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	7.5	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	7.6	
L _{K12}																				
L _{K13}																				
L _{K14}																				
L _{K15}																				

Prognosespektrum in dB $V_0=5 \cdot 10^{-8}$ m/s

f[Hz]	6.3	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	♠
P	35.6	35.6	35.6	35.6	35.6	35.6	34.7	41.4	52.8	64.5	73.3	70.7	63.1	64.6	58.4	57.0	54.2	52.4	76.3

Projekt: 97430 - S21 - Erschütterungstechnische Untersuchung PfA 1.2 - Neubaustrecke

B		Emissionen G												FRITZ GmbH					
Neubaustrecke		Ermittlung des Emissionsspektrums												Beratende Ingenieure VBI					
Bereich: B; IP16-22 (Stuttgart - Fasanenhof)																			
	Parameter		P Prognose-Emissionsspektrum												A Ausgangs-Emissionsspektrum				
K1	Betrieb	Zuggattung	G												InterCargo				
K2		Geschwindigkeit	160 km/h												150 km/h				
K3	Fahrweg	Kurvenbereich	nein												nein				
K4		Weichenbereich	nein												nein				
K5		Oberbau	feste Fahrbahn												Schotter				
K6	Tunnel Bauwerk	Tunnelform	1 gleisig, rund												2 gleisig, rund				
K7		Wandstärke																	
K8		Tunnelgründung	flach												flach				
K9		Bodenverhältnisse																	
K10		Emissionspunkt	Tunnelwand												Tunnelwand				
K11		Sonstiges	Meßverfahren	Max Hold												RMS - Fast			
K12																			
K13																			
K14																			
K15																			
Ausgangsspektrum in dB $V_0=5 \cdot 10^{-3}$ m/s																			
f[Hz]	6.3	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	♠
A	32.3	30.3	28.7	28.5	29.7	33.8	31.6	34.1	33.2	39.2	45.8	59.8	59.6	49.7	46.3	44.6	45.3	44.7	63.3
Berücksichtigte Korrekturen in dB																			
f[Hz]	6.3	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	MW
L _{K1}																			
L _{K2}	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
L _{K3}																			
L _{K4}																			
L _{K5}																			
L _{K6}	-3.0	-3.0	-3.0	-3.0	-3.0	-3.0	-3.0	-3.0	-2.0	-1.0	0.0	1.7	3.3	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	0.2
L _{K7}																			
L _{K8}																			
L _{K9}																			
L _{K10}																			
L _{K11}	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	7.5	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	7.6
L _{K12}																			
L _{K13}																			
L _{K14}																			
L _{K15}																			
Prognosespektrum in dB $V_0=5 \cdot 10^{-3}$ m/s																			
f[Hz]	6.3	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	♠
P	35.3	33.3	31.7	31.5	32.7	36.8	34.6	37.1	39.7	49.2	56.8	72.5	73.9	65.7	62.3	60.6	61.3	60.7	77.2
Projekt: 97430 - S21 - Erschütterungstechnische Untersuchung PFA 1.2 - Neubaustrecke																			

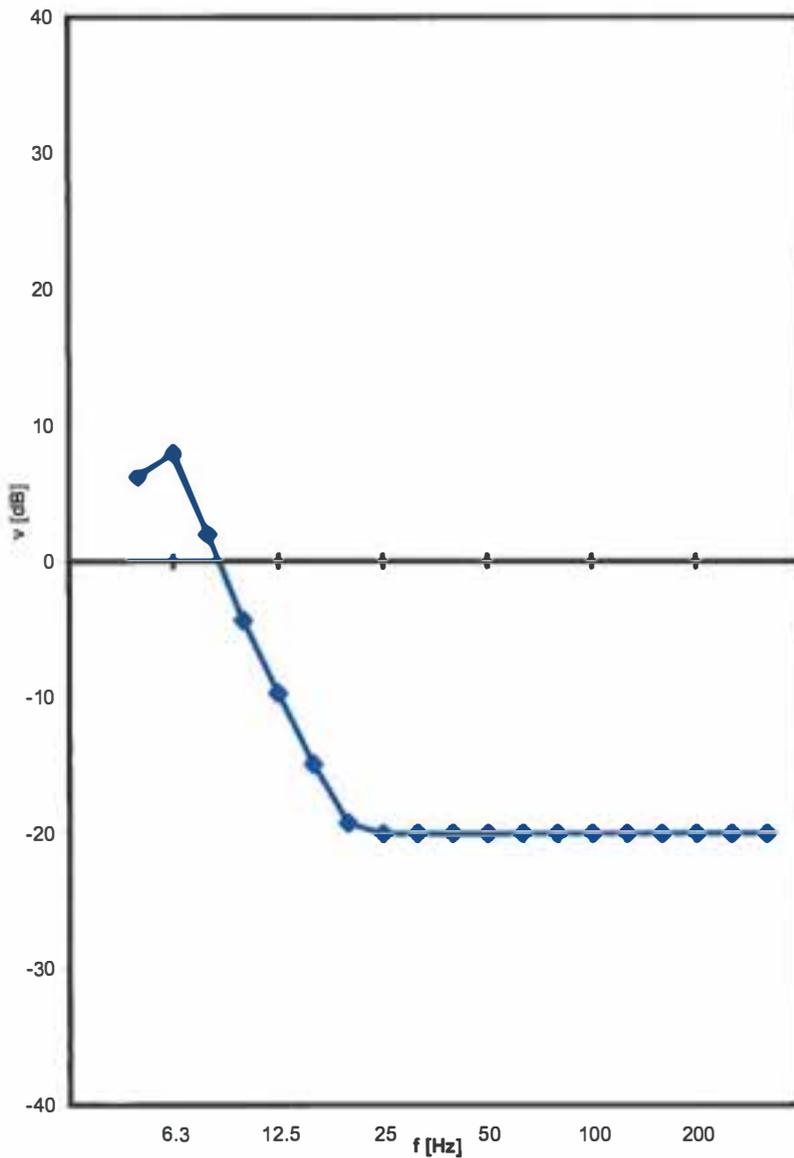
B		Emissionen ICT													FRITZ GmbH				
Neubaustrecke		Ermittlung des Emissionsspektrums													Beratende Ingenieure VBI				
Bereich: B; IP16-22 (Stuttgart - Fasanenhof)																			
	Parameter		P Prognose-Emissionsspektrum										A Ausgangs-Emissionsspektrum						
K1	Betrieb	Zuggattung	ICT										IC						
K2		Geschwindigkeit	230 km/h										180 km/h						
K3	Fahrweg	Kurvenbereich	nein										nein						
K4		Weichenbereich	nein										nein						
K5	Tunnel	Oberbau	feste Fahrbahn										feste Fahrbahn						
K6		Tunnelform	1 gleisig, rund										2 gleisig, rund						
K7		Bauwerk	Wandstärke											ca. 50 cm					
K8			Tunnelgründung	flach										flach					
K9			Bodenverhältnisse																
K10			Emissionspunkt	Tunnelwand										Tunnelwand					
K11	Sonstiges	Meßverfahren	Max Hold										RMS - Fast						
K12																			
K13																			
K14																			
K15																			
Ausgangsspektrum in dB $V_0=5 \cdot 10^{-3}$ m/s																			
f[Hz]	6.3	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	♠
A	35.4	35.4	35.4	35.4	35.4	35.4	33.7	41.7	46.6	55.5	61.4	60.2	51.9	47.7	45.1	41.4	38.7	37.6	65.0
Berücksichtigte Korrekturen in dB																			
f[Hz]	6.3	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	MW
L _{K1}																			
L _{K2}	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
L _{K3}																			
L _{K4}																			
L _{K5}																			
L _{K6}	-3.0	-3.0	-3.0	-3.0	-3.0	-3.0	-3.0	-3.0	-2.0	-1.0	0.0	1.7	3.3	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	0.2
L _{K7}																			
L _{K8}																			
L _{K9}																			
L _{K10}																			
L _{K11}	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	7.5	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	7.6
L _{K12}																			
L _{K13}																			
L _{K14}																			
L _{K15}																			
Prognosespektrum in dB $V_0=5 \cdot 10^{-3}$ m/s																			
f[Hz]	6.3	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	♠
P	42.4	42.4	42.4	42.4	42.4	42.4	40.7	48.7	57.1	69.5	76.4	76.9	70.2	67.7	65.1	61.4	58.7	57.6	80.9
Projekt: 97430 - S21 - Erschütterungstechnische Untersuchung PfA 1.2 - Neubaustrecke																			

Übertragung typisches Masse-Feder-System

Eigenfrequ. f_e : 6.3 Hz

Dämpfung D: 0.2

Untergrenze: -20 dB



f/Hz	v [dB]
4	
5	6.2
6.3	8.0
8	2.0
10	-4.3
12.5	-9.7
16	-14.9
20	-19.2
25	-20.0
31.5	-20.0
40	-20.0
50	-20.0
63	-20.0
80	-20.0
100	-20.0
125	-20.0
160	-20.0
200	-20.0
250	-20.0
315	-20.0

Projekt: 97490 - Erschütterungstechnische Untersuchung PfA 1.2

Auftraggeber:

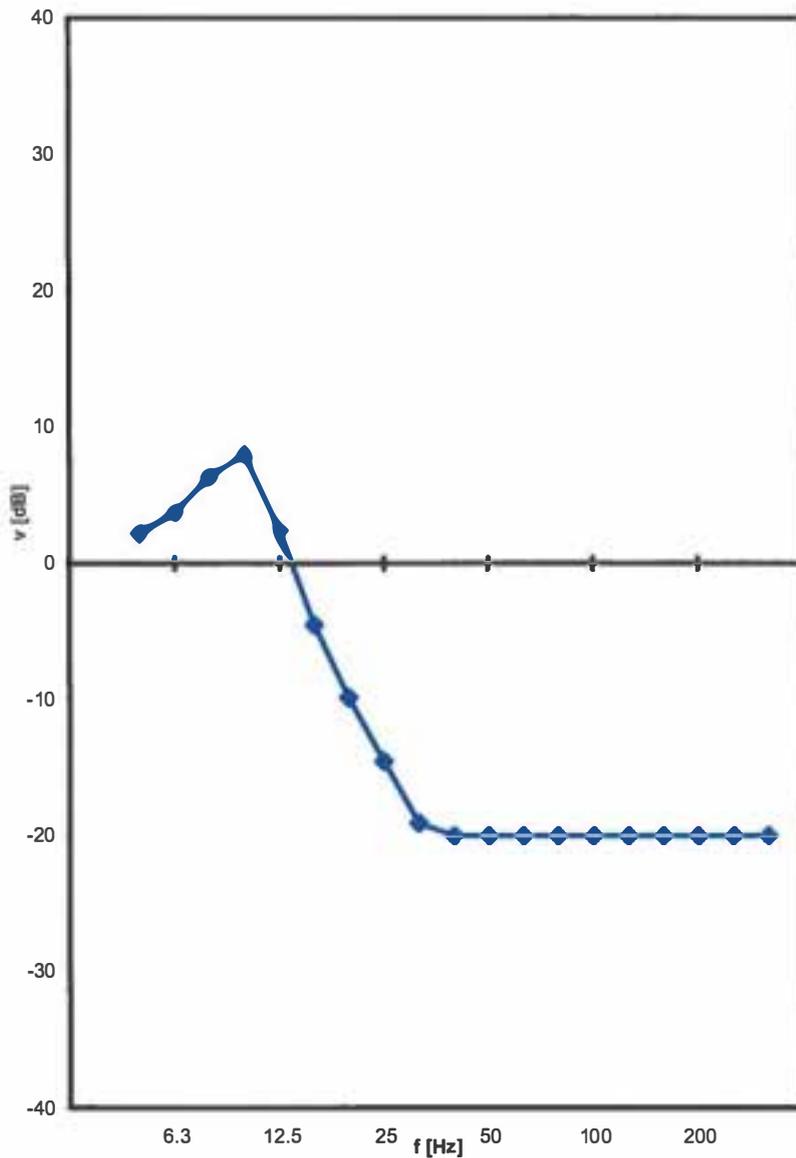
Übertragung typisches Masse-Feder-System

FRITZ GmbH
Beratende Ingenieure VBI

Eigenfrequ. f_e : 10 Hz

Dämpfung D: 0.2

Untergrenze: -20 dB



f/Hz	v [dB]
4	
5	2.2
6.3	3.7
8	6.3
10	8.0
12.5	2.5
16	-4.5
20	-9.8
25	-14.6
31.5	-19.1
40	-20.0
50	-20.0
63	-20.0
80	-20.0
100	-20.0
125	-20.0
160	-20.0
200	-20.0
250	-20.0
315	-20.0

Projekt: 97490 - Erschütterungstechnische Untersuchung PFA 1.2
Auftraggeber:

ANLAGE V.2

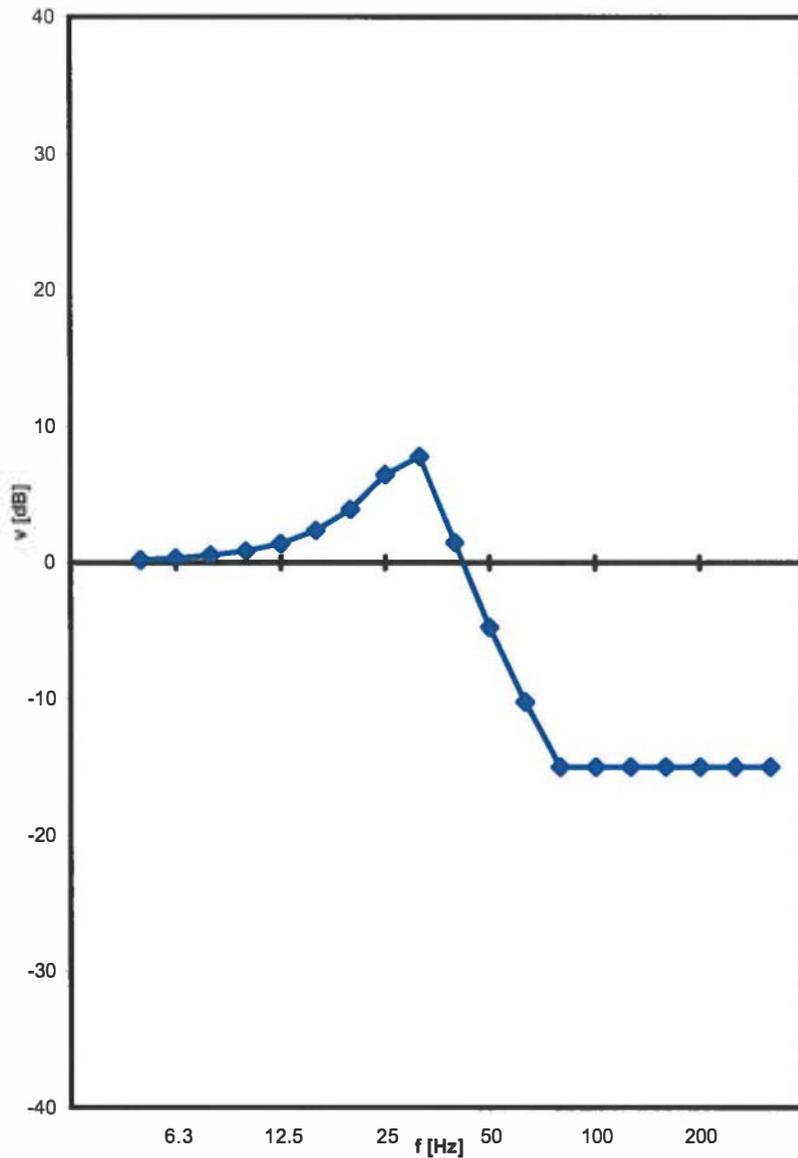
Übertragung typisches Masse-Feder-System

FRITZ GmbH
Beratende Ingenieure VBI

Eigenfrequ. f_e : 31 Hz

Dämpfung D: 0.2

Untergrenze: -15 dB



f/Hz	v [dB]
4	
5	0.2
6.3	0.3
8	0.5
10	0.9
12.5	1.4
16	2.4
20	3.9
25	6.5
31.5	7.8
40	1.5
50	-4.7
63	-10.2
80	-15.0
100	-15.0
125	-15.0
160	-15.0
200	-15.0
250	-15.0
315	-15.0

Projekt: 97490 - Erschütterungstechnische Untersuchung PfA 1.2

ANLAGE V.3

Legende

Maßnahme: Art und Eigenfrequenz der Schutzmaßnahme

USM i : Unterschottermatte mit einer Eigenfrequenz von i Hz

MFS j : Masse-Feder-System mit einer Eigenfrequenz von j Hz

KB_{Fmax} : maximale bewertete Schwingstärke

KB_{FTr} : Beurteilungsschwingstärke

L_{ri} : A-bewerteter Mittelungs-Innenschallpegel

GN: Gebietsnutzung

GI: Industriegebiet

GE: Gewerbegebiet

MI: Mischgebiet

WA: Wohngebiet

SO: Sondergebiet



Die Anforderungen der Norm sind erfüllt



Die Anforderungen der Norm sind **nicht** erfüllt



Es ist noch ein weiterer Prüfschritt erforderlich

Projekt: 97490 - S21 - Erschütterungstechnische Untersuchung PfA 1.2 - Neubaustrecke
Auftraggeber: DB AG / DB Projekt GmbH Stuttgart 21

PfA 1.2

Neubaustrecke

Erschütterungs-Prognose 1. Schritt der Beurteilung

FRITZ GmbH
Beratende Ingenieure VBI

IP Nr	Gebäude	Be- reich	Maß- nahme	GN	maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax}					
					Raum 1		Raum 2		Raum 3	
					Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	Willy-Brandt-Str. 12, Polizei	A	keine	MI	0.099	0.099	0.092	0.092	0.121	0.121
2	Neckar-Realschule	A	keine	WA	0.214	0.214	0.182	0.182	0.212	0.212
2	Neckar-Realschule	A	keine	WA	0.223	0.223	0.218	0.218	0.255	0.255
3	Sängerstr. 6a	A	keine	WA	0.700	0.700	0.221	0.221	0.388	0.388
4	Sängerstr. 8	A	keine	WA	0.669	0.669	0.263	0.263	0.149	0.149
4	Sängerstr. 8	A	keine	WA	0.195	0.195				
5	Urbanstr. 49a	A	keine	WA	0.436	0.436	0.292	0.292	0.291	0.291
6	Urbanstr. 49	A	keine	WA	0.584	0.584	0.347	0.347	0.282	0.282
7	Urbanstraße 62a	A	keine	WA	0.036	0.036	0.038	0.038	0.049	0.049
8	Urbanstr. 64	A	keine	WA	0.042	0.042	0.033	0.033	0.033	0.033
9	Urbanstr. 66	A	keine	WA	0.235	0.235	0.126	0.126	0.117	0.117
10	Schützenstr. 11	A	keine	WA	0.100	0.100	0.037	0.037	0.044	0.044
11	Schützenstr. 4	A	keine	WA	0.118	0.118	0.181	0.181	0.087	0.087
12	Schützenstr. 6	A	keine	WA	0.039	0.039	0.039	0.039	0.075	0.075
13	Schützenstr. 8	A	keine	WA	0.052	0.052	0.189	0.189	0.086	0.086
14	Schützenstr. 10	A	keine	WA	0.087	0.087	0.087	0.087	0.047	0.047
15	Kernerstr. 34	A	keine	WA	0.044	0.044	0.088	0.088	0.123	0.123
15	Kernerstr. 34	A	keine	WA	0.183	0.183				
16	Eichwiesenring 1/1	B	keine	GE	0.294	0.294	0.160	0.160	0.161	0.161
16	Eichwiesenring 1/1	B	keine	GE	0.099	0.099				
17	Schelmenwasenstr. 12	B	keine	GE	0.474	0.474	1.027	1.027		
18	Schelmenwasenstr. 37	B	keine	GE	0.264	0.264	0.225	0.225	0.108	0.108
19	Schelmenwasenstr. 39	B	keine	GE	0.058	0.058	0.091	0.091	0.052	0.052
20	Schelmenwasenstr. 41	B	keine	GE	0.169	0.169	0.438	0.438	0.264	0.264
21	Schelmenwasenstr. 43	B	keine	GE	0.152	0.152				
22	Schelmenwasenstr. 45	B	keine	GE	0.341	0.341	0.404	0.404	1.020	1.020

Legende siehe ANLAGE VI.1



Die Anforderungen der DIN 4150/2 sind erfüllt



Die Anforderungen der DIN 4150/2 sind **nicht** erfüllt



Es muß noch die Beurteilungsschwingstärke KB_{FT} überprüft werden

Projekt: 97490 - S21 - Erschütterungstechnische Untersuchung PfA 1.2 - Neubaustrecke

ANLAGE VI.2.1

IP Nr	Gebäude	Be- reich	Maß- nahme	GN	Beurteilungsschwingstärke - KB_{Fr}					
					Raum 1		Raum 2		Raum 3	
					Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	Willy-Brandt-Str. 12, Polizei	A	keine	MI	0.000	0.000	0.000	0.000	0.026	0.022
2	Neckar-Realschule	A	keine	WA	0.095	0.056	0.072	0.045	0.076	0.048
2	Neckar-Realschule	A	keine	WA	0.097	0.057	0.085	0.053	0.111	0.066
3	Sängerstr. 6a	A	keine	WA	0.284	0.168	0.085	0.053	0.131	0.080
4	Sängerstr. 8	A	keine	WA	0.291	0.171	0.096	0.057	0.068	0.040
4	Sängerstr. 8	A	keine	WA	0.084	0.050				
5	Urbanstr. 49a	A	keine	WA	0.174	0.102	0.125	0.073	0.126	0.074
6	Urbanstr. 49	A	keine	WA	0.250	0.146	0.149	0.087	0.086	0.057
7	Urbanstraße 62a	A	keine	WA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
8	Urbanstr. 64	A	keine	WA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
9	Urbanstr. 66	A	keine	WA	0.101	0.059	0.059	0.035	0.030	0.022
10	Schützenstr. 11	A	keine	WA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11	Schützenstr. 4	A	keine	WA	0.030	0.017	0.064	0.039	0.000	0.000
12	Schützenstr. 6	A	keine	WA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
13	Schützenstr. 8	A	keine	WA	0.000	0.000	0.009	0.024	0.000	0.000
14	Schützenstr. 10	A	keine	WA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
15	Kernerstr. 34	A	keine	WA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.016
15	Kernerstr. 34	A	keine	WA	0.008	0.024				
16	Eichwiesenring 1/1	B	keine	GE	0.051	0.028	0.017	0.007	0.017	0.007
16	Eichwiesenring 1/1	B	keine	GE	0.000	0.000				
17	Schelmenwasenstr. 12	B	keine	GE	0.100	0.048	0.217	0.103		
18	Schelmenwasenstr. 37	B	keine	GE	0.049	0.022	0.038	0.022	0.009	0.005
19	Schelmenwasenstr. 39	B	keine	GE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20	Schelmenwasenstr. 41	B	keine	GE	0.033	0.014	0.091	0.044	0.051	0.023
21	Schelmenwasenstr. 43	B	keine	GE	0.016	0.007				
22	Schelmenwasenstr. 45	B	keine	GE	0.070	0.035	0.081	0.042	0.201	0.106

Legende siehe ANLAGE VI.1



Die Anforderungen der DIN 4150/2 sind erfüllt



Die Anforderungen der DIN 4150/2 sind **nicht** erfüllt

Projekt: 97490 - S21 - Erschütterungstechnische Untersuchung PfA 1.2 - Neubaustrecke

PfA 1.2

Prognose sekundärer Luftschall Beurteilungspegel

Neubaustrecke

IP Nr	Gebäude	Be- reich	Maß- nahme	GN	Beurteilungs-Innenschallpegel - L _{ri}					
					Raum 1		Raum 2		Raum 3	
					Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	Willy-Brandt-Str. 12, Polizei	A	keine	MI	40.1	35.7	43.5	39.1	41.6	37.3
2	Neckar-Realschule	A	keine	WA	44.4	40.3	39.4	35.2	39.4	35.1
2	Neckar-Realschule	A	keine	WA	40.6	36.2	43.4	39.1	43.2	38.6
3	Sängerstr. 6a	A	keine	WA	40.3	35.9	37.0	32.6	35.3	31.0
4	Sängerstr. 8	A	keine	WA	41.1	36.8	41.8	37.4	47.1	43.0
4	Sängerstr. 8	A	keine	WA	44.6	39.9				
5	Urbanstr. 49a	A	keine	WA	44.5	40.0	43.0	38.8	44.0	39.4
6	Urbanstr. 49	A	keine	WA	43.5	39.0	41.4	37.1	38.4	34.2
7	Urbanstraße 62a	A	keine	WA	35.1	30.6	36.2	31.6	41.5	36.8
8	Urbanstr. 64	A	keine	WA	43.2	39.1	39.0	35.0	38.7	34.7
9	Urbanstr. 66	A	keine	WA	37.1	32.7	37.0	32.5	32.1	27.8
10	Schützenstr. 11	A	keine	WA	38.3	33.6	30.2	25.9	33.4	29.2
11	Schützenstr. 4	A	keine	WA	37.7	33.1	36.7	32.1	32.2	27.8
12	Schützenstr. 6	A	keine	WA	34.2	29.9	32.9	28.8	31.3	26.9
13	Schützenstr. 8	A	keine	WA	33.5	29.1	37.0	32.8	33.0	29.0
14	Schützenstr. 10	A	keine	WA	36.2	32.0	36.2	31.9	30.9	26.6
15	Kernerstr. 34	A	keine	WA	31.6	27.2	33.5	29.0	37.8	33.7
15	Kernerstr. 34	A	keine	WA	34.6	30.0				
16	Eichwiesenring 1/1	B	keine	GE	32.3	30.2	27.5	24.6	25.8	22.6
16	Eichwiesenring 1/1	B	keine	GE	26.7	24.5				
17	Schelmenwasenstr. 12	B	keine	GE	30.3	26.4	32.6	28.1		
18	Schelmenwasenstr. 37	B	keine	GE	28.8	26.1	34.2	32.4	22.9	21.0
19	Schelmenwasenstr. 39	B	keine	GE	25.6	23.6	28.0	25.4	25.3	22.6
20	Schelmenwasenstr. 41	B	keine	GE	28.5	26.3	30.3	27.6	27.4	23.7
21	Schelmenwasenstr. 43	B	keine	GE	28.1	25.4				
22	Schelmenwasenstr. 45	B	keine	GE	32.0	29.2	32.4	29.1	33.0	29.2

Legende siehe ANLAGE VI.1



Die Anforderungen der 24. BImSchV sind erfüllt



Die Anforderungen der 24. BImSchV sind nicht erfüllt

Projekt: 97490 - S21 - Erschütterungstechnische Untersuchung PfA 1.2 - Neubaustrecke

PfA 1.2

Neubaustrecke

Erschütterungs-Prognose 1. Schritt der Beurteilung

FRITZ GmbH
Beratende Ingenieure VBI

IP Nr	Gebäude	Be- reich	Maß- nahme	GN	maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax}					
					Raum 1		Raum 2		Raum 3	
					Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	Willy-Brandt-Str. 12, Polizei	A	MFS 6.3	MI	0.063	0.063	0.050	0.050	0.059	0.059
2	Neckar-Realschule	A	MFS 6.3	WA	0.066	0.066	0.088	0.088	0.114	0.114
2	Neckar-Realschule	A	MFS 6.3	WA	0.046	0.046	0.108	0.108	0.083	0.083
3	Sängerstr. 6a	A	MFS 6.3	WA	0.083	0.083	0.169	0.169	0.123	0.123
4	Sängerstr. 8	A	MFS 6.3	WA	0.074	0.074	0.051	0.051	0.063	0.063
4	Sängerstr. 8	A	MFS 6.3	WA	0.080	0.080				
5	Urbanstr. 49a	A	MFS 6.3	WA	0.065	0.065	0.074	0.074	0.095	0.095
6	Urbanstr. 49	A	MFS 6.3	WA	0.090	0.090	0.072	0.072	0.211	0.211
7	Urbanstraße 62a	A	MFS 10	WA	0.052	0.052	0.038	0.038	0.078	0.078
8	Urbanstr. 64	A	MFS 10	WA	0.038	0.038	0.044	0.044	0.048	0.048
9	Urbanstr. 66	A	MFS 10	WA	0.040	0.040	0.039	0.039	0.046	0.046
10	Schützenstr. 11	A	MFS 10	WA	0.027	0.027	0.026	0.026	0.032	0.032
11	Schützenstr. 4	A	MFS 31	WA	0.045	0.045	0.191	0.191	0.125	0.125
12	Schützenstr. 6	A	MFS 31	WA	0.031	0.031	0.044	0.044	0.077	0.077
13	Schützenstr. 8	A	MFS 31	WA	0.035	0.035	0.208	0.208	0.096	0.096
14	Schützenstr. 10	A	MFS 31	WA	0.086	0.086	0.087	0.087	0.058	0.058
15	Kernerstr. 34	A	MFS 31	WA	0.040	0.040	0.091	0.091	0.138	0.138
15	Kernerstr. 34	A	MFS 31	WA	0.201	0.201				
16	Eichwiesenring 1/1	B	MFS 31	GE	0.132	0.132	0.056	0.056	0.066	0.066
16	Eichwiesenring 1/1	B	MFS 31	GE	0.043	0.043				
17	Schelmenwasenstr. 12	B	MFS 31	GE	0.155	0.155	0.369	0.369		
18	Schelmenwasenstr. 37	B	MFS 31	GE	0.099	0.099	0.107	0.107	0.112	0.112
19	Schelmenwasenstr. 39	B	MFS 31	GE	0.028	0.028	0.042	0.042	0.047	0.047
20	Schelmenwasenstr. 41	B	MFS 31	GE	0.085	0.085	0.183	0.183	0.150	0.150
21	Schelmenwasenstr. 43	B	MFS 31	GE	0.049	0.049				
22	Schelmenwasenstr. 45	B	MFS 31	GE	0.132	0.132	0.154	0.154	0.281	0.281

Legende siehe ANLAGE VI.1

- Die Anforderungen der DIN 4150/2 sind erfüllt
- Die Anforderungen der DIN 4150/2 sind **nicht** erfüllt
- Es muß noch die Beurteilungsschwingstärke KB_{FT} überprüft werden

Projekt: 97490 - S21 - Erschütterungstechnische Untersuchung PfA 1.2 - Neubaustrecke
Auftraggeber: DB AG / DB Projekt GmbH Stuttgart 21

ANLAGE VI.4.1

PfA 1.2

Neubaustrecke

Erschütterungs-Prognose 2. Schritt der Beurteilung

FRITZ GmbH
Beratende Ingenieure VBI

IP Nr	Gebäude	Be- reich	Maß- nahme	GN	Beurteilungsschwingstärke - KB_{Fr}					
					Raum 1		Raum 2		Raum 3	
					Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	Willy-Brandt-Str. 12, Polizei	A	MFS 6.3	MI	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	Neckar-Realschule	A	MFS 6.3	WA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.015
2	Neckar-Realschule	A	MFS 6.3	WA	0.000	0.000	0.005	0.014	0.000	0.000
3	Sängerstr. 6a	A	MFS 6.3	WA	0.000	0.000	0.008	0.022	0.006	0.016
4	Sängerstr. 8	A	MFS 6.3	WA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4	Sängerstr. 8	A	MFS 6.3	WA	0.000	0.000				
5	Urbanstr. 49a	A	MFS 6.3	WA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6	Urbanstr. 49	A	MFS 6.3	WA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.027	0.031
7	Urbanstraße 62a	A	MFS 10	WA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
8	Urbanstr. 64	A	MFS 10	WA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
9	Urbanstr. 66	A	MFS 10	WA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	Schützenstr. 11	A	MFS 10	WA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11	Schützenstr. 4	A	MFS 31	WA	0.000	0.000	0.051	0.033	0.035	0.024
12	Schützenstr. 6	A	MFS 31	WA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
13	Schützenstr. 8	A	MFS 31	WA	0.000	0.000	0.009	0.027	0.000	0.000
14	Schützenstr. 10	A	MFS 31	WA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
15	Kernerstr. 34	A	MFS 31	WA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.018
15	Kernerstr. 34	A	MFS 31	WA	0.009	0.026				
16	Eichwiesenring 1/1	B	MFS 31	GE	0.011	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000
16	Eichwiesenring 1/1	B	MFS 31	GE	0.000	0.000				
17	Schelmenwasenstr. 12	B	MFS 31	GE	0.031	0.014	0.078	0.036		
18	Schelmenwasenstr. 37	B	MFS 31	GE	0.000	0.000	0.009	0.005	0.010	0.005
19	Schelmenwasenstr. 39	B	MFS 31	GE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20	Schelmenwasenstr. 41	B	MFS 31	GE	0.000	0.000	0.034	0.015	0.016	0.007
21	Schelmenwasenstr. 43	B	MFS 31	GE	0.000	0.000				
22	Schelmenwasenstr. 45	B	MFS 31	GE	0.011	0.006	0.016	0.007	0.055	0.024

Legende siehe ANLAGE VI.1



Die Anforderungen der DIN 4150/2 sind erfüllt



Die Anforderungen der DIN 4150/2 sind nicht erfüllt

Projekt: 97490 - S21 - Erschütterungstechnische Untersuchung PfA 1.2 - Neubaustrecke
 tragegeber: DB AG / DB Projekt GmbH Stuttgart 21

ANLAGE VI.4.2

PfA 1.2

Prognose sekundärer Luftschall Beurteilungspegel

Neubaustrecke

IP Nr	Gebäude	Be- reich	Maß- nahme	GN	Beurteilungs-Innenschallpegel - L _{ri}					
					Raum 1		Raum 2		Raum 3	
					Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	Willy-Brandt-Str. 12, Polizei	A	MFS 6.3	MI	28.3	23.9	31.7	27.3	29.8	25.5
2	Neckar-Realschule	A	MFS 6.3	WA	35.2	31.1	30.2	26.0	30.2	25.9
2	Neckar-Realschule	A	MFS 6.3	WA	31.4	27.0	34.2	29.9	34.0	29.4
3	Sängerstr. 6a	A	MFS 6.3	WA	31.1	26.7	27.8	23.4	26.1	21.8
4	Sängerstr. 8	A	MFS 6.3	WA	31.9	27.6	32.6	28.2	37.9	33.8
4	Sängerstr. 8	A	MFS 6.3	WA	35.4	30.7				
5	Urbanstr. 49a	A	MFS 6.3	WA	35.3	30.8	33.8	29.6	34.8	30.2
6	Urbanstr. 49	A	MFS 6.3	WA	34.3	29.8	32.2	27.9	26.6	22.4
7	Urbanstraße 62a	A	MFS 10	WA	25.9	21.4	27.0	22.4	32.3	27.6
8	Urbanstr. 64	A	MFS 10	WA	34.0	29.9	29.8	25.8	29.5	25.5
9	Urbanstr. 66	A	MFS 10	WA	27.9	23.5	27.8	23.3	22.9	18.6
10	Schützenstr. 11	A	MFS 10	WA	29.1	24.4	21.0	16.7	24.2	20.0
11	Schützenstr. 4	A	MFS 31	WA	30.9	26.2	30.7	26.2	26.8	22.5
12	Schützenstr. 6	A	MFS 31	WA	27.5	23.2	26.1	22.0	25.1	20.8
13	Schützenstr. 8	A	MFS 31	WA	27.0	22.6	30.1	26.0	26.2	22.2
14	Schützenstr. 10	A	MFS 31	WA	29.6	25.4	29.3	25.0	25.0	20.7
15	Kernerstr. 34	A	MFS 31	WA	24.9	20.5	26.7	22.3	30.9	26.8
15	Kernerstr. 34	A	MFS 31	WA	27.7	23.1				
16	Eichwiesenring 1/1	B	MFS 31	GE	25.8	23.5	21.3	18.0	20.5	16.6
16	Eichwiesenring 1/1	B	MFS 31	GE	20.2	17.8				
17	Schelmenwasenstr. 12	B	MFS 31	GE	25.2	20.6	28.1	22.9		
18	Schelmenwasenstr. 37	B	MFS 31	GE	23.0	19.7	27.3	25.5	16.1	14.1
19	Schelmenwasenstr. 39	B	MFS 31	GE	18.9	16.8	21.3	18.5	18.4	15.8
20	Schelmenwasenstr. 41	B	MFS 31	GE	22.5	19.8	25.1	21.5	23.1	18.5
21	Schelmenwasenstr. 43	B	MFS 31	GE	21.7	18.7				
22	Schelmenwasenstr. 45	B	MFS 31	GE	25.7	22.6	26.1	22.5	27.5	23.1

Legende siehe ANLAGE VI.1



Die Anforderungen der 24. BImSchV sind erfüllt



Die Anforderungen der 24. BImSchV sind nicht erfüllt

Projekt: 97490 - S21 - Erschütterungstechnische Untersuchung PfA 1.2 - Neubaustrecke

Maßnahmen zur Verringerung der Erschütterung

Nr	Bereich	Maßnahme	Erstreckung
1	A Sängerstraße	schweres Masse-Feder-System 6.3 Hz	ab Planfeststellungsbeginn bis km +0,5+00.0 (Urbanstraße)
2	Urbanstraße Schützenstraße	schweres Masse-Feder-System 10 Hz	ab km +0,5+00.0 (Urbanstraße) bis km +0,6+00.0 (Schützenstraße)
3	Kernerstraße	leichtes Masse-Feder-System 31 Hz	ab km +0,6+00.0 (Schützenstraße) bis km +0,7+00.0
4	B S-Fasanenhof	leichtes Masse-Feder-System 31 Hz	ab km +8,7+00.0 bis km +9,7+00.0

Verzeichnis der Abkürzungen

BImSchG	... Bundes-Immissionsschutzgesetz
PFA	... Planfeststellungsabschnitt
v	... Zuggeschwindigkeit in km/h
E _p	... Emissionspunkt
L _{sek}	... sekundärer Luftschallpegel in dB(A)
L _v	... a-bewerteter Körperschallpegel
L _i	... Innenraumpegel in dB(A)
σ	... Abstrahlgrad eines Bauteiles
S	... Fläche eines Bauteils in m ²
A	... äquivalente Absorptionsfläche eines Raumes in m ²
KB	... frequenzbewertete Schwingstärke
KB _F	... zeit- und frequenzbewertete Schwingstärke
KB _{Fmax}	... maximale zeit- und frequenzbewertete Schwingstärke
KB _{FTr}	... Beurteilungsschwingstärke
A _u	... unterer Anhaltswert
A _o	... oberer Anhaltswert
A _r	... Beurteilungsanhaltswert
L _{i,T,N}	... Beurteilungspegel Innen tags/nachts
USM	... Unterschottermatte
MFS	... Masse-Feder-System
IRW _{T,N}	... Immissionsrichtwert tags/nachts