

Projekt Stuttgart 21

Umgestaltung des Bahnknotens Stuttgart
Ausbau- und Neubaustrecke Stuttgart - Augsburg
Bereich Stuttgart - Wendlingen mit Flughafenanbindung

Planfeststellungsunterlagen

PFA 1.3 Filderbereich mit Flughafenanbindung
Teilabschnitt 1.3a, Neubaustrecke mit Station NBS

Anlage 17.1 Nur zur Information

Erschütterungstechnische Untersuchung

Betriebsphase

Vorhabenträger:

DB Netz AG
vertreten durch
DB Projekt Stuttgart-Ulm GmbH
Räpplenstraße 17
70191 Stuttgart

gez. i.V. Jacobi
gez. i.V. Schade
M. Leskovar i.V. 

Bearbeitung:

Ingenieurgemeinschaft Stuttgart 21 - PFA 1.3

 OBERMEYER

 SPIEKERMANN

Hasenbergstraße 31
70178 Stuttgart

gez. ppa Lederhofer
~~gez. ppa Lederhofer~~



Stuttgart, den ~~16.09.2013~~

29.05.2015

Anlage 17.1
Nur zur Information

ERSCHÜTTERUNGSTECHNISCHE UNTERSUCHUNG

Vorhaben:

Umgestaltung des Bahnknotens Stuttgart („Stuttgart 21“)
Ausbau- und Neubaustrecke Stuttgart – Augsburg,
Bereich Stuttgart – Wendlingen mit Flughafenanbindung

Abschnitt:

Planfeststellungsabschnitt 1.3
Filderbereich mit Flughafenanbindung
Bauabschnitt km 10,0+30 bis km 15,3+11
Teilabschnitt 1.3a, Neubaustrecke mit Station NBS

Umfang:

Ermittlung und Beurteilung der
schienenverkehrsinduzierten Immissionen
aus Erschütterungen und sekundärem Luftschall

SCHALLIMMISSIONSSCHUTZ
ERSCHÜTTERUNGSSCHUTZ
BAUDYNAMIK & BAUPHYSIK
TECHNISCHE AKUSTIK

Messstelle zur Ermittlung der Emission
und Immission von Geräuschen und
Erschütterungen

Schallschutzprüfstelle DIN 4109
Zertifikat: VMPA-SPG-203-00-HE

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

E-Mail: info@fritz-ingenieure.de
www.fritz-ingenieure.de

Bericht Nr.: **97519-VVE-12**
Datum: **31.07.2013**
29.05.2015

Auftraggeber:

Planen + Beraten GmbH
Hansastraße 40
80686 München

Sachbearbeiter:

Dipl.-Phys. Peter Fritz
Dipl.-Ing. Rolf Schneider

Umfang des Dokumentes

Textteil: **37 40** Seiten

ANHANG 1:	1 Seite
ANHANG 2:	1 Seite
ANHANG 3:	8 Seiten
ANHANG 4:	6 Seiten
ANHANG 5:	3 Seiten
ANHANG 6:	3 Seiten
ANHANG 7:	1 Seite
ANHANG 8:	1 Seite

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	9
2	Sachverhalt und Aufgabenstellung	10
3	Bearbeitungsgrundlagen	11
3.1	Gesetze, Normen, Literaturquellen	11
3.2	Planunterlagen	13
4	Beschreibung des Planvorhabens	13
4.1	Baumaßnahmen	13
4.2	Immissionsschutzrechtliche Behandlung	14
5	Anforderungen	15
5.1	Erschütterungen	15
5.1.1	Beurteilungsverfahren	15
5.1.2	Anhaltswerte	16
5.1.3	Kriterien einer wesentlichen Änderung	18
5.2	Sekundärer Luftschall	19
5.2.1	Grundlagen der Beurteilung	19
5.2.2	Anforderungswerte	20
5.2.3	Anwendung des „Schienenbonus“	21
5.2.4	Kriterien einer wesentlichen Änderung	22
6	Arbeitsgrundsätze / Vorgehensweise	22
6.1	Emission	24
6.1.1	Emissionsspektrum	24
6.1.2	Korrekturfunktionen	24
6.2	Transmission	25
6.2.1	Transferfunktion 1	25
6.2.2	Transferfunktion 2	26
6.2.3	Transferfunktion 3	26
6.3	Immissionen	27
6.3.1	Erschütterungen	27
6.3.2	Sekundärer Luftschall	27
6.4	Prognosegenauigkeit	29

Stuttgart 21 - PFA 1.3a
Anlage 17.1: Erschütterungen

6.5	Betriebsparameter	30
7	Untersuchungsergebnisse	33
7.1	Immissionen ohne Vorsorgemaßnahmen	33
7.1.1	Erschütterungen Bereich Flughafentunnel	33
7.1.2	Sekundärer Luftschall Bereich Flughafentunnel	36
7.1.3	Immissionen Bereich Rohrer Kurve	37
7.2	Immissionen mit Vorsorgemaßnahmen	38
7.2.1	Erschütterungen	38
7.2.2	Sekundärer Luftschall mit Schutzmaßnahmen	39
8	Abschließende Bemerkungen	39

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Anhaltswerte A für die Beurteilung von Erschütterungen	17
Tabelle 2:	Immissionsrichtwerte für den sekundären Luftschall	21

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Übertragung von Erschütterungen	23
Abbildung 2:	Verkehrsaufkommen Rohrer Kurve im Prognose-Nullfall	31
Abbildung 3:	Verkehrsaufkommen Bereich Flughafen mit NBS	32
Abbildung 4:	Verkehrsaufkommen Rohrer Kurve im Prognose-Planfall	33

Anhänge

Anhang 1A	Übersichtslageplan
Anhang 2	Angaben zu den Immissionsorten
Anhang 3.1	Emissionsspektren Tunnelbereich - unkorrigiert
Anhang 3.2	Emissionsdifferenzen
Anhang 3.3	Emissionsspektren Tunnelbereich – bergmännisch, 1-gleisig
Anhang 4.1	Übertragungsfunktion Erdreich – Fundament (T2)
Anhang 4.2	Übertragungsfunktion Fundament – Geschosdecke (T3)
Anhang 5.1	Erschütterungsimmissionen – Prognose-Planfall ohne Vorsorge- maßnahme
Anhang 5.2	Sekundärer Luftschall – Prognose-Planfall ohne Vorsorgemaß- nahme
Anhang 6.1	Erschütterungsimmissionen – Prognose-Planfall mit Vorsorge- maßnahme
Anhang 6.2	Sekundärer Luftschall – Prognose-Planfall mit Vorsorgemaßnah- me
Anhang 7	Einfügedämmung Leichtes-Masse-Feder-System
Anhang 8	Betriebsprogramm Flughafentunnel Prognose 2025

Abkürzungsverzeichnis

A	Anhaltswert
ABS	Ausbaustrecke
α	Abklingkoeffizient [m^{-1}]
A_o	oberer Anhaltswert gemäß DIN 4150-2 [-]
A_r	Beurteilungs-Anhaltswert gemäß DIN 4150-2 [-]
A_u	unterer Anhaltswert gemäß DIN 4150-2 [-]
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BImSchV	Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz
BVWP	Bundesverkehrswegeplan
c	Ausbreitungsgeschwindigkeit der Welle [m/s]
dB	Dezibel
ΔL	Pegeldifferenz
D	Dämpfungsgrad [%] gemäß DIN 4150-1
D	Korrektursummand [dB] zur Berücksichtigung der Raumnutzung
$E_{P,u}$	Emissionspunkt an der Tunnelwand
F	äquivalente Absorptionsfläche des Raumes [m^2].
f	Frequenz [Hz]
f_0	Deckeneigenfrequenz [Hz]
GE	Gewerbegebiet
Hz	Hertz, Schwingung je Sekunde
IC	InterCity
IP	Immissionsort
IRW	Immissionsrichtwert [dB(A)]
KB_{Fmax}	maximale bewertete Schwingstärke [-]
KB_{FTr}	Beurteilungsschwingstärke [-]
L_{AF}	A-bewerteter Schalldruckpegel
λ	Wellenlänge [m]
L_{CF}	C-bewerteter Schalldruckpegel
LMFS	Leichtes-Masse-Feder-System
$L_{ri, T}$	Beurteilungspegel Tagzeitraum [dB(A)]
$L_{ri, N}$	Beurteilungspegel Nachtzeitraum [dB(A)]
L_i	A-bewerteter sekundärer Luftschallpegel [dB(A)],
$L_{r, sek}$	Beurteilungspegel für den sekundären Luftschall [dB(A)]
L_{vA}	A-bewerteter Körperschallschnellepegel in Fußbodenmitte [dB(A)]
MI	Mischgebiet
n	Exponent der Wellenart nach DIN 4150-1
NBS	Neubaustrecke
OVG	Oberverwaltungsgericht
r, R	Abstand
R	Regionalverkehr
R_1	Bezugsabstand

RMS	Root mean square (quadratischer Mittelwert)
S	Fläche des betrachteten Bauteils [m ²]
σ	Abstrahlgrad des betrachteten Bauteils
TA Lärm	Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm
T _e	geometrische Einwirkzeit einer Zugvorbeifahrt
T _i	Transferfunktion
T ₁	Übertragung Tunnelwand bis vor das Gebäude
T ₂	Übertragung vom Erdreich auf das Gebäudefundament
T ₃	Übertragung vom Gebäudefundament auf die Geschossdecken
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
v ₀	Referenzwert für die Schwingschnelle [5 * 10 ⁻⁸ m/s]
v _{max}	Höchstgeschwindigkeit [km/h]
VwVfG	Verwaltungsverfahrensgesetz

1 Zusammenfassung

Im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens für den Planfeststellungsabschnitt 1.3 des Projektes „Stuttgart 21“ wurde geprüft, ob Konflikte aus Erschütterungen bzw. aus sekundärem Luftschallimmissionen durch das Vorhaben zu erwarten sind. Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Im direkten Einwirkungsbereich der geplanten Baumaßnahme befinden sich das ~~Hotel Mövenpick Gebäude Flughafenstraße 51~~ und das FSG-Verwaltungsgebäude sowie das Kongresszentrum und die Messehallen 3 und 4. Alle übrigen außerhalb dieser Immissionsbereiche liegenden Siedlungsflächen weisen einen so großen Abstand zur geplanten Neubaustrecke auf, dass hierfür Immissionskonflikte ausgeschlossen werden können. Deswegen wurden hierfür keine weiteren detaillierten Nachweise geführt.
- Die Prognoseberechnungen führen zu dem Ergebnis, dass ohne Schutzmaßnahmen für das Kongresszentrum ~~und die Messehalle 4~~ die Anhaltswerte der DIN 4150-2 überschritten werden. Erhebliche Belästigungen infolge Erschütterungsimmissionen können für diese Gebäude nicht ausgeschlossen werden. Für das ~~Mövenpick Hotel Gebäude Flughafenstraße 51~~, das FSG-Verwaltungsgebäude und die Messehallen 3 und 4 können die Anhaltswerte eingehalten werden. Hinsichtlich der sekundären Luftschallimmissionen werden auch ohne Schutzmaßnahmen in allen Gebäuden die in Anlehnung an die 24. BImSchV zulässigen Beurteilungspegel eingehalten werden. Erhebliche Belästigungen infolge einwirkender sekundärer Luftschallimmissionen können somit ausgeschlossen werden. Somit werden für den Tunnelabschnitt Vorsorgemaßnahmen erforderlich.
- Als geeignete Vorsorgemaßnahme kommt ein Leichtes-Masse-Feder-System für den Oberbau in Betracht.
- Durch den Einsatz des Leichtes-Masse-Feder-Systems können die zu erwartenden Immissionen aus Erschütterungen soweit begrenzt werden, dass erheblich belästigende Einwirkungen in den untersuchten Gebäuden vermieden werden. Die Anhaltswerte der **DIN 4150-2** sowie die zulässigen Beurteilungspegel der **24. BImSchV** werden eingehalten.
- Die Vorsorgemaßnahme ist für den nachfolgend aufgeführten Abschnitt des Flughafentunnels in beiden Tunnelröhren vorzusehen. Die Kilometerangabe bezieht sich auf das südliche Gleis.

Kilometrierung		Vorsorgemaßnahme (in beiden Tunnelröhren)
von km	bis km	
1,1+97	1,5+47**	LMFS 20 Hz

~~** die Vorsorgemaßnahme endet 4 m vor dem Verbindungsbauwerk
2. (km 1,5+52)~~

- 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, zum Beispiel nach Fertigstellung der Tunnelrohbauten, zu führen, dass auch mit den alternativen Schutzsystemen die Anforderungen des Immissionsschutzes in vollem Umfang erfüllt werden.
- ~~Im Umfeld der Rohrer Kurve ist keine „wesentliche“ Erhöhung der künftigen Immissionen aus Erschütterungen und sekundärem Luftschall gegenüber der Vorbelastung zu erwarten. Ein Anspruch auf erschütterungstechnische Vorsorgemaßnahmen ergibt sich somit nicht.~~

2 Sachverhalt und Aufgabenstellung

Beim Betrieb schienengebundener Fahrzeuge kommt es im Kontaktbereich zwischen Rad und Schiene zu Schwingungsanregungen, die auf Störungen des stationären Abrollvorganges zurückzuführen sind. Verantwortlich hierfür sind einerseits Inhomogenitäten der Schiene, andererseits auch das Rad selbst, welches in der Regel einen ungleichmäßigen Verschleiß erfährt. Die impulsförmige Anregung des Radsatzes und des Gleiskörpers wiederum hat die Anregung von Eigenschwingungen des Gesamtsystems zur Folge. Auch schwankende Vertikalsteifigkeiten bei Schotteroberbauten mit Schwellen oder bei festen Fahrbahnen sind ursächlich für einen instationären Abrollvorgang.

Die aus den dynamischen Lasten resultierenden Schwingungen des Gleisoberbaus werden über das Erdreich auf nahe stehende 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 des Wohlbefindens von Menschen in Gebäuden führen. Über die Geschosdecken werden Schwingungen des Gebäudekörpers auf den Menschen übertragen, die

vom Körper direkt als mechanische Schwingungsimmissionen wahrgenommen werden. Weiterhin führen die in ein Bauwerk eingeleiteten Schwingungen zu einer Schallabstrahlung der Raumbegrenzungsflächen in Form von hörbarem (sekundärem) Luftschall. Selbst Immissionen, die als mechanische Schwingungen nicht mehr spürbar sind, können dann akustisch wahrnehmbar sein.

Geräusche und Erschütterungen zählen gemäß **§ 3** des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (**BlmSchG**) je nach Stärke und Wahrnehmbarkeit zu den Immissionen, die geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit oder die Nachbarschaft herbeizuführen.

Im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens für den **PFA 1.3** des Projektes „Stuttgart 21“ ist daher zu prüfen, ob die Einwirkungen aus Erschütterungen bzw. sekundärem Luftschall, hervorgerufen vom zukünftigen Betrieb, zu erheblichen Belästigungen von Menschen in Gebäuden führen können. Sofern zukünftig Erschütterungs- oder sekundäre Luftschallimmissionen zu erwarten sind, die die Beurteilungswerte gemäß **DIN 4150-2** bzw. die Immissionsrichtwerte in Anlehnung an die **24. BlmSchV** überschreiten, sind geeignete Vorsorgemaßnahmen zur Vermeidung bzw. zur Minimierung der Immissionskonflikte zu erarbeiten.

3 Bearbeitungsgrundlagen

3.1 Gesetze, Normen, Literaturquellen

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

- /1/ Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigung, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BlmSchG) in der aktuell gültigen Fassung
- /2/ 16. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BlmSchV), vom 12. Juni 1990 in der bis zum 31. Dezember 2014 geltenden Fassung
- /3/ 24. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung – 24. BlmSchV) vom 04.02.1997
- /4/ Verwaltungsverfahrensgesetz (VwVfG) in der aktuell gültigen Fassung

Stuttgart 21 - PFA 1.3a

Anlage 17.1: Erschütterungen

- /5/ Urteil des Bundesverwaltungsgerichtes vom 21.12.2010, Az: BVerwG 7 A 14.09
- /6/ DIN 4150, Teil 1 „Erschütterungen im Bauwesen“, Teil 1: Vorermittlung von Schwingungsgrößen, Juni 2001
- /7/ DIN 4150, Teil 2 „Erschütterungen im Bauwesen“, Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden, Juni 1999
- /8/ DIN 4150 Teil 3, "Erschütterungen im Bauwesen", Einwirkungen auf bauliche Anlagen, Februar 1999
- /9/ DIN 45669 Teil 1, „Messung von Schwingungsimmissionen“, Anforderungen an Schwingungsmesser, September 2010
- /10/ DIN 45669 Teil 2, "Messung von Schwingungsimmissionen"; Messverfahren vom Juni 2005
- /11/ DIN 45672, Teil 2 „Schwingungsmessungen in der Umgebung von Schienenverkehrswegen“, Teil 2: Auswerteverfahren vom Juli 1995
- /12/ DB Leitfaden für den Planer, Körperschall- und Erschütterungsschutz, in der aktuell gültigen Fassung
- /13/ DB-Bericht „Körperschallmessungen am „Forster Tunnel“ und am „Langesfeld Tunnel“. Bericht Nr. 256001, Deutsche Bundesbahn, Versuchsanstalt München, Abt. für Elektrophysik, 1992
- /14/ STUVA-Bericht „Handbuch Schall und Erschütterungen beim Schienenbahnverkehr“, Studiengesellschaft für unterirdische Verkehrsanlagen e.V., Dr. Ing. Friedrich Krüger, August 1990
- /15/ Baudynamik Praxisgerecht, Rainer Flesch, Bauverlag GmbH, Wiesbaden, 1993
- /16/ Bodendynamik, Grundlagen und Anwendungen, Herausgeber Wolfgang Haupt; 1986
- /17/ Landesanstalt für Immissionsschutz Nordrhein-Westfalen, Bericht Nr. 107, „Durchführung von Immissionsprognosen für Schwingungs- und Körperschalleinwirkungen“

- /18/ Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Materialien Nr. 22, „Erschütterungen und Körperschall des landgebundenen Verkehrs“
- /19/ 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

3.2 Planunterlagen

Zur Durchführung der Untersuchung standen folgende Planunterlagen und Schriftsätze zur Verfügung:

- /20/ Lageplan Gleisplanung, NBS Stuttgart-Ulm: Filderbereich mit Flughafen-anbindung; Ingenieurgemeinschaft Stuttgart 21 – PFA 1.3
- /21/ Höhenpläne Flughafentunnel und Flughafenkurve, Maßstab 1:5.000/500, Ingenieurgemeinschaft Stuttgart 21 – PFA 1.3
- /22/ Grundrisse, Schnitte des Kongresszentrums, Planungsgemeinschaft Landesmesse, Maßstab 1:500, Stand 2003
- /23/ Baugrundgutachten PFA 1.3 Planfeststellungsverfahren Landesmesse, Prof. Dr.-Ing. W. Wittke Beratende Ingenieure für Grundbau und Felsbau GmbH
- /24/ Angaben zum Verkehrsaufkommen im Streckennetz Stuttgart im Prognosejahr 2025 auf der Grundlage der Bedarfsplanüberprüfung 2010, DB ProjektBau GmbH, Aktualisierung vom 09.10.2014
- /25/ Angaben zu den Gebietsnutzungen im Einwirkungsbereich der Neubaus-trecke ~~sowie der Rohrer Kurve~~, zur Verfügung gestellt vom Stadtplanungsamt Stuttgart und von der Stadtverwaltung Filderstadt

4 Beschreibung des Planvorhabens

4.1 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

Stuttgart 21 - PFA 1.3a

Anlage 17.1: Erschütterungen

eine verkehrstechnische Anbindung des neuen Hauptbahnhofes an das vorhandene Schienenverkehrsnetz in Stg-Feuerbach, Stg-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 1.3, Teilabschnitt 1.3a** umfasst den autobahnparallelen, oberirdischen Verlauf der Neubaustrecke Stuttgart-Ulm im Flughafenbereich. Er beginnt im Westen bei km 10.0+30, anschließend an den PFA 1.2 (Fildertunnel) und endet im Osten bei km 15.3+11 im Übergang zum PFA 1.4 (Filderbereich bis Wendlingen). Ein weiterer Bestandteil des PFA 1.3a ist der Flughafentunnel, welcher den Flughafen Stuttgart über die Station NBS an die Neubaustrecke anbindet. ~~Die Flughafenkurve stellt eine Verbindung zwischen der Neubaustrecke und der heitigen S-Bahn Station Flughafen (Station Terminal) her. Im Bereich Stuttgart Rohr entsteht eine neue Verbindung zwischen den vorhandenen Strecken 4860 und 4861.~~

~~Während d~~Der Flughafentunnel und die Station NBS werden mit Ausnahme der Anfangs- und Endbereiche in bergmännischer Bauweise aufgeföhren. ~~werden,~~ entsteht die Flughafenkurve vollständig in offener Bauweise. Für die Veränderungen an der Rohrer Kurve sind ebenfalls bergmännische Tunnelabschnitte erforderlich um die Unterquerung der BAB A8 in einer neuen eingleisigen Röhre zu ermöglichen. Züge aus bzw. in Richtung Flughafen werden zukünftig auf dieser neu zu bauende Verbindungskurve („Rohrer Kurve“) auf die Gleise der vorhandenen Strecke 4860 (Gäubahn) geleitet. Die Strecke 4860 wird dann nach wie vor für den S-Bahn-Verkehr genutzt.

4.2 Immissionsschutzrechtliche Behandlung

Das Planvorhaben stellt den Neubau einer Verkehrsanlage dar. Diese wird innerhalb des Geltungsbereiches des Planfeststellungsabschnittes 1.3a oberirdisch und in Form des Flughafentunnels unterirdisch geführt. Da grundsätzlich Erschütterungen gemäß § 3 BImSchG /1/ zu den Immissionen gehören, die schädliche Umwelteinwirkungen hervorrufen können, ist dieser Sachverhalt im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens zu prüfen. Soweit derartige Einwirkungen nicht ausgeschlossen werden können, hat der Träger des Vorhabens gemäß § 74 VwVfG /4/ Vorkehrungen zu treffen, die der Vermeidung nachteiliger Wirkungen auf Rechte anderer dienen. Sind solche Vorkehrungen untunlich oder mit dem Vorhaben unvereinbar, so resultiert hieraus gemäß § 74 Abs. 2 VwVfG /4/ ein Entschädigungsanspruch.

Aufgrund von Erfahrungswerten kann im vorliegenden Fall ausgeschlossen werden, dass hinsichtlich der zu erwartenden Erschütterungsimmissionen Gefahren oder erhebliche Nachteile resultieren. Es verbleibt demgemäß zu prüfen, ob die

Einwirkungen erhebliche Belästigungen von Menschen in Gebäuden hervorrufen können. Da es sich im vorliegenden Fall um ein Neubauvorhaben handelt und ~~bis auf den Bereich Rohrer Kurve~~ keine relevanten erschütterungstechnischen Vorbelastungen vorliegen, erfolgt die Beurteilung der erschütterungstechnischen Situation aufgrund der vom Neubauvorhaben hervorgebrachten Immissionen aus Erschütterungen und sekundärem Luftschall. ~~Für den Bereich der Rohrer Kurve hingegen existiert eine erschütterungstechnische Vorbelastung durch die bestehenden Gleisanlagen der Strecke 4860 und Strecke 4861, die ebenfalls umgebaut werden. Hier ist zu prüfen, ob es durch die geplante Baumaßnahme zu einer „wesentlichen“ Erhöhung der zukünftigen Immissionen gegenüber denen der Vorbelastung kommt und dadurch mögliche Ansprüche auf erschütterungstechnische Vorsorgemaßnahmen ausgelöst werden können.~~

5 Anforderungen

5.1 Erschütterungen

Im Gegensatz zur schalltechnischen Problemstellung existieren derzeit keine gesetzlichen Bestimmungen, in denen Grenzwerte für Erschütterungsimmissionen festgelegt sind. Daher werden die in Fachkreisen anerkannten Anhaltswerte gemäß **DIN 4150-2** /7/ herangezogen. Bei Einhaltung dieser Anhaltswerte kann davon ausgegangen werden, dass die Erschütterungen keine erheblich belästigenden Einwirkungen darstellen, die als niedrigste Qualifikationsstufe schädlicher Umwelteinwirkungen anzusehen sind.

Die Rechtsgrundlage für Ansprüche auf Schutzmaßnahmen ist in **§ 74 (2)** Verwaltungsverfahrensgesetz (**VwVfG**) /4/ begründet. Hiernach sind dem Träger eines Vorhabens Vorkehrungen oder die Einrichtung und Unterhaltung von Anlagen aufzuerlegen, die zum Wohl der Allgemeinheit oder zur Vermeidung nachteiliger Wirkungen erforderlich sind. Sind solche Vorkehrungen oder Anlagen untunlich, das heißt mit angemessenem Aufwand zum Schutzzweck nicht realisierbar, oder sind die Maßnahmen mit dem Vorhaben nicht vereinbar, so besteht ein entsprechender Entschädigungsanspruch.

5.1.1 Beurteilungsverfahren

Zur Bewertung der Erschütterungsimmissionen sind gemäß **DIN 4150-2** /7/ zwei Beurteilungsgrößen heranzuziehen:

- die maximale zeit- u. frequenzbewertete Schwingstärke KB_{Fmax} ,
- die Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} .

Stuttgart 21 - PFA 1.3a

Anlage 17.1: Erschütterungen

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

Die Beurteilung erfolgt anhand der Kriterien A_u (für KB_{Fmax}) und A_r (für KB_{FT}). Ist KB_{Fmax} kleiner oder gleich dem unteren Anhaltswert A_u , so werden die Anforderungen der Norm erfüllt. Dann gilt als nachgewiesen, dass die schienenverkehrsinduzierten Erschütterungsimmissionen **nicht** als „**erheblich belästigend**“ einzustufen sind. Übersteigt die maximale bewertete Schwingstärke den unteren Anhaltswert, erfolgt die Beurteilung in einem weiteren Prüfschritt auf Basis der Beurteilungsschwingstärke KB_{FT} im Vergleich zu dem Beurteilungsanhaltswert A_r .

5.1.2 Anhaltswerte

~~Die Anhaltswerte A zur Beurteilung von Erschütterungsimmissionen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen werden in der **DIN 4150-2 /7/** jeweils in Abhängigkeit von der Art der baulichen Nutzung der Umgebung des Einwirkungsortes sowie für den Tag- und den Nachtzeitraum unterschieden. In **Tabelle 1** sind die Anhaltswerte angegeben.~~

~~Für den Schienenverkehr hat der obere Anhaltswert A_o gemäß Ziffer 6.5.3.5 der **DIN 4150-2 /7/** nachts nicht die Bedeutung, dass bei dessen seltener Überschreitung die Anforderungen der Norm als nicht eingehalten gelten. Liegen jedoch nachts einzelne KB_{FT} Werte oberhalb der für ober- bzw. unterirdische Strecken angegebenen Werte, so ist nach der Ursache für die Erschütterungen zu forschen und diese möglichst rasch zu beheben. Öfter wiederkehrende Werte dieser Art werden durch die Beurteilungsschwingstärke erfasst. Daher wird in der **DIN 4150-2 /7/** zur Beurteilung des Schienenverkehrs von einer scharfen Obergrenze durch den Anhaltswert A_o abgesehen.~~

Unter Ziffer 6.5 der **DIN 4150**, Teil 2 werden Regelungen für unterschiedliche Erschütterungsverursacher getroffen, unter Ziffer 6.5.3 wird die Beurteilung der Erschütterungsimmissionen durch Schienenverkehr beschrieben. Die oberen Anhaltswerte A_o erhalten beim Schienenverkehr eine andere Bedeutung (vgl. Ziffer 6.5.3.1 bis 6.5.3.4 der **DIN 4150-2**).

Unter Ziffer 6.5.3.1 der **DIN 4150-2** wird im letzten Punkt gezielt auf die Vorgaben unter Ziffer 6.5.3.5 hingewiesen. Diesem Absatz ist zu entnehmen, dass der obere Anhaltswert nicht die Bedeutung hat, dass bei dessen seltener Überschreitung (darin ist ein Verweis auf Ziffer 6.5.1 zu sehen) die Anforderungen der Norm als nicht eingehalten gelten. Im Schienenverkehr (oberirdische Strecken) tritt damit de facto an Stelle des oberen Anhaltswertes der **Tabelle 1** der Norm gebietsunabhängig der Wert $A_o = 0,6$. Dies wird durch den letzten Satz unter Ziffer 6.5.3.5

Stuttgart 21 - PFA 1.3a
Anlage 17.1: Erschütterungen

untermauert: „Diese hohen Werte sind bei der Berechnung von $KB_{FT,r}$ zu berücksichtigen.“ Wären z. B. durch Überschreitung des A_o nach Tabelle 1 der Norm deren Anforderungen bereits nicht mehr eingehalten, müsste eine Berechnung von $KB_{FT,r}$ zur Beurteilung anhand des A_r nicht mehr erfolgen (vgl. Bild 2: Flussdiagramm für das Beurteilungsverfahren der **DIN 4150-2**).

Tatsächlich spielt der obere Anhaltswert A_o bei der Beurteilung prognostizierter Erschütterungsimmissionen aus Schienenverkehr keine praktische Rolle: Wenn ein Wert von 0,6 (gemäß Ziffer 6.5.3.5 der DIN 4150-2) mehr als nur gelegentlich überschritten wird (z. B. regelmäßig bei einer bestimmten Zuggattung), dann wäre auch A_r überschritten. Daher ist es sachgerecht, die Beurteilung anhand der Anhaltswerte A_u und A_r durchzuführen.

Gemäß **DIN 4150**, Teil 2, gelten demnach folgende Anhaltswerte für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen durch neu zu errichtende Fern- und S-Bahnstrecken:

Tabelle 1: Anhaltswerte A für die Beurteilung von Erschütterungen

Zeile	Einwirkungsort	tags		nachts	
		A_u	A_r	A_u	A_r
1	Einwirkungsorte, in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen und gegebenenfalls ausnahmsweise Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichtspersonal und Bereitschaftspersonen untergebracht sind	0,40	0,20	0,30	0,15
2	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind	0,30	0,15	0,20	0,10
3	Einwirkungsorte, in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind	0,20	0,10	0,15	0,07
4	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind	0,15	0,07	0,10	0,05
5	Besonders schutzbedürftige Einwirkungsorte, z.B. in Krankenhäusern, Kurkliniken, soweit sie in dafür ausgewiesenen Sondergebieten liegen	0,10	0,05	0,10	0,05

Nach Ziffer 6.5.3.1 sind Einwirkungen in Ruhezeiten nicht zusätzlich zu gewichten.

5.1.3 Kriterien einer wesentlichen Änderung

Nach der aktuellen Rechtsprechung /5/ müssen sich Betroffene vorhandene Vorbelastungen aus Erschütterungsimmissionen zurechnen lassen, d.h. dass die Vorbelastung bei der Prüfung möglicher Vorsorgeansprüche und bei der Abwägung geeigneter Schutzvorkehrungen zu berücksichtigen ist. In diesem Zusammenhang wird auf die Rechtsprechung des Gerichtes zum primären Luftschall vor Inkraftsetzung der 16. BImSchV /2/ verwiesen. Demgemäß können nach der gegenwärtigen Rechtslage reale und geldwerte Ausgleichsansprüche beim Vorhandensein erheblich belästigender Erschütterungsimmissionen an baulich geänderten Schienenverkehrswegen nur dann bestehen, wenn die Vorbelastung durch bestehende Bahnanlagen durch das Hinzutreten weiterer Erschütterungseinwirkungen in beachtlicher Weise erhöht wird und gerade in dieser Erhöhung eine zusätzliche, unzumutbare Beeinträchtigung liegt. Dies wird auch durch das aktuelle Urteil des Bundesverwaltungsgerichtes /5/ bestätigt. Unter Punkt 14 des Urteils wird angeführt, dass ein Erschütterungsschutz nur dann verlangt werden kann, wenn die Erschütterungsbelastung durch den Ausbau in beachtlicher Weise erhöht und gerade in dieser Erhöhung eine zusätzliche, dem Betroffenen billigerweise nicht mehr zumutbare Belastung liegt.

Im Zusammenhang mit der Frage, welche Erhöhung der Erschütterungsimmissionen eine unzumutbare Beeinträchtigung darstellt, bestätigt das Gericht dass eine Verstärkung der Erschütterungen dann wesentlich ist, wenn diese sich gegenüber der Vorbelastung um mindestens 25 % erhöht. Hierbei wird die Festsetzung der Größe dieser Wahrnehmungsschwelle durch empirische hinreichend abgesicherte Erkenntnisse gestützt. Die Ergebnisse einer Laborstudie im Auftrag der Deutschen Bahn AG können hierzu herangezogen werden.

Die Untersuchungen der Laborstudie kommen zu dem Ergebnis, dass eine Erschütterungsdifferenz von 25 % Erhöhung "praktisch als Labor Unterschwelle" anzusehen ist. Bei der Durchführung der Laboruntersuchungen, bei denen mehreren Probanden Erschütterungssignale zur Beurteilung angeboten wurden, wurden strenge Vergleichsbedingungen mit kurzen Pausen (ca. 3 Sekunden) zwischen den beiden angebotenen Signalen (Reiz und Vergleich) angewendet. Es wird darauf hingewiesen, dass unter realen Bedingungen die Pausenstruktur zwischen den einzelnen Zugvorbeifahrten wesentlich größer ist, so dass die Wahrnehmung von Erschütterungsdifferenzen bei größeren Reizdifferenzen zu erwarten ist.

5.2 Sekundärer Luftschall

5.2.1 Grundlagen der Beurteilung

Zur Ermittlung und Beurteilung von Geräuschimmissionen aus sekundärem Luftschall gibt es derzeit weder normative Festsetzungen noch gültige Rechtsverordnungen. Daher ist es erforderlich, sich für eine sachgerechte Beurteilung an andere Gesetze, Verordnungen und Regelwerke auf Grundlage von Plausibilitätsbetrachtungen anzulehnen.

Bei der Beurteilung schienenverkehrsinduzierter sekundärer Luftschallimmissionen ist zunächst zu berücksichtigen, dass es sich hierbei – wenn auch im weiteren Sinne – um Verkehrslärmimmissionen handelt. Demzufolge kann das Bundes-Immissionsschutzgesetz herangezogen werden, das sich in den §§ 41 bis 43 mit Umwelteinwirkungen durch Verkehrsgeräusche befasst. In **§ 43 BImSchG** /1/ wird die Bundesregierung ermächtigt, erforderliche Vorschriften zu erlassen. Hierbei wird explizit darauf hingewiesen, dass den Besonderheiten des Schienenverkehrs Rechnung zu tragen ist. Dies ist für primäre Luftschallimmissionen mit Erlass der Verkehrslärmschutzverordnung (**16. BImSchV** /2/) geschehen. Eine Regelung zum sekundären Luftschall gibt es derzeit nicht.

Ein Anhaltspunkt für die Beurteilung sekundärer Luftschallimmissionen ergibt sich aus der Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung (**24. BImSchV** /3/), die – wenn auch indirekt – Vorgaben für zulässige Innenraumpegel aus Verkehrslärmimmissionen in Abhängigkeit von der Raumnutzung angibt - auch wenn der sekundäre Luftschall streng genommen nicht den Regelungen der **24. BImSchV** unterliegt, da deren Anwendung die Überschreitung der Immissionsgrenzwerte nach **§ 2** der **16. BImSchV** /2/ durch den Bau oder die wesentliche Änderung einer öffentlichen Straße oder eines Schienenverkehrsweges 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 (siehe hierzu auch Kapitel 5.2.2).

Der Vollständigkeit halber sei darauf hingewiesen, dass das Heranziehen von Anforderungswerten gemäß Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung für die Beurteilung sekundärer Luftschallimmissionen implizit die in der Rechtsprechung allgemein anerkannten Zumutbarkeitsschwellen bei Innenraumpegeln tags von 40 dB(A) für Wohnräume und nachts von 30 dB(A) für Schlafräume berücksichtigt. Der Ordnungsgeber der **24. BImSchV** hat diese Zumutbarkeitsschwellen ebenfalls zu Grunde gelegt. Diese wurden vom Bundesverwaltungsgericht bereits in der Zeit vor Inkrafttreten der Verkehrslärmschutzverordnung

(16. **BImSchV**) am Maßstab des § 74 (2) Satz 2 **VwVfG** bestimmt. Da die **24. BImSchV** nicht nur Anforderungswerte für Wohn- und Schlafräume nennt, sondern ebenfalls Anforderungen für andere Nutzungen, sollen diese Anforderungswerte für die Beurteilung sekundärer Luftschallimmissionen hilfsweise herangezogen werden. Ungeachtet dessen ist die maßgebliche Grundlage der Beurteilung die von der Rechtsprechung entwickelte Zumutbarkeitsschwelle, von denen auch der Verordnungsgeber der **24. BImSchV** ausgegangen ist.

5.2.2 Anforderungswerte

In der Anlage zur **24. BImSchV** /3/ sind die mathematischen Beziehungen angegeben, nach denen das erforderliche bewertete Schalldämm-Maß der gesamten Außenfläche eines Raumes rechnerisch zu ermitteln ist, wenn auf Grund von Grenzwertüberschreitungen dem Grunde nach ein Rechtsanspruch auf Lärmvorsorgemaßnahmen besteht. Zur Vermeidung von Kommunikations- bzw. Schlafstörungen wurde festgelegt, dass die Beurteilungspegel im Innenraum von Wohnräumen tags 40 dB(A) bzw. in Schlafräumen nachts 30 dB(A) nicht überschreiten sollten.

Für andere schutzbedürftige Räume gelten entsprechende Innenschallpegel. Im Korrektursummanden **D** sind zum einen die Innenraumpegel für die jeweilige Raumart einbezogen, zum anderen eine Korrektur von **3 dB**, die berücksichtigt, dass die Dämmwirkung von Außenbauteilen bei gerichtet einfallendem Schall geringer ausfällt als im diffusen Schallfeld. Unter Berücksichtigung dieses Sachverhaltes können die in nachfolgender **Tabelle 2** angegebenen Immissionsrichtwerte für eine Bewertung des Beurteilungs-Innenschallpegels gemäß **24. BImSchV** abgeleitet werden:

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

Tabelle 2: Immissionsrichtwerte für den sekundären Luftschall

Zeile	Raumnutzung	$L_{ri,T}$ [dB(A)]	$L_{ri,N}$ [dB(A)]
1	Räume, die überwiegend zum Schlafen genutzt werden	-	30
2	Wohnräume	40	-
3	Behandlungs- und Untersuchungsräume in Arztpraxen, Operationsräume, 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 in dB(A)

$L_{ri,N}$ = Beurteilungspegel innen nachts in dB(A)

5.2.3 Anwendung des „Schienenbonus“

Die 24. BImSchV sieht mit dem „Schienenbonus“ einen Lästigkeitsabschlag bei der Ermittlung des Beurteilungspegels von schienenverkehrsinduziertem Lärm vor. In § 3 der 16. BImSchV /2/ (§ 4, Abs. 3 in der seit dem 01.01.2015 geltenden Fassung) ist für Schienenverkehr ein Korrekturwert $S = 5$ dB(A) zur Berücksichtigung der Besonderheiten von Bahnen vorgesehen. Die Anwendung des Schienenbonus in Höhe von 5 [dB(A)] wird wurde von dem Bundesverwaltungsgericht in einem aktuellen Urteil aus dem Jahr 2010 /5/ bestätigt, in dem sich das Gericht mit der Beurteilung von sekundären Luftschallimmissionen befasst. So führt das Gericht aus, dass die Berücksichtigung eines Lästigkeitsunterschieds zu Gunsten des Schienenverkehrs im Rahmen der Anwendung von Anforderungswerten der 24. BImSchV für sekundäre Luftschallimmissionen nicht die normative Verankerung fehlt. Der Schienenbonus ist vielmehr ein Teil eines in sich schlüssigen Regelungskonzeptes. Daher ist auch in diesem Zusammenhang der Schienenbonus anzuwenden.

Durch Artikel 1 des Elften Gesetzes zur Änderung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes ist dieser Abschlag ab dem 1. Januar 2015 nicht mehr

anzuwenden, soweit zu diesem Zeitpunkt ein Planfeststellungsverfahren noch nicht eröffnet ist und die Auslegung des Plans noch nicht öffentlich bekannt gemacht wurde. Die Abschaffung des Schienenbonus gilt damit uneingeschränkt für alle Vorhaben des Neubaus bzw. der wesentlichen Änderung von Schienenwegen der Eisenbahn im Sinne der **16. BImSchV** (Planfeststellungsverfahren, Plangenehmigungsverfahren,...), die nach dem 01. Januar 2015 planrechtlich eingeleitet werden.

Die Aufteilung des ehemaligen Planfeststellungsabschnitts PFA 1.3 in zwei Teilabschnitte hat im vorliegenden Zusammenhang des Teilabschnitts 1.3a zu keinen erschütterungstechnisch relevanten Änderungen geführt. Die NBS einschließlich der Station NBS war bereits Gegenstand eines Anhörungsverfahrens mit Öffentlichkeitsbeteiligung. Die Unterlagen für den PFA 1.3 haben bereits vor dem 01.01.2015 offengelegen. Daher gilt für den PFA 1.3a weiterhin die Anwendung des Schienenbonus.

5.2.4 Kriterien einer wesentlichen Änderung

~~Für den sekundären Luftschall wird in Anlehnung an die schalltechnische Problemstellung bei der Bewertung nach 16. BImSchV eine Erhöhung der Beurteilungspegel um mindestens **3 dB(A)** als wesentlich eingestuft. Hierbei wird auch für die Pegel des sekundären Luftschall die übliche Rundungsregel angewendet. Es wird stets auf ganz dB(A) aufgerundet. Ein Anspruch auf Vorsorgemaßnahmen ergibt sich demgemäß infolge einer wesentlichen Erhöhung der Beurteilungspegel um mindestens **2,1 dB(A)** bei gleichzeitiger Immissionsrichtwertüberschreitung. Hierbei ist zu beachten, dass im Falle der wesentlichen Änderung erst die Differenz des Beurteilungspegels gerundet wird und nicht bereits die Pegel der einzelnen Lastfälle.~~

6 Arbeitsgrundsätze / Vorgehensweise

Ausgangspunkt der erschütterungstechnischen Untersuchung ist die Festlegung repräsentativer Untersuchungsobjekte. Im vorliegenden Fall befinden sich das ~~Hotel Mövenpick~~ Gebäude Flughafenstraße 51, das FSG-Verwaltungsgebäude, das auf dem Messegelände liegende Kongresszentrum und die Messehallen 3 und 4 als Gebäude mit schutzwürdigen Nutzungen im direkten Einwirkungsbereich der geplanten Baumaßnahme. Die Fragen des Immissionsschutzes werden für diese Objekte geprüft und gegebenenfalls Schutzmaßnahmen dimensioniert.

Die ausgewählten Objekte stellen Gebäude dar, in denen Immissionskonflikte aus Erschütterungen und sekundären Luftschallimmissionen dem Grunde nach nicht auszuschließen sind. ~~Für den Bereich der Rohrer Kurve wird anhand von Plausibilitätsüberlegungen das mögliche Konfliktpotential abgeschätzt. Hierbei wird die vorhandene erschütterungstechnische Vorbelastung durch die Strecke~~

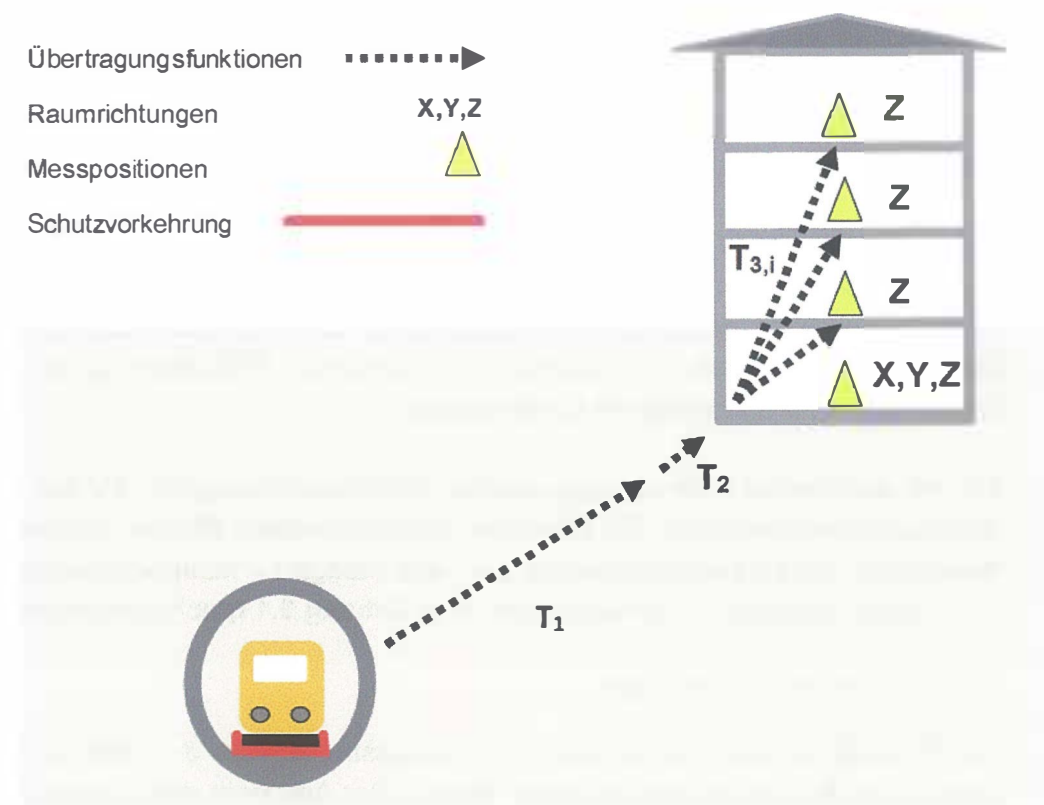
Stuttgart 21 - PFA 1.3a

Anlage 17.1: Erschütterungen

4860 und Strecke 4861 berücksichtigt. Alle übrigen außerhalb dieser Bereiche liegenden Siedlungsflächen, weisen einen so großen Abstand zu der geplanten Neubaustrecke auf, so dass hierfür Immissionskonflikte ausgeschlossen werden können. Detaillierte Nachweise sind hierfür nicht erforderlich. Die untersuchten Objekte sind im Übersichtslageplan in **Anhang 1A** farbig gekennzeichnet.

Zur Prognose der zukünftig auftretenden Immissionen wird ein Quellen- und Ausbreitungsmodell aufgestellt. Für die Ermittlung der nach Inbetriebnahme einer geplanten Schienenverkehrsanlage auftretenden Schwingungsmissionen ist neben der Kenntnis der zukünftigen **Emissionen**, d.h. der erschütterungstechnischen Quellstärke, auch die Kenntnis der Schwingungsübertragungsverhältnisse (**Transferfunktionen**) vom Gleiskörper zu den Geschoßdecken von Räumen, in denen sich Menschen aufhalten, erforderlich. Bei der Erstellung der Erschütterungsprognose wird von der in **Abbildung 1** skizzierten Übertragungskette ausgegangen. Die dargestellten Übertragungswege werden separat ermittelt und dann zu einer Gesamtübertragungsfunktion überlagert.

Abbildung 1: Übertragung von Erschütterungen



Da die Übertragungsfunktionen zum Teil stark frequenzabhängig sind, ist für die Prognose ein Berechnungsverfahren anzuwenden, dass die spektrale Zusammensetzung sowohl der Schwingungsemissionen als auch der einzelnen Trans-

ferfunktionen berücksichtigt. Die spektrale Auflösung erfolgt hierbei in Form von Terzbändern im Bereich von 4 bis 315 Hz.

- T₁ Transferfunktion 1:** Übertragung im Erdreich
- T₂ Transferfunktion 2:** Übertragung Erdreich / Gebäudefundament
- T₃ Transferfunktion 3:** Übertragung Fundament / Geschossdecken

6.1 Emission

6.1.1 Emissionsspektrum

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 oberirdischen Schienenverkehrswegen stellen die in einem Abstand von 8 m zur Gleisachse im Erdboden in vertikaler Richtung gemessenen Schwingstärken die Emission der betrachteten Zuggattung dar.

Grundsätzlich gilt bei der Ermittlung des Emissionsansatzes der Grundsatz der oberen Abschätzung. Alle Emissionsansätze sind so zu treffen, dass mit hoher Wahrscheinlichkeit gewährleistet werden kann, dass die nach Inbetriebnahme tatsächlich auftretenden Immissionen an betroffenen Gebäuden geringer sein werden als die prognostizierten Einwirkungen.

Für die vorliegende Untersuchung wurden die Emissionsspektren für den sonstigen Personenfernverkehr (IC) bzw. dem Regionalverkehr (R) den Körperschallmessungen am Langesfeldtunnel an der NBS Stuttgart – Mannheim entnommen /13/. Das Ausgangsemissionsspektrum ist in **Anhang 3.1** graphisch dargestellt.

6.1.2 Korrekturfunktionen

Der Flughafentunnel wird jeweils im Anschlussbereich an die NBS auf einem kurzen Abschnitt in offener Bauweise erstellt. Der Abschnitt des Tunnels in dessen direkten Einwirkungsbereich die schutzwürdige Bebauung sich befindet, wird jedoch als eingleisiger Tunnel in bergmännischer Bauweise ausgeführt. Als Oberbau ist eine Feste Fahrbahn vorgesehen.

Die Ausgangsspektren wurden im Bereich eines Tunnelbauwerkes gemessen, das in offener Bauweise und eingleisig erstellt wurde. Daher ist eine geeignete Korrektur vorzunehmen, sodass der Emissionsansatz dem eines eingleisigen bergmännisch aufgefahrenen Tunnels entspricht. Ferner wird eine Korrekturfunktion für das Messverfahren berücksichtigt. Für die Streckenabschnitte im Kurven- bzw. Weichenbereich wird ebenfalls eine Korrekturfunktion berücksichtigt.

Die auf das Ausgangsspektrum angewendeten Korrekturfunktionen sind in **Anhang 3.2** dokumentiert. Die der Prognose zu Grunde gelegten korrigierten Emissionsspektren befinden sich in **Anhang 3.3 Anhang 3.3A**.

6.2 Transmission

Der Übertragungsweg von schienenverkehrsinduzierten Schwingungen auf die für die Beurteilung relevanten Geschossdecken eines Gebäudes wird in einzelne Übertragungsfunktionen (Transferfunktionen) untergliedert:

6.2.1 Transferfunktion 1

Als Transferfunktion T_1 wird die entfernungsbedingte Amplitudenabnahme der Schwingschnelle zwischen Emissionsort und einem Ort im Erdreich unmittelbar vor einem Gebäude bezeichnet. Sie setzt sich aus geometrischer Ausbreitungsdämpfung und frequenzabhängiger Materialdämpfung des Ausbreitungsmediums, d.h. dem Boden zusammen. Um den Bereich der freien Wellenausbreitung (Fernfeld) von den komplexen Vorgängen in unmittelbarer Nähe der Erschütterungsquellen (Nahfeld) zu trennen, wird ein Bezugsabstand R_1 zur Quellenmitte festgelegt, der den Übergang vom Nahfeld zum Fernfeld definiert. Im Fernfeld ($R > R_1$) wird die Funktion rechnerisch unter Berücksichtigung der gegebenen Bodenverhältnisse bestimmt:

$$T_1 = \left(\frac{R}{R_1} \right)^{-n} \cdot e^{(-\alpha(R-R_1))}$$

Es bedeuten

- n: der Exponent, der von Wellenart, Quellengeometrie und Art der Schwingungen abhängt
- α : der Abklingkoeffizient in m^{-1} , $\alpha \approx 2 \cdot \lambda \cdot D / \pi$
- D: der Dämpfungsgrad
- λ : die maßgebende Wellenlänge, in m, $\lambda = c/f$
- c: die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Welle in m/s
- f: die Frequenz, in Hz
- R_1 : der Bezugsabstand in m

R die Entfernung von der Quelle in m

Für die den untersuchten Streckenabschnitte außerhalb des Weichenbereiches wurden nachfolgende Parameter berücksichtigt:

n = 0,5
c = 400 m/s
D = 1%

~~Emissionen die beim Überfahren von Weichenbereichen entstehen, stellen im Sinne der DIN 4150 1 /6/ eine Punktquelle mit impulsförmigen Zeitverlauf dar. Daher wird für den Weichenbereich gemäß Bild 1 der DIN 4150 1 mit einem geometrischen Abnahmekoeffizient von~~

$$n = 1,0$$

~~gerechnet.~~

6.2.2 Transferfunktion 2

Die Transferfunktion T_2 beschreibt das Übertragungsverhalten vom Boden auf das Gebäudefundament. Sie unterliegt selbst bei verschiedenen Gebäudetypen relativ geringen Schwankungen und weist keine ausgeprägte spektrale Abhängigkeit auf. Erschütterungen werden umso leichter auf ein Gebäude übertragen, je geringer die Gebäudemasse ist. Eine messtechnische Ermittlung des Übertragungsverhaltens vom Boden auf das Fundament war nicht erforderlich. Die Transferfunktion 2 wurde aus Messungen an vergleichbaren Gebäudetypen übernommen. Eine graphische und tabellarische Darstellung findet sich in **Anhang 4.1**.

6.2.3 Transferfunktion 3

Die Transferfunktion T_3 beschreibt das Übertragungsverhalten innerhalb eines Gebäudes vom Fundament auf die Geschossdecken schutzwürdiger Räume. Für die Beurteilung der Erschütterungsimmissionen im Hinblick auf die Störwirkung von Menschen beim Aufenthalt in Gebäuden sind die Schwingungseinwirkungen in Raummitte maßgebend. Die Transferfunktion 3 kennzeichnet im Wesentlichen das Resonanzverhalten einer Decke und weist neben starken spektralen Abhängigkeiten ausgeprägte Maxima im Bereich der Deckeneigenfrequenz auf. Sie ist im hohen Maße gebäudeabhängig und kann stark variieren. Ursächlich hierfür sind vor allem Spannweiten und Konstruktionsweise der Decken.

Da die Transferfunktion 3 in hohem Maße Einfluss auf das Prognoseergebnis nimmt, wurden diese Übertragungsfunktionen für das ~~Mövenpick Hotel~~ Gebäude

Flughafenstraße 51 und das FSG-Verwaltungsgebäude mit Hilfe von Erschütterungsmessungen am 02.07.1999 ermittelt. Hierzu wurde im Außenbereich der Gebäude 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 derer bei Beweissicherungsmessungen an im Betrieb befindlichen Bahnstrecken üblichen Messanordnungen. Aus dem Verhältnis der Schwingschnelle am Gebäudefundament zur Schwingschnelle auf den Geschosdecken wurde die Transferfunktion 3 ermittelt.

Für das Kongresszentrum und die Messehallen wurden keine Messungen durchgeführt. Daher werden im Rahmen dieser Untersuchung die **T₃-Funktionen** für das Kongresszentrum auf Grundlage von Erfahrungswerten für typische Baukonstruktionen abgeschätzt. Es wird hierbei von 3 typischen Stahlbetondecken mit den Resonanzfrequenzen von

$$f_0 = 20,0 \text{ Hz}$$

$$f_0 = 25,0 \text{ Hz}$$

$$f_0 = 31,5 \text{ Hz}$$

ausgegangen (**Anhang 4.2**). Bei den beiden Messehallen 3 und 4 wurden keine T₃-Funktionen berücksichtigt, da es sich hierbei um eine flach gegründete eingeschossige Halle ohne Zwischengeschossdecken handelt.

6.3 Immissionen

6.3.1 Erschütterungen

Als Erschütterungsimmissionen werden die bauwerksbezogenen, gemäß **DIN 4150-2 /7/** in der Mitte von Räumen ermittelten, KB-bewerteten Schwingstärken bezeichnet. Da hier die Vertikalkomponente (Z-Richtung) die Horizontalkomponenten (X-, Y-Richtung) übersteigt, werden die Prognoseberechnungen ausschließlich für die Vertikalkomponenten der Erschütterungsimmissionen durchgeführt. Der relevante Frequenzbereich wird in DIN 4150-2 auf 80 Hz begrenzt.

6.3.2 Sekundärer Luftschall

Die Prognose des sekundären Luftschallpegels im Innenraum L_I basiert auf dem zuvor berechneten maximalen zeitbewerteten Körperschallschnellepegel L_v . Dieser entspricht dem Maximalpegel der Schwingstärke, der jedoch im Gegensatz zum $KB_{F_{max}}$ -Wert keiner KB-Bewertung, sondern einer A-Bewertung unterzogen wird.

Stuttgart 21 - PFA 1.3a

Anlage 17.1: Erschütterungen

Der theoretische Zusammenhang zwischen ermittelter Körperschallschnelle und sekundärem Luftschall kann wie folgt beschrieben werden:

$$L_{\text{sek}} = L_v + 10 \log \sigma + 10 \log (4 S/F)$$

mit

L_{sek}	sekundärer Luftschallpegel des betrachteten Bauteils [dB(A)],
L_v	mittlerer A-bewerteter Körperschallschnellepegel des betrachteten Bauteils [dB(A)],
σ	Abstrahlgrad des betrachteten Bauteils,
S	Fläche des betrachteten Bauteils [m ²],
F	äquivalente Absorptionsfläche des Raumes [m ²].

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

Im vorliegenden Fall wurde daher zur Bestimmung des Beurteilungspegels für den sekundären Luftschall der Leitfaden „Körperschall und Erschütterungsschutz“ der DB AG /12/ herangezogen. Hierin wird ein linearer Zusammenhang zwischen dem A-bewerteten Körperschallschnellepegel und dem sekundärem Luftschallpegel genannt. Die Abhängigkeiten wurden dabei für verschiedene Zuggattungen und Deckenkonstruktionsformen (Stahlbetondecken, Holzbalkendecken) beschrieben. Demnach kann zur Ermittlung der Einwirkungen aus sekundärem Luftschall, hervorgerufen durch schienengebundenen Fern- und Nahverkehr, in erster Näherung folgende Beziehung herangezogen werden:

- $L_l = 26,2 + 0,46 \cdot L_{vA}$ für Stahlbetondecken,
- $L_l = 24,5 + 0,59 \cdot L_{vA}$ für Holzbalkendecken,

mit

L_l	A-bewerteter sekundärer Luftschallpegel [dB(A)],
L_{vA}	A-bewerteter Körperschallschnellepegel in Fußbodenmitte [dB(A)]

Entgegen der Vorgehensweise bei der Ermittlung der maximalen bewerteten Schwingstärke $KB_{F_{\text{max}}}$, bei der ein Frequenzbereich von 4 bis 80 Hz untersucht wird, wird der A-bewertete Körperschallschnellepegel L_{vA} in einem Frequenzbereich bis zu 315 Hz berechnet.

6.4 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

$$F_{\text{Messung}} \leq 15\%$$

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. Auf Grund von Erkenntnissen an Einzelprojekten kann der Prognosefehler im günstigen Fall mit

$$F_{\text{Prognose ES}} = \pm 30 \dots 40\%$$

angenommen werden. 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.

Grundsätzlich gilt bei der Ermittlung des Emissionsansatzes auch im vorliegenden Fall 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. Hierbei wird beim Emissionsansatz stets der Mittelwert **plus** die Standardabweichung berücksichtigt. Ebenso wird dies bei den messtechnisch ermittelten Transferfunktionen gehandhabt. Die Prognosegenauigkeit der Erschütterungsimmissionen wird daher im vorliegenden Fall mit

$$F_{\text{Prognose ES}} \leq +30\%$$

abgeschätzt.

Da die Prognoseberechnungen der sekundären Luftschallimmissionen auf den erschütterungstechnischen Berechnungsergebnissen beruhen und die Abstrahlbedingungen von Raumbegrenzungswänden nicht individuell berücksichtigt wer-

den können, wird der Fehler der Prognoseberechnungen für sekundäre Luftschallimmissionen mit

$$F_{\text{Prognose LS}} = 0 \dots + 5 \text{ dB(A)}$$

höher abgeschätzt. Die Untersuchungsergebnisse stellen somit die Obergrenze möglicher zukünftig zu erwartenden Immissionen aus Erschütterungen (ES) und sekundärem Luftschall (LS) dar.

Auch wenn der Umgang mit systembedingten Prognosefehlern im Sinne des Immissionsschutzes erfolgt, resultiert hieraus keineswegs eine systematische Überdimensionierung von Vorsorgemaßnahmen.

6.5 Betriebsparameter

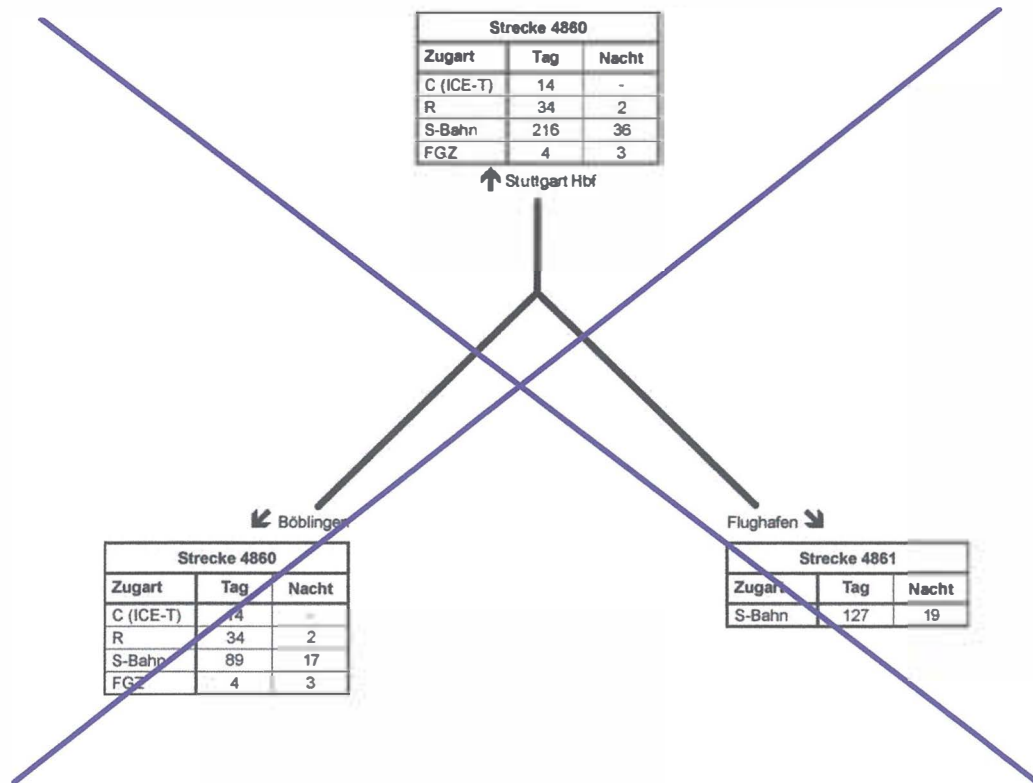
Für die Ermittlung der Beurteilungsschwingstärken ist die Kenntnis der Intensität von Schwingungsmissionen sowie deren Einwirkdauer erforderlich. Die Intensität am Einwirkungsort wird maßgeblich durch die zugspezifische Emission sowie die gelände- und gebäudespezifische Übertragung geprägt.

Die Einwirkzeit bezogen auf den Tag (6:00 bis 22:00 Uhr) und die Nacht (22:00 bis 6:00 Uhr) ergibt sich aus der Gesamtzahl der in dem betreffenden Streckenabschnitt innerhalb des Beurteilungszeitraumes verkehrenden Schienenfahrzeuge und deren geschwindigkeitsabhängige geometrische Vorbeifahrtzeit. Um zu berücksichtigen, dass Fahrzeuge bereits vor und auch nach der Vorbeifahrt wahrgenommen werden können, wird bei der Bestimmung der Einwirkdauer des sekundären Luftschalls zur Zuglänge 200 m hinzuaddiert.

Eine Zusammenstellung der maßgeblichen zukünftigen Verkehrsdaten findet sich in der nachfolgenden Abbildung.

Stuttgart 21 - PFA 1.3a
 Anlage 17.1: Erschütterungen

Abbildung 2: Verkehrsaufkommen Rohrer Kurve im Prognose-Nullfall



Das Betriebsprogramm sieht im Untersuchungsraum weitgehend Personennah- und -fernverkehr vor, differenziert nach den Zugklassen:

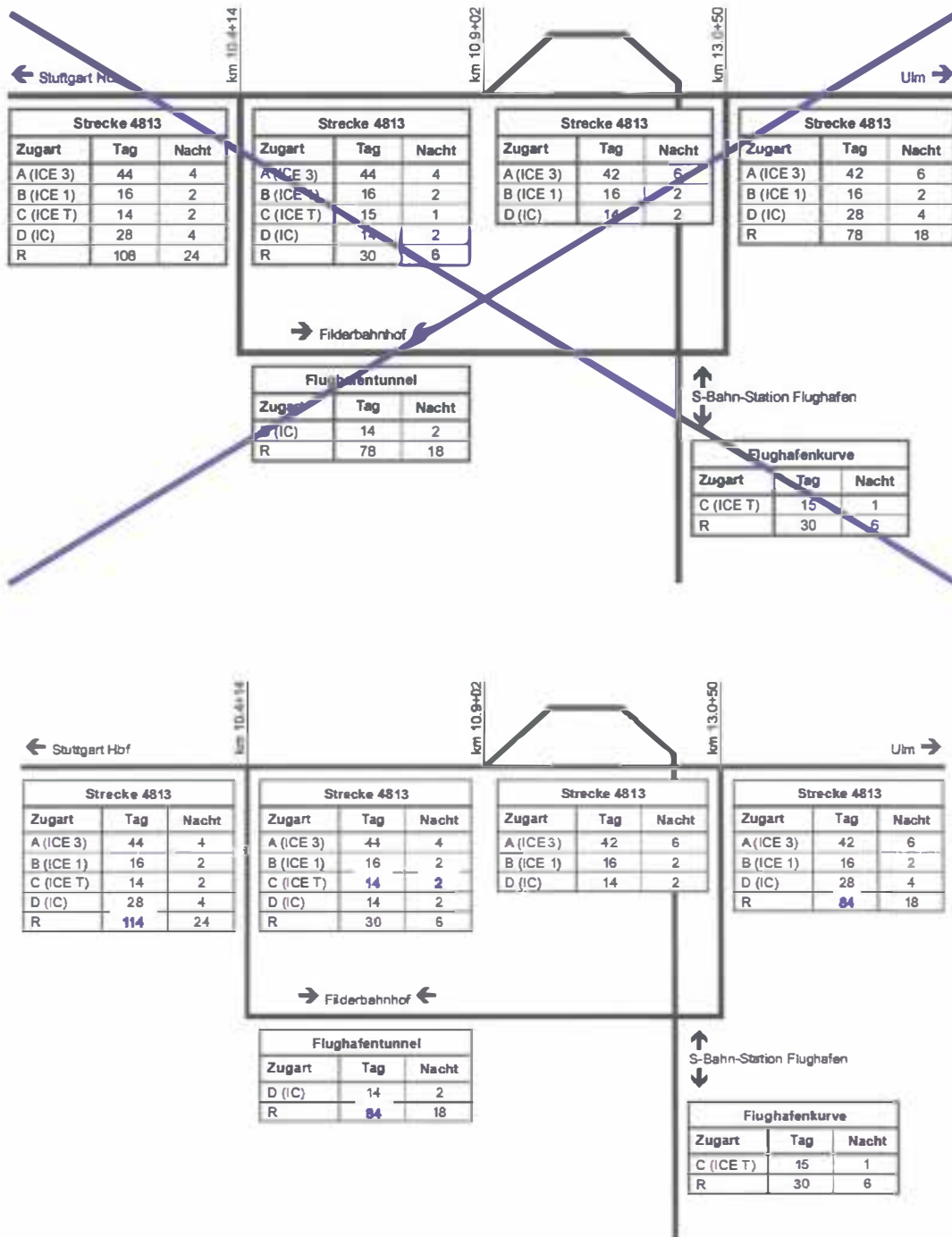
- A: Hochgeschwindigkeitsverkehr mit Fahrzeugen der Baureihe ICE 3,
- B: Hochgeschwindigkeitsverkehr mit Fahrzeugen der Baureihe ICE 1,
- C: Personenfernverkehr mit Fahrzeugen ICE T mit Neigetechnik,
- D: sonstiger Personenfernverkehr (IC),
- R: Regionalverkehr.

Die Gäubahnstrecke wird vereinzelt auch von Ferngüterzügen (FGZ) genutzt.

Stuttgart 21 - PFA 1.3a

Anlage 17.1: Erschütterungen

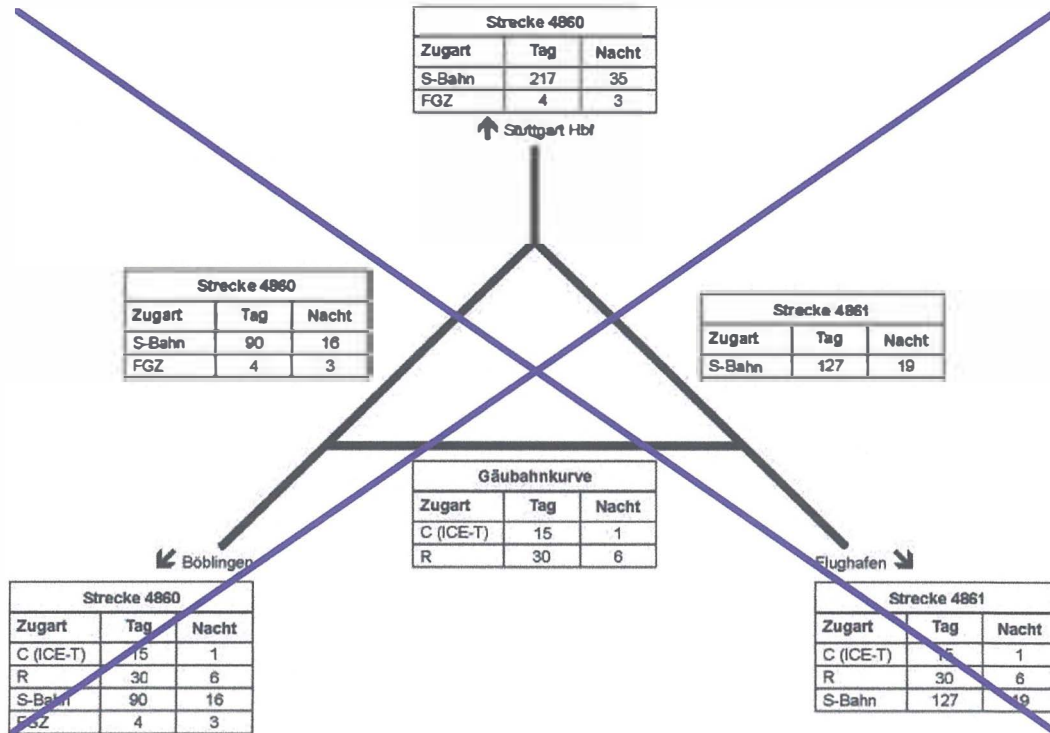
Abbildung 3: Verkehrsaufkommen Bereich Flughafen mit NBS



Verkehrsaufkommen der Gäubahn und der Filder S Bahn wird im Prognose-Planfall dahingehend durch die Neubaustrecke beeinflusst, dass Züge der Relation Stuttgart – Herb/Singen über den Fildertunnel zum Flughafen, weiter entlang der Filder S Bahnstrecke zur Rohrer Kurve und umgekehrt übergeleitet werden. Die Gäubahnstrecke 4860 wird zwischen Stuttgart Hbf und Vaihingen stillgelegt, so dass zwischen Vaihingen und Rohr zukünftig ausschließlich S Bahn Verkehr abgewickelt wird.

Im Hochgeschwindigkeitsverkehr werden ausschließlich Fahrzeuge der Baureihen 401 bis 403 (ICE) oder mit Neigetechnik (ICE T) eingesetzt.

Abbildung 4: Verkehrsauftkommen Rohrer Kurve im Prognose Planfall



In **Anhang 8** **Anhang 8A** sind die Betriebsdaten für den Flughafentunnel mit Angabe der Einwirkzeit T_e zur Berechnung des sekundären Luftschallpegels zusammengestellt. Die Angaben zu den Betriebsdaten basieren auf den Prognosehorizont 2025 auf Grundlage der Bedarfsplanüberprüfung 2010 /24/.

7 Untersuchungsergebnisse

7.1 Immissionen ohne Vorsorgemaßnahmen

7.1.1 Erschütterungen Bereich Flughafentunnel

Die Lage und Bezeichnung der untersuchten Immissionsorte, die sich alle im direkten Bereich der Haltestelle des Flughafentunnels (Station NBS) befinden, können dem Lageplan in **Anhang 1** entnommen werden. Die erschütterungstechnischen Auswirkungen des Planvorhabens werden für die im Folgenden aufgeführten Gebäude untersucht:

IP 1: [Hotel Mövenpick Flughafenstraße 51](#)

IP 2: FSG-Verwaltungsgebäude (Bürogebäude)

IP 3: Kongresszentrum

IP 4: Messehalle 4

IP 5: Messehalle 3

Für die untersuchten Gebäude lässt sich auf Grund der gegebenen Abstandsverhältnisse und der vorhandenen Bausubstanz das größtmögliche Konfliktpotential erwarten. Die somit erhaltenen Untersuchungsergebnisse sind im Sinne einer **oberen Abschätzung** der im Einwirkungsbereich zu erwartenden Erschütterungen und sekundären Luftschallimmissionen zu sehen. Sofern für die untersuchten Gebäude eine Konfliktfreiheit nachgewiesen wird, ist dies somit auch für die angrenzende Bebauung gegeben. Bei dem FSG-Verwaltungsgebäude, dem Kongresszentrum sowie den beiden Messehallen ist davon auszugehen, dass im Regelfall keine schutzwürdige Nutzung im Nachtzeitraum stattfindet.

In ~~Anhang 5~~ **Anhang 5A** sind die Ergebnisse der Prognose für den Fall ohne Vorsorgemaßnahme und in ~~Anhang 6~~ **Anhang 6A** unter Berücksichtigung einer erschütterungstechnischen Vorsorgemaßnahme tabellarisch zusammengefasst. Ausgewiesen sind die Immissionswerte aus Erschütterungen und sekundärem Luftschall für jedes untersuchte Gebäude getrennt für den Tag- und Nachtzeitraum.

Im ersten Schritt der Beurteilung gemäß DIN 4150-2 (~~Anhang 5.4~~ **Anhang 5.1A**, Seite 1) erfolgt der Vergleich der maximalen zeit- und frequenzbewerteten Schwingstärke KB_{Fmax} mit den gebietsspezifischen unteren Anhaltswert A_u gemäß **Tabelle 1**.

Grün hinterlegte Felder kennzeichnen jeweils solche Räume, in denen A_u eingehalten oder unterschritten wird und demzufolge die Anforderungen der DIN 4150-2 erfüllt sind. Sind Felder **gelb** hinterlegt, so wird ein weiterer Prüfschritt erforderlich, bei dem die Beurteilungsschwingstärke KB_{FT} mit den gebietsspezifischen Beurteilungsanhaltswerten A_r zu vergleichen sind (~~Anhang 5.4~~ **Anhang 5.1A**, Seite 2). Auch hier werden Unterschreitungen bzw. die Einhaltung der Anhaltswerte **grün** dargestellt. Die Farbe Grün signalisiert, dass die Anforderungen der Norm erfüllt sind. Wird A_r überschritten, so werden diese Werte **rot** hinterlegt, die Anforderungen der DIN 4150-2 /7/ sind nicht erfüllt. Sind Werte farblich nicht hinterlegt, so findet in dem entsprechenden Beurteilungszeitraum keine schutzwürdige Nutzung statt.

Für das ~~Mövenpick Hotel~~ Gebäude Flughafenstraße 51, das FSG-Verwaltungsgebäude und das Kongresszentrum erfolgt eine Mischgebietseinstufung (**MI**). Die beiden Messhallen haben eine rein gewerbliche Nutzung. Für diese beiden Gebäude werden die Anhaltswerte von Gebäuden in Gewerbegebieten (**GE**) der Beurteilung zu Grunde gelegt.

Stuttgart 21 - PFA 1.3a

Anlage 17.1: Erschütterungen

Die in **Anhang 5.1 Anhang 5.1A**, Seite 1 ausgewiesenen KB_{Fmax} -Werte zeigen für die messtechnisch untersuchten Gebäude (**IP1** und **IP2**) in zwei der drei untersuchten Räume im Tagzeitraum eine Unterschreitung des unteren Anhaltswertes A_u . Diese Räume befinden sich im **Hotel Mövenpick Gebäude Flughafenstraße 51 (IP1)**. Es werden maximale bewertete Schwingstärken von bis zu

$$KB_{Fmax} = 0,227$$

ausgewiesen. Diese Immissionen liegen im spürbaren Bereich des menschlichen Empfindens. Für das FSG-Verwaltungsgebäude werden in allen untersuchten Räumen die A_u -Werte unterschritten. Die KB_{Fmax} -Werte liegen unterhalb der Fühlschwelle, ab der Schwingungsmissionen vom Menschen wahrgenommen werden. Hier werden in allen Räumen die Anforderungen an den Erschütterungsschutz gemäß DIN 4150-2 erfüllt.

Im Kongresszentrum wird bei allen Deckenkonstruktionen der untere Anhaltswert für den Tagzeitraum überschritten. Die prognostizierten Werte ergeben sich zu

$$KB_{Fmax} = 0,483.$$

Diese Immissionen sind ebenfalls spürbar. Für die beiden Messhallen werden maximale Werte von

$$KB_{Fmax} = 0,748 \quad 0,211$$

prognostiziert. ~~Die höchsten~~ Höhere Immissionen ergeben sich hierbei für die Messehalle 4, die im ~~Kurven- und Weichenbereich~~ der Trasse liegt und eine ~~etwas geringere~~ Überdeckung als die Messehalle 3 aufweist.

Somit wird der zweite Schritt der Beurteilung die Bildung der Beurteilungsschwingstärken (KB_{FTr}) erforderlich. Die Beurteilungsschwingstärken sind in **Anhang 5.1 Anhang 5.1A**, Seite 2 tabellarisch zusammengefasst. Für die Gebäude mit Mischgebietseinstufung können für das **Hotel Mövenpick Gebäude Flughafenstraße 51** und das FSG-Verwaltungsgebäude die Beurteilungsanhaltswerte A_r eingehalten werden. Für das Kongresszentrum (**IP 3**) hingegen wird der Beurteilungsanhaltswert in 2 der 3 Räume überschritten. Es werden Beurteilungsschwingstärken von bis zu

$$KB_{FTr} = 0,106 \quad 0,109$$

im beurteilungsrelevanten Tagzeitraum ausgewiesen. Für die beiden Messehallen ~~wird nur in der „Messehalle 4“~~ der A_r Wert für ~~Gewerbegebiete~~ überschritten werden die Beurteilungsanhaltswerte für ~~Gewerbegebiete~~ eingehalten. Die Immissionen ergeben sich zu

$$KB_{FT,Tr} = 0,164 - 0,048$$

im beurteilungsrelevanten Tagzeitraum.

Die Anforderungen der DIN 4150-2 werden ~~für diese beiden Gebäude~~ folglich im Kongresszentrum (IP 3) nicht erfüllt. Erhebliche Belästigungen infolge der zukünftigen Erschütterungsimmissionen können daher nicht ausgeschlossen werden. Ein Erfordernis auf erschütterungstechnische Vorsorgemaßnahmen ist im vorliegenden Falle gegeben.

7.1.2 Sekundärer Luftschall Bereich Flughafentunnel

Die Beurteilungspegel aus sekundärem Luftschall sind in ~~Anhang 5.2~~ **Anhang 5.2A** zusammengefasst Für das ~~Hotel Mövenpick~~ Gebäude Flughafenstraße 51 werden gemäß **Tabelle 2** im Tagzeitraum die Immissionsrichtwerte für Wohnräume und im Nachtzeitraum die für Schlafräume zu Grunde gelegt. Dies bedeutet einen Immissionsrichtwert tags bzw. nachts von

$$IRW = 40 / 30 \text{ dB(A)}.$$

Für das FSG-Verwaltungsgebäude und das Kongresszentrum (IP 2 und IP 3) wird der Anforderungswert für Konferenz- bzw. Büroräume von

$$IRW = 45 \text{ dB(A)}$$

berücksichtigt.

Für die Messehallen 3 und 4 wird ein Immissionsrichtwert gemäß **Tabelle 2**, Zeile 5 für Großraumbüros bzw. Schallerräume von

$$IRW = 50 \text{ dB(A)}$$

zu Grunde gelegt.

Das Ergebnis zeigt selbst für das ~~Hotel Mövenpick~~ Gebäude Flughafenstraße 51 als das Gebäude mit den höchsten Schutzansprüchen eine Einhaltung der in Anlehnung an die 24. BImSchV herangezogenen Immissionsrichtwerte sowohl im Tag- als auch im Nachtzeitraum. Es werden Pegel tags bzw. nachts von bis zu

$$L_{riT,N} = 28,1 - 28,4 / 24,5 \text{ dB(A)}$$

ausgewiesen. Dies bedeutet eine deutliche Unterschreitung der Immissionsrichtwerte für Wohn- und Schlafräume von mindestens **5,5 dB(A)**.

Stuttgart 21 - PFA 1.3a

Anlage 17.1: Erschütterungen

Auch für die übrigen Immissionsorte (**IP 2** bis **IP 5**) werden die Anforderungswerte deutlich unterschritten. Die höchsten Beurteilungspegel ergeben sich für die Messehalle 4 im Tagzeitraum zu

$$L_{rT} = 35,2 \text{ 31,7 dB(A)}.$$

Somit wird auch hier der Immissionsrichtwert um mindestens

$$\Delta L_{rT} = 14 \text{ 8 dB(A)}$$

unterschritten.

An allen untersuchten Immissionsorten kommt es zu deutlichen Unterschreitungen der Anforderungswerte. Demzufolge sind erheblich belastigende Immissionen aus sekundärem Luftschall nicht zu erwarten. Ein Erfordernis auf erschütterungstechnische Vorsorgemaßnahmen besteht somit nicht.

~~7.1.3 Immissionen Bereich Rohrer Kurve~~

~~In diesem Bereich besteht eine erschütterungstechnische Vorbelastung durch die Strecken 4860 und 4861. Hier ist zu prüfen, ob es zukünftig, das heißt nach Fertigstellung der Baumaßnahme, zu einer wesentlichen Erhöhung der Immissionen aus Erschütterungen und sekundärem Luftschall kommen wird.~~

~~Die neuen Gleise der Rohrer Kurve weisen einen Abstand von mehr als 100 m zur nächstgelegenen schutzwürdigen Bebauung der Gemeinde Rohr auf. Signifikante Immissionen sind bei diesen gegebenen Abständen nicht zu erwarten. Zur Herstellung der neuen 2-gleisigen Rohrer Kurve wird es jedoch auch erforderlich, die bestehenden Gleise der Strecke 4860 (Gäubahn) und der Strecke 4861 zum Flughafen baulich anzupassen. Die Gleise der Strecke 4861 werden hierfür in östliche Richtung verschoben. Schutzwürdige Nutzungen befinden sich in diesem Einwirkungsbereich nicht.~~

~~Die Gleise der Gäubahn rücken dabei von der nächstgelegenen schutzwürdigen Bebauung ab. Hierdurch ergeben sich geringere Immissionen gegenüber der Vorbelastungssituation. Zudem verkehren künftig nur noch S-Bahnen und einzelne Güterzüge auf der Gäubahn. Der Personenfern- und Regionalverkehr wird künftig über die Rohrer Kurve geführt, wodurch eine zusätzliche Entlastung entstehen wird.~~

~~Somit kann im Bereich der Rohrer Kurve eine Erhöhung der Immissionen gegenüber der Vorbelastung mit Sicherheit ausgeschlossen werden. Ein Anspruch auf erschütterungstechnische Vorsorgemaßnahmen besteht demzufolge **nicht**.~~

7.2 Immissionen mit Vorsorgemaßnahmen

Für den **Flughafentunnel** ist als Vorsorgemaßnahme ein „Leichtes Masse-Feder-System“ mit einer Oberbaueigenfrequenz von 20 Hz vorgesehen. Die Einfügedämmung eines solchen Systems ist in **Anhang 7** spektral dargestellt. Die Vorsorgemaßnahme wird abschnittsweise im Bereich des Kongresszentrums und der Messehalle 4 berücksichtigt. Eine Anspruchsberechtigung auf eine erschütterungstechnische Vorsorgemaßnahme besteht für die Messehalle 4 nicht. Bedingt durch die erforderliche Überstandslänge im Bereich des Kongresszentrums und die erforderliche Mindestlänge der oberbautechnischen Schutzvorkehrung wird das Leichte Masse-Feder-System auch für den Bereich der Messehalle 4 berücksichtigt. Da sich das FSG-Verwaltungsgebäude im gleichen Bereich wie die ~~Messehalle 4~~ das Kongresszentrum befindet, wird das Schutzsystem auch für dieses Gebäude bei der Prognose in Ansatz gebracht.

7.2.1 Erschütterungen

In ~~Anhang 6.4~~ **Anhang 6.1A** sind die Prognoseergebnisse für den ersten und zweiten Beurteilungsschritt der untersuchten Immissionsorte unter Berücksichtigung der Vorsorgemaßnahme dargestellt. Für das Kongresszentrum ergeben sich für alle untersuchten Deckentypen maximale bewertete Schwingstärken von

$$KB_{Fmax} \leq 0,165$$

für den Tagzeitraum. Somit unterschreitet diese Schwingstärke den unteren Anhaltswert A_u der DIN 4150-2. Die Anforderungen der DIN 4150-2 werden somit bereits im 1. Schritt der Beurteilung erfüllt. ~~Auch für die Messehalle 4 wird der A_u Wert unterschritten. Hier ergeben sich maximale bewertete Schwingstärken von~~

$$KB_{Fmax} = 0,090.$$

~~Die Anforderungen der DIN 4150-2 sind somit auch hier bereits im 1. Schritt der Beurteilung erfüllt.~~

Die Ausweisung der Beurteilungsschwingstärken (KB_{FT}) für das Kongresszentrum sowie die Messehalle 4 und das FSG-Verwaltungsgebäude besitzen hier nur rein informativen Charakter und werden der Vollständigkeit halber aufgeführt. Die Ergebnisse finden sich in ~~Anhang 6.4~~ **Anhang 6.1A**, Seite 2. Die maximalen Immissionen ergeben sich für das Kongresszentrum mit Beurteilungsschwingstärken von bis zu

$$KB_{FT} = 0,036 \text{ } 0,037.$$

Diese KB_{FTr} -Werte unterschreiten den Anhaltswert der DIN 4150-2 für Mischgebietsnutzung deutlich. Somit sind unter Berücksichtigung der Vorsorgemaßnahmen für das Kongresszentrum keine erheblich belästigende Erschütterungsimmersionen zu erwarten.

7.2.2 Sekundärer Luftschall mit Schutzmaßnahmen

Bereits ohne eine Schutzmaßnahme waren für alle Immissionspunkte die Anforderungen erfüllt. Die Ergebnisse sind daher in **Anhang 6.2 Anhang 6.2A** nur der Vollständigkeit halber tabellarisch dargestellt. Gegenüber der Prognose ohne Vorsorgemaßnahmen ergibt sich eine Verminderung der Beurteilungspegel um bis zu

$$\Delta L_{rT} = -9,6 \text{ dB(A)}.$$

8 Abschließende Bemerkungen

Die erschütterungstechnische Untersuchung zeigt, dass durch die geplante Baumaßnahme im PFA 1.3a₇ für die Gebäude im Bereich des Flughafentunnels erhebliche Belästigungen infolge Erschütterungen und sekundärem Luftschall ohne erschütterungstechnische Vorsorgemaßnahmen **nicht** ausgeschlossen werden können. Hierbei werden die Anforderungen der **DIN 4150-2 /7/** im Hinblick auf Erschütterungsimmersionen **nicht** erfüllt. Die prognostizierten sekundären Luftschallimmersionen hingegen unterschreiten auch ohne Vorsorgemaßnahme die in Anlehnung an die **24. BImSchV /3/** herangezogenen Immissionsrichtwerte. Alle anderen Siedlungsflächen im Einwirkungsbereich des PFA 1.3a weisen einen so großen Abstand zur geplanten Trasse auf, dass für diese mögliche Immissionskonflikte ausgeschlossen werden können.

Erschütterungstechnische Vorsorgemaßnahmen werden somit erforderlich. Unter Berücksichtigung des vorgeschlagenen Vorsorgemaßnahmenkonzeptes (Leichtes-Masse-Feder-System mit einer Oberbaueigenfrequenz von 20 Hz in beiden Tunnelröhren) im Bereich des Flughafentunnels können die Anforderungen der **DIN 4150-2** jedoch erfüllt werden.

Ergänzend hierzu wird empfohlen, den Vorbehalt einzuräumen, dass im Fall des Nachweises der Wirksamkeit anderer evtl. 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 Rohbaufertigstellung eine erhöhte Prognosegenauigkeit für schall- und erschütterungstechnische Aussagen des oben beschriebenen Schutzkonzeptes einer „Feinabstimmung“ zu unterziehen.

Stuttgart 21 - PFA 1.3a

Anlage 17.1: Erschütterungen

Darüber hinaus erhält er die Möglichkeit, am technischen Fortschritt in den kommenden Jahren zu partizipieren um möglicherweise andere verfügbare Schutzsysteme einzusetzen. Dies kann jedoch nur dann erfolgen, wenn erneut nachgewiesen wird, dass die Anforderungen an den Immissionsschutz erfüllt werden.

~~Im Umfeld der Rohrer Kurve sind keine Erhöhungen der künftigen Immissionen gegenüber der Vorbelastung zu erwarten. Es ist eher mit einer Verbesserung der erschütterungstechnischen Situation zu rechnen. Demzufolge ergibt sich kein Anspruch auf erschütterungstechnische Vorsorgemaßnahmen.~~



Dipl.-Phys. Peter Fritz



Dipl.-Ing. Rolf Schneider

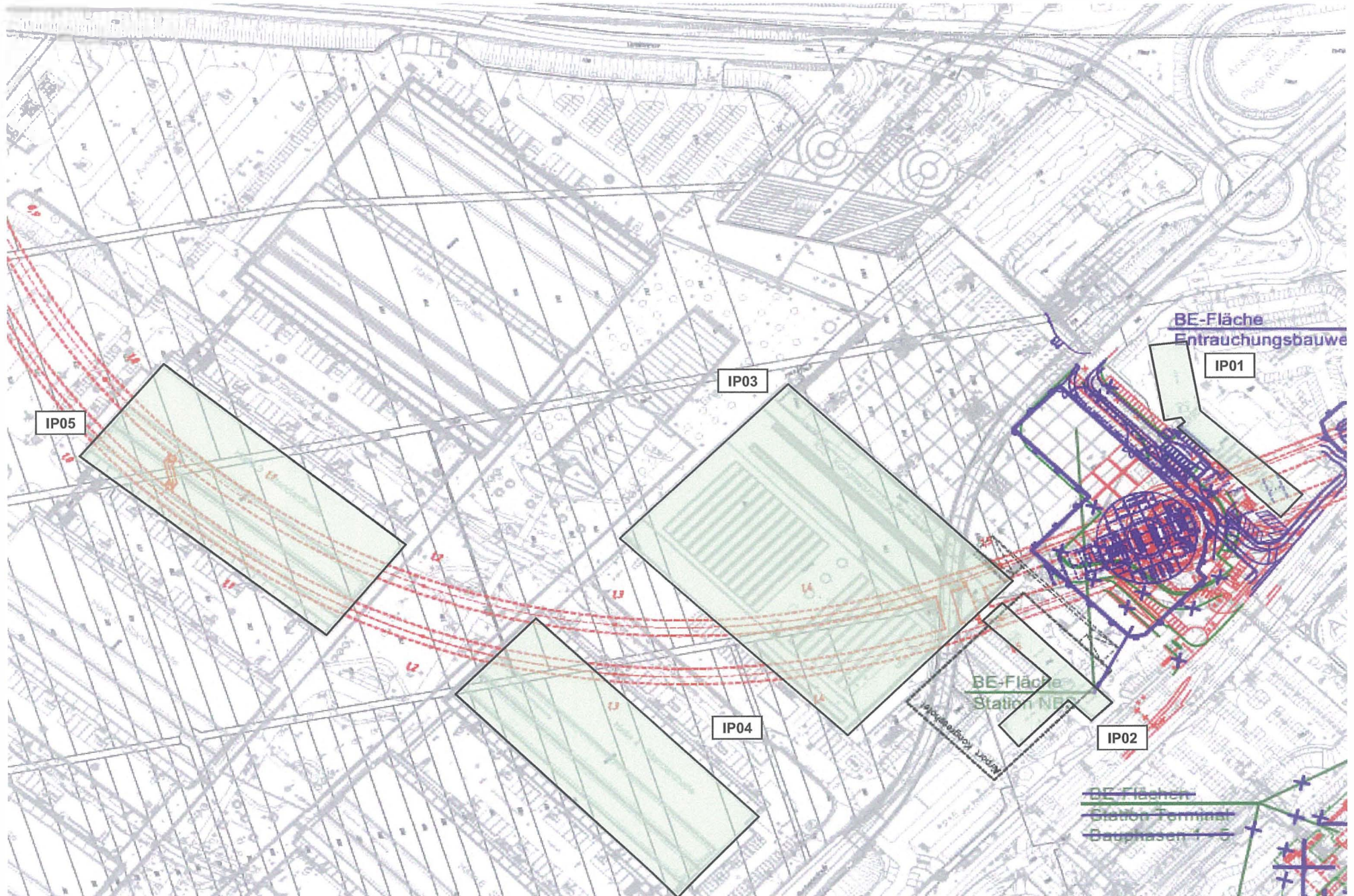


ANHANG

Übersichtslageplan



Übersichtslageplan



Angaben zu den untersuchten Immissionsorten

X:\Projekte\21997197400-Stuttgart-21VA-vor PfBIPFA_1.3IC-Bearbeitung 2014\Erstellung Blaudrucke\VA-97519-VVE-1\Info_Gebäude.xls\Ausgabe

IP Nr.	Gebäude	Art BauNVO	Raum 1			Raum 2			Raum 3		
			Lage	Nutzung	Decke	Lage	Nutzung	Decke	Lage	Nutzung	Decke
1	Mövenpick Hotel *Flughafenstraße 51*	MI	1. OG	Hotel	Beton	2. OG	Hotel	Beton	3. OG	Hotel	Beton
2	FSG-Verwaltungsgebäude *	MI	1. OG	Büro	Beton	2. OG	Büro	Beton	4. OG	Büro	Beton
3	Kongresszentrum	MI	1. OG	Konferenz	Beton	1. OG	Konferenz	Beton	1. OG	Büro	Beton
4	Standardmessehalle A1 4	GE	EG	Ausstell.	Beton						
5	Standardmessehalle A7 3	GE	EG	Ausstell.	Beton						

Legende

Art	Art der baulichen Nutzung in Anlehnung an die BauNVO	WA	Allgemeines Wohngebiet	Hotel	Hotelzimmer	Beton	Stahlbetondecke
		MI	Mischgebiet	Büro	Büro	Holz	Holzbalkendecke
Lage	Geschosslage des untersuchten Raumes	MK	Kerngebiet	Ausstell.	Ausstellungsraum		
Nutzung	Nutzung der untersuchten Räume	GE	Gewerbegebiet	Konferenz	Konferenzräume		
Decke	Geschossdeckenaufbau						
*	Gebäude wurden messtechnisch untersucht						

Emissionsspektrum Tunnelbereich

IR unkorrigiert

X:\Projekte\21\1997\97400-Stuttgart-21\A-vor PFBVPfA_1.3\Bearbeitung ab 2009\IC-Bearbeitung\Erschütterungen\Prognose 2025\Emissionsspektren.xls\IR- ohne Korr

Quelle Körperschallmessungen im Langesfeld-Tunnel, NBS Stuttgart - Mannheim
TZF München, Bericht Nr. 256 001 vom 20.05.1992

Messposition Tunnelwand, 1,6 m über Schienenoberkante

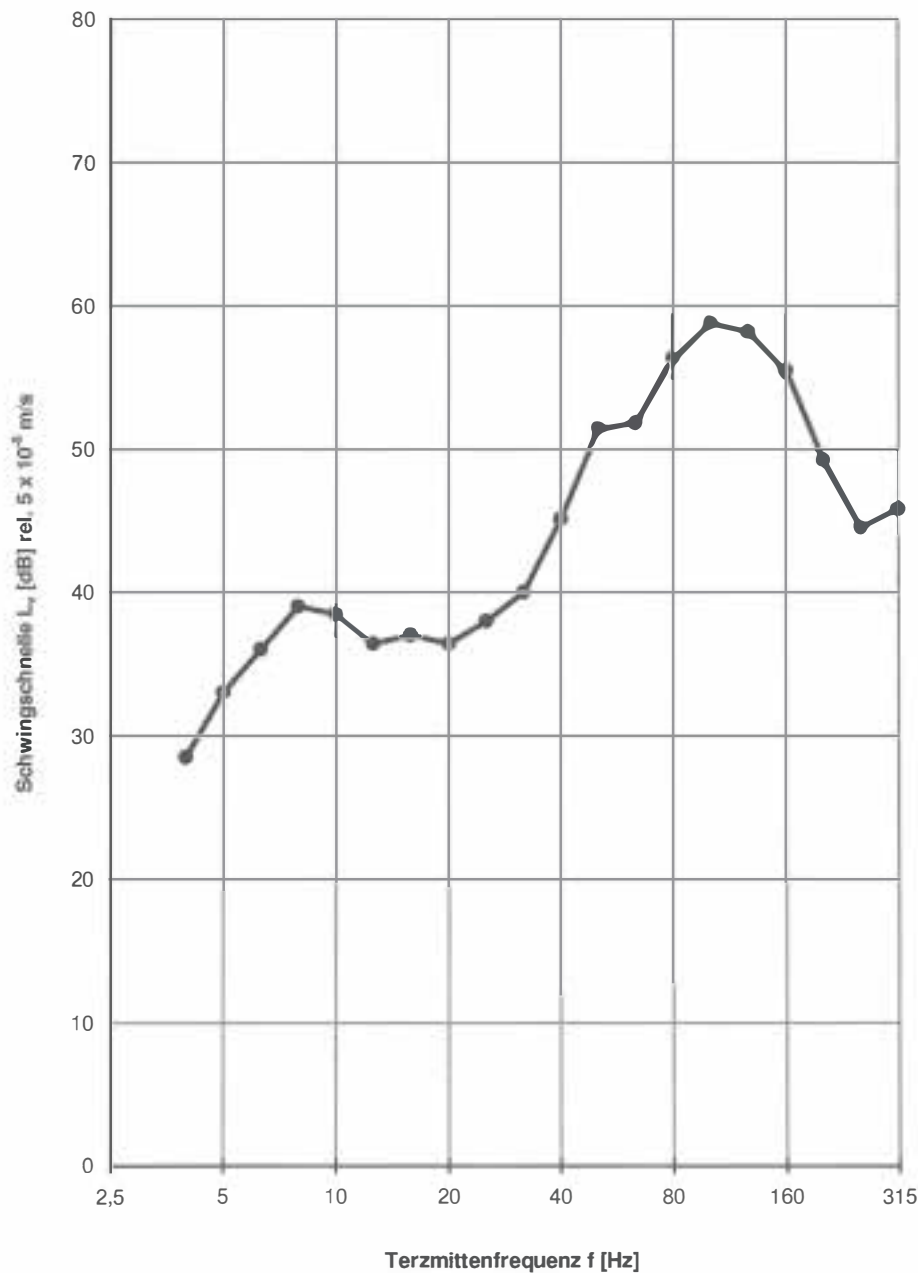
Fahrzeuge IR

Geschwindigkeit $v_m = 95$ km/h

Tunnel 1-gleisiger Tunnel in offener Bauweise mit Oberbau W 60 B 70

Schwingrichtung horizontal (y)

Mittelwert



Referenz:
 $v_0 = 5 \cdot 10^{-8}$ m/s

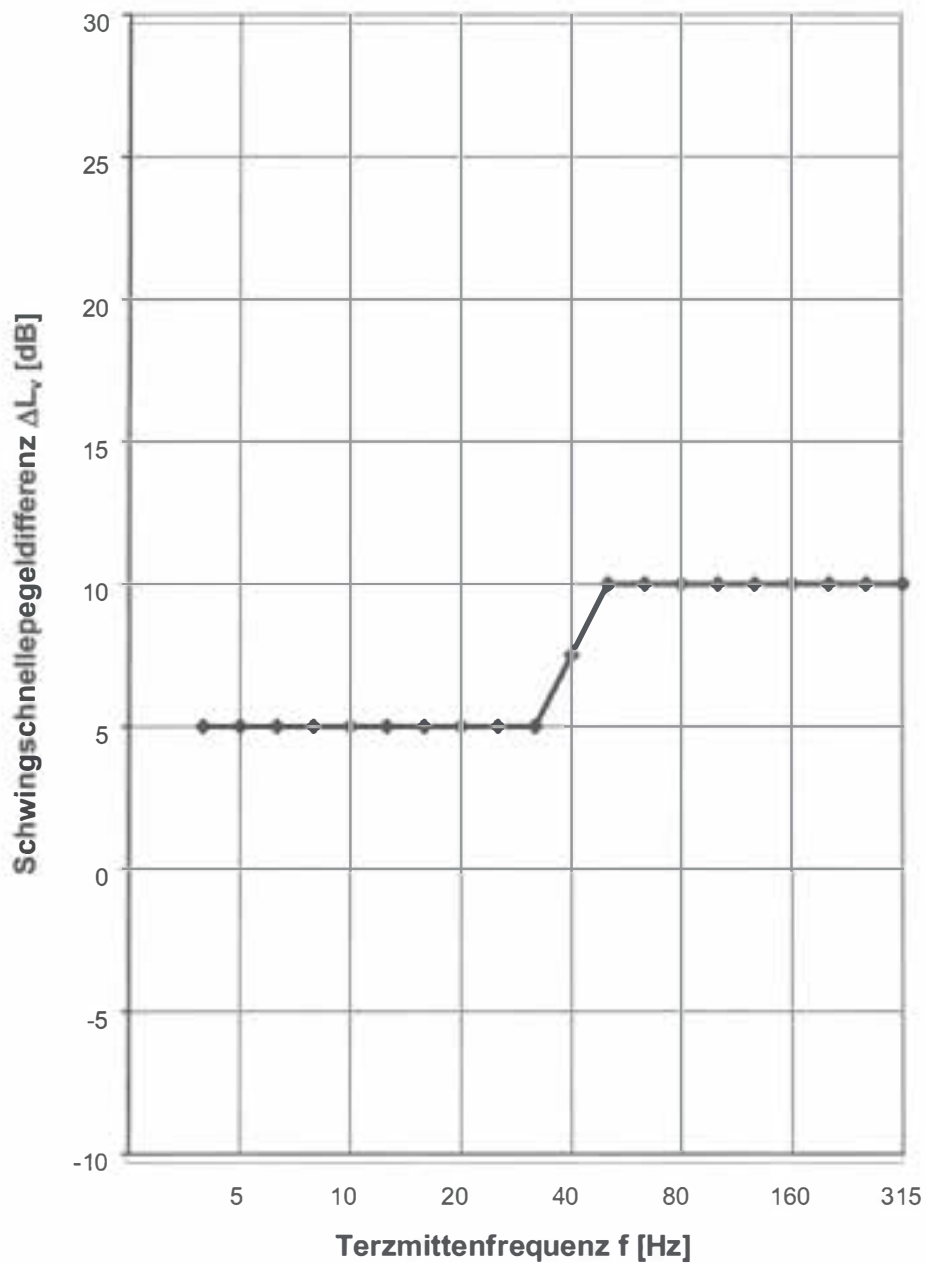
Emissionsdifferenz zur Berücksichtigung des Messverfahrens

N:\1997197400-Stuttgart-21\PfA_1.3\Bearbeitung ab 2009\IC-Bearbeitung\Erschütterungen\Emissionsspektren.xls]CE- ohne Korr

Bezugsspektrum A RMS-Fast

Bezugsspektrum B Max-Hold

Schwingungsrichtung vertikal (z)



f [Hz]	ΔL _v [dB]
4	5,0
5	5,0
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

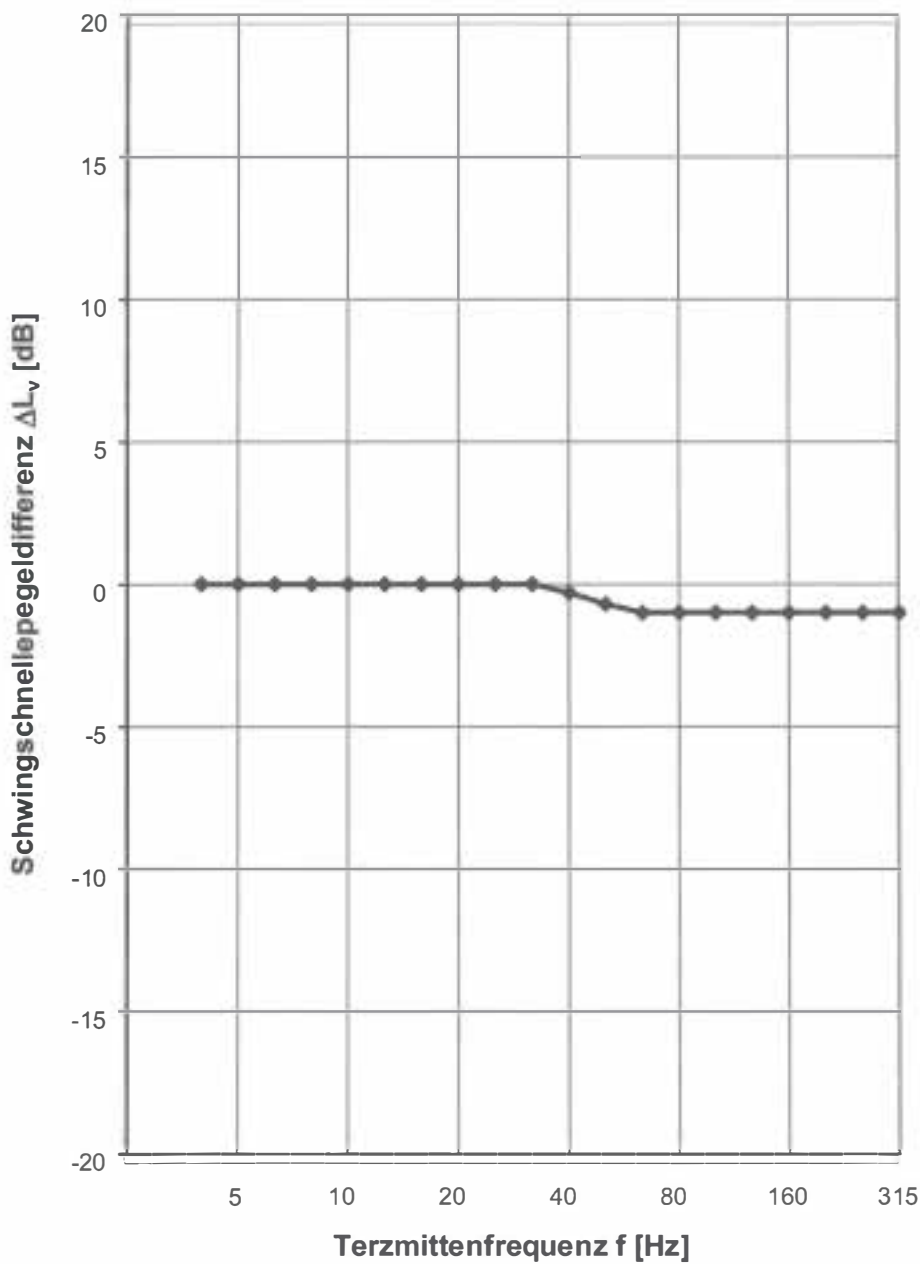
Emissionsdifferenz zur Berücksichtigung der Tunnelform

N:\1997\97400-Stuttgart-21\PFA_1.3\Bearbeitung ab 2009\C-Bearbeitung\Erschütterungen\Emissionsspektren.xls\ICE- ohne Korr

Bezugsspektrum A Tunnel offene Bauweise, 1-gleisig

Bezugsspektrum B Tunnel offene Bauweise, 1-gleisig

Schwingungsrichtung vertikal (z)



f [Hz]	ΔL_v [dB]
4	0,0
5	0,0
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

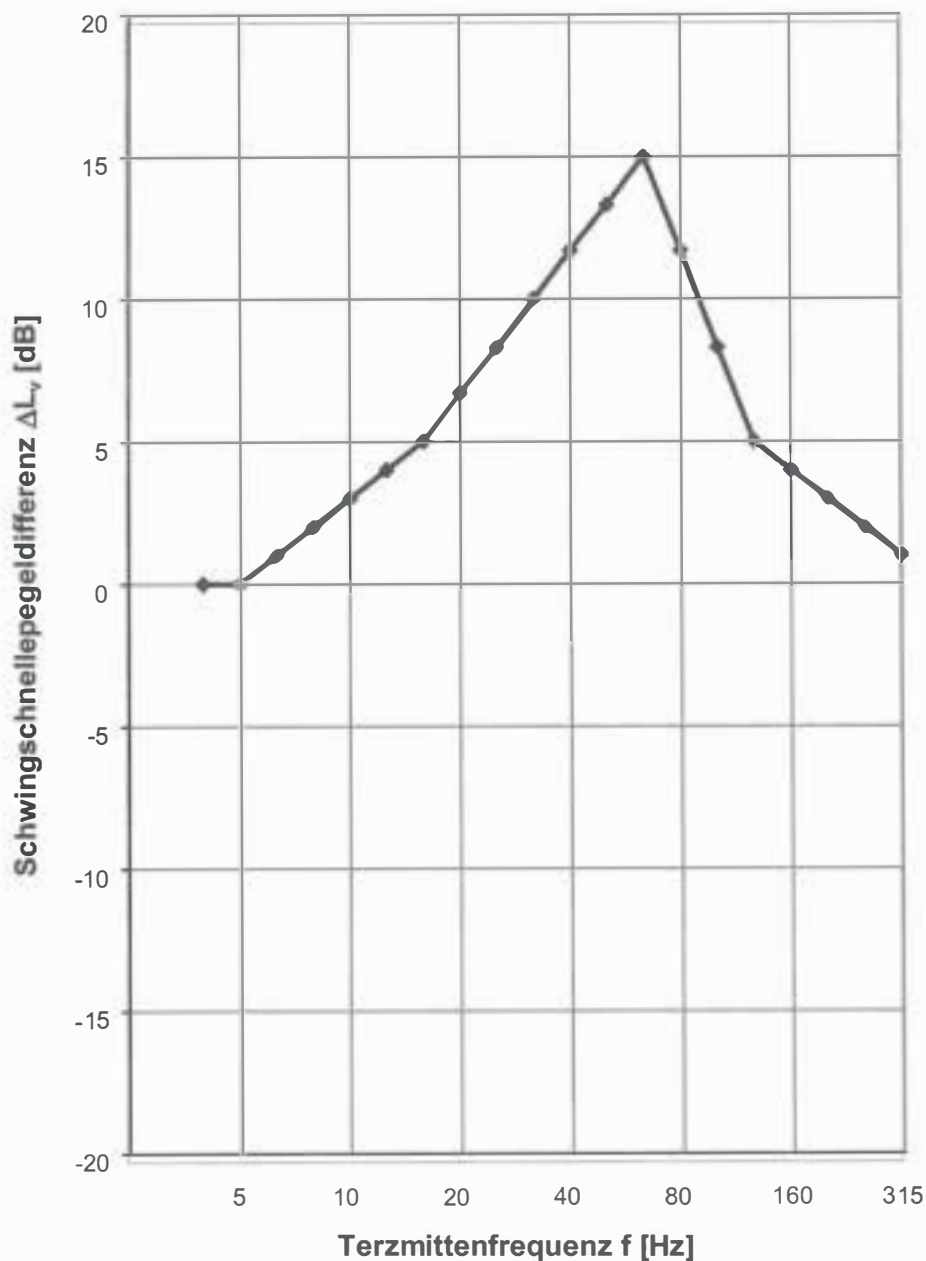
Emissionsdifferenz Gerade - Kurve

N:\1997\97400-Stuttgart-21\PFA_1.3\Bearbeitung ab 2009\IC-Bearbeitung\Erschütterungen\Emissionsspektren.xls\CE- ohne Korrr

Quelle Handbuch Schall und Erschütterungen beim Schienennahverkehr
 Studiengesellschaft für unterirdische Verkehrsanlagen e.V. (STUVA), Köln
 F. Krüger, 1993
 Tabelle 11.1: Mittlere relative Einflüsse verschiedener Parameter

Bezugsspektrum A Kurve

Bezugsspektrum B gerade Strecke



f [Hz]	ΔL_v [dB]
4	0,0
5	0,0
6,3	1,0
8	2,0
10	3,0
12,5	4,0
16	5,0
20	6,7
25	8,3
31,5	10,0
40	11,7
50	13,3
63	15,0
80	11,7
100	8,3
125	5,0
160	4,0
200	3,0
250	2,0
315	1,0

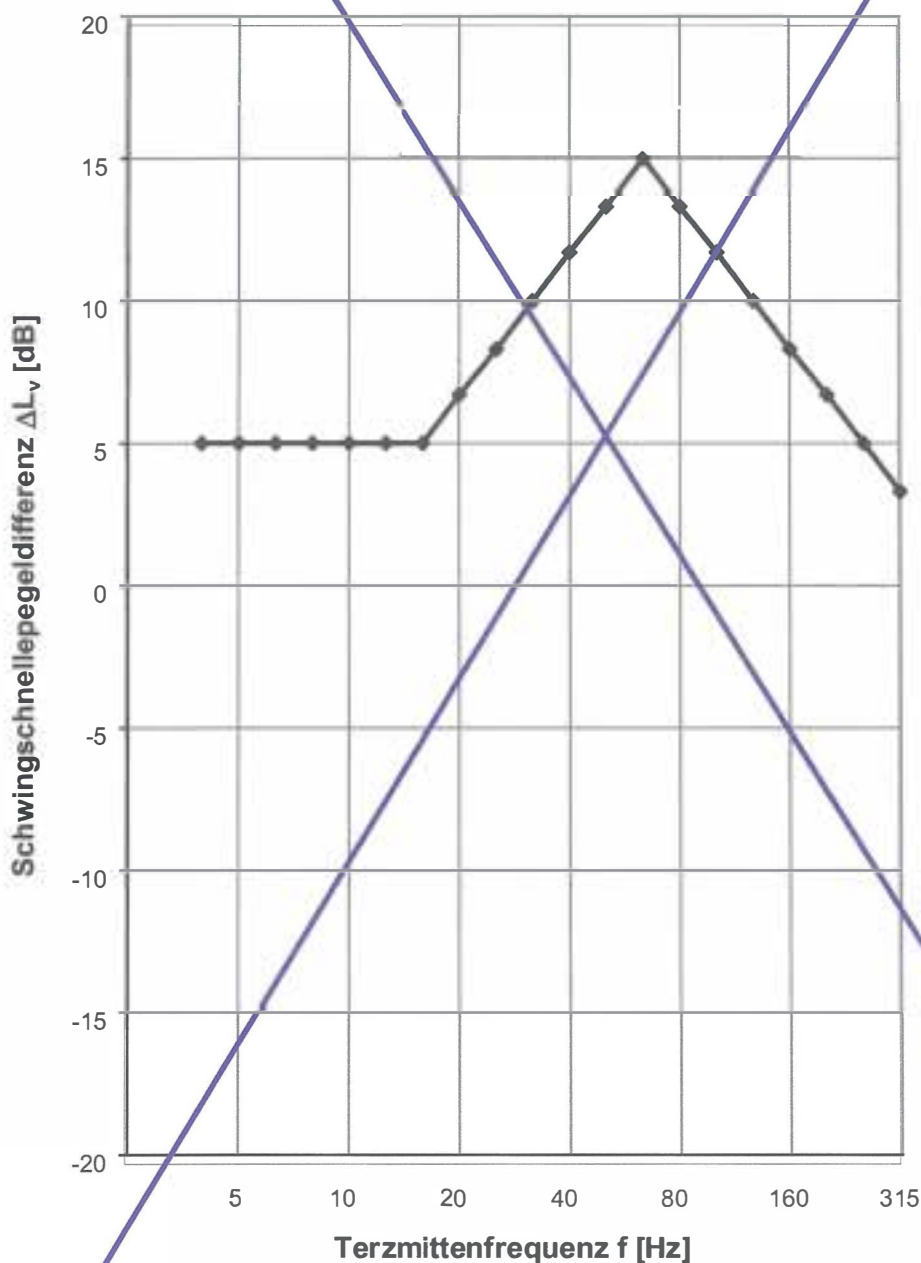
Emissionsdifferenz Weichenbereiche

N:\1997\97400-Stuttgart-21\PfA_1.3\Bearbeitung ab 2009\IC-Bearbeitung\Erschütterungen\Emissionspektren.xls\ICE- ohne Korr

Quelle Handbuch Schall und Erschütterungen beim Schienennahverkehr
Studiengesellschaft für unterirdische Verkehrsanlagen e.V. (STUVA), Köln
F. Krüger, 1993
Tabelle 11.1: Mittlere relative Einflüsse verschiedener Parameter

Bezugsspektrum A Weiche mit feststehenden Herzstücken

Bezugsspektrum B Weiche mit beweglichen Herzstücklücken



f [Hz]	ΔL_v [dB]
4	5,0
5	5,0
6,3	5,0
8	5,0
10	5,0
12,5	5,0
16	5,0
20	6,7
25	8,3
31,5	10,0
40	11,7
50	13,3
63	15,0
80	13,3
100	11,7
125	10,0
160	8,3
200	6,7
250	5,0
315	3,3

ENTFÄLLT!

~~Anhang 3.2~~

~~Seite 4~~

Emissionsspektrum D und R

Tunnelbereich bergmännisch - 1-gleisig

X:\Projekte\21997\97400-Stuttgart-21\A-vor PFB\PFA_1.3\Bearbeitung a b 2009\C-Bearbeitung\Erschütterungen\Prognose 2025\Emissionsspektren.xls\Emission-B-NV-berg-1-gl Weiche

Bereich Mövenpickhotel, FSG-Verwaltungsgebäude

			Ausgangs-Spektrum A	Prognose-Spektrum P
K1	Betrieb	Zuggattung	IR	D und R
K2		Geschwindigkeit	95 km/h	80 km/h
K3	Fahrweg	Kurvenbereich	nein	nein
K4		Weichenbereich	nein	nein
K5		Oberbau	Schotteroberbau	feste Fahrbahn
K6	Tunnel	Tunnelform	1-gleisig offene Bauweise	1-gleisig bergmännisch
K7	Bauwerk	Wandstärke		
K8		Tunnelgründung		
K9		Bodenverhältnisse		
K10		Emissionspunkt	Tunnelwand	Tunnelwand
K11	Sonstiges	Meßverfahren	RMS-Fast	Max-Hold
K12				
K13				
K14				
K15				

Ausgangsspektrum in dB

Referenz: $v_0=5 \cdot 10^{-8}$ m/s

f[Hz]	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	█
A	28,5	33,0	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	64,4

Berücksichtigte Korrekturen in dB

f[Hz]	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	
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	0,0	0,0	-0,3	-0,7	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	
L _{K7}																					
L _{K8}																					
L _{K9}																					
L _{K10}																					
L _{K11}	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	7,5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
L _{K12}																					
L _{K13}																					
L _{K14}																					
L _{K15}																					

Prognosespektrum in dB

Referenz: $v_0=5 \cdot 10^{-8}$ m/s

f[Hz]	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	█
P	33,5	38,0	41,0	44,0	43,5	41,4	42,0	41,4	43,0	45,0	52,3	60,7	60,8	65,3	67,8	67,2	64,5	58,2	53,5	54,8	73,3

Emissionsspektrum D und R Tunnelbereich bergmännisch - 1-gleisig

X:\Projekt\1997\97400-Stuttgart-21\A-vor\PIB\PIA_1.3\Bearbeitung ab 2009\IC-Bearbeitung\Erschütterungen\Prognose 2025\Emissionsspektren.xls\Emission-B-NV-bergmännisch-1-gleisig Weiche

Bereich Kongresszentrum / Messehalle A7

			Ausgangsspektrum A	Prognose-Spektrum P
K1	Betrieb	Zuggattung	IR	D und R
K2		Geschwindigkeit	95 km/h	80 km/h
K3	Fahrweg	Kurvenbereich	nein	ja
K4		Weichenbereich	nein	nein
K5		Oberbau	Schotteroberbau	feste Fahrbahn
K6	Tunnel	Tunnelform	1-gleisig offene Bauweise	1-gleisig bergmännisch
K7	Bauwerk	Wandstärke		
K8		Tunnelgründung		
K9		Bodenverhältnisse		
K10		Emissionspunkt	Tunnelwand	Tunnelwand
K11	Sonstiges	Meßverfahren	RMS-Fast	Max-Hold
K12				
K13				
K14				
K15				

Ausgangsspektrum in dB

Referenz: $v_0=5 \cdot 10^{-8}$ m/s

f[Hz]	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	█	
A	28,5	33,0	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	64,4	

Berücksichtigte Korrekturen in dB

f[Hz]	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	█	
L _{K1}																						
L _{K2}																						
L _{K3}	0,0	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,7	8,3	10,0	11,7	13,3	15,0	11,7	8,3	5,0	4,0	3,0	2,0	1,0		
L _{K4}																						
L _{K5}																						
L _{K6}	0,0	0,0	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		
L _{K7}																						
L _{K8}																						
L _{K9}																						
L _{K10}																						
L _{K11}	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	7,5	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
L _{K12}																						
L _{K13}																						
L _{K14}																						
L _{K15}																						

Prognosespektrum in dB

Referenz: $v_0=5 \cdot 10^{-8}$ m/s

f[Hz]	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	█	
P	32,5	36,0	42,0	46,0	46,5	45,4	47,0	48,1	51,3	55,0	64,0	74,0	75,8	77,0	76,1	72,2	68,5	61,2	55,5	55,8	82,6	

Emissionsspektrum D und R

Tunnelbereich bergmännisch - 1-gleisig

X:\Projekte\21997\97400-Stuttgart-21A-vor PIB\PIA_1.3\IC-Bearbeitung 2014\Erstellung Blaudrucke\A-97519-VVE-1[Emissionsspektren.xls]Emission-B-NV-berg-1-gl Kur

Bereich Kongresszentrum / Messehalle A7 3 / Messehalle 4

			Ausgangs-Spektrum A	Prognose-Spektrum P
K1	Betrieb	Zuggattung	IR	D und R
K2		Geschwindigkeit	95 km/h	80 km/h
K3	Fahrweg	Kurvenbereich	nein	ja
K4		Weichenbereich	nein	nein
K5		Oberbau	Schotteroberbau	feste Fahrbahn
K6	Tunnel	Tunnelform	1-gleisig offene Bauweise	1-gleisig bergmännisch
K7	Bauwerk	Wandstärke		
K8		Tunnelgründung		
K9		Bodenverhältnisse		
K10		Emissionspunkt	Tunnelwand	Tunnelwand
K11	Sonstiges	Meßverfahren	RMS-Fast	Max-Hold
K12				
K13				
K14				
K15				

Ausgangsspektrum in dB

Referenz: $v_0=5 \cdot 10^{-8}$ m/s

f[Hz]	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	Σ
A	28,5	33,0	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	64,4

Berücksichtigte Korrekturen in dB

f[Hz]	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	
L _{K1}																					
L _{K2}																					
L _{K3}	0,0	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,7	8,3	10,0	11,7	13,3	15,0	11,7	8,3	5,0	4,0	3,0	2,0	1,0	
L _{K4}																					
L _{K5}																					
L _{K6}	0,0	0,0	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	
L _{K7}																					
L _{K8}																					
L _{K9}																					
L _{K10}																					
L _{K11}	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	7,5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
L _{K12}																					
L _{K13}																					
L _{K14}																					
L _{K15}																					

Prognosespektrum in dB

Referenz: $v_0=5 \cdot 10^{-8}$ m/s

f[Hz]	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	Σ
P	33,5	38,0	42,0	46,0	46,5	45,4	47,0	48,1	51,3	55,0	64,0	74,0	75,8	77,0	76,1	72,2	68,5	61,2	55,5	55,8	82,6

Emissionsspektrum D und R Tunnelbereich bergmännisch - 1-gleisig

X:\Projekte\1997\97400-Stuttgart-21\A-vor\PIB\PfA_1_3\Bearbeitung ab 2009\IC-Bearbeitung\Erschütterungen\Prognose 2025\Emissionsspektren.xls\Emission-B-NV-berg-1-gle Weiche

Bereich Messehalle A1

			Ausgangsspektrum A	Prognose-Spektrum P
K1	Betrieb	Zuggattung	IR	D und R
K2		Geschwindigkeit	95 km/h	80 km/h
K3	Fahrweg	Kurvenbereich	nein	ja
K4		Weichenbereich	nein	ja
K5		Oberbau	Schotteroberbau	feste Fahrbahn
K6	Tunnel	Tunnelform	1-gleisig offene Bauweise	1-gleisig bergmännisch
K7	Bauwerk	Wandstärke		
K8		Tunnelgründung		
K9		Bodenverhältnisse		
K10		Emissionspunkt	Tunnelwand	Tunnelwand
K11	Sonstiges	Meßverfahren	RMS-Fast	Max-Hold
K12				
K13				
K14				
K15				

Ausgangsspektrum in dB

Referenz: $v_0=5 \cdot 10^{-8}$ m/s

f[Hz]	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	█	
A	28,5	33,0	36,0	39,0	38,5	36,4	37,0	36,4	38,0	43,0	45,1	51,4	51,8	56,3	58,8	58,2	55,5	49,2	44,5	45,8	64,4	

Berücksichtigte Korrekturen in dB

f[Hz]	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	█	
L _{K1}																						
L _{K2}																						
L _{K3}	0,0	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,7	8,3	10,0	11,7	13,3	15,0	11,7	8,3	5,0	4,0	3,0	2,0	1,0		
L _{K4}	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	6,7	8,3	10	11,7	13,3	15	13,3	11,7	10	8,3	6,7	5,0	3,3		
L _{K5}																						
L _{K6}	0,0	0,0	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		
L _{K7}																						
L _{K8}																						
L _{K9}																						
L _{K10}																						
L _{K11}	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	7,5	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
L _{K12}																						
L _{K13}																						
L _{K14}																						
L _{K15}																						

Prognosespektrum in dB

Referenz: $v_0=5 \cdot 10^{-8}$ m/s

f[Hz]	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	█	
P	38,5	43,0	47,0	51,0	51,5	50,4	52,0	54,8	59,6	65,0	75,7	87,3	90,8	90,3	87,8	82,2	76,8	67,9	60,5	59,1	95,7	

ENFÄLLT!

Anhang 3.3

Seite 3

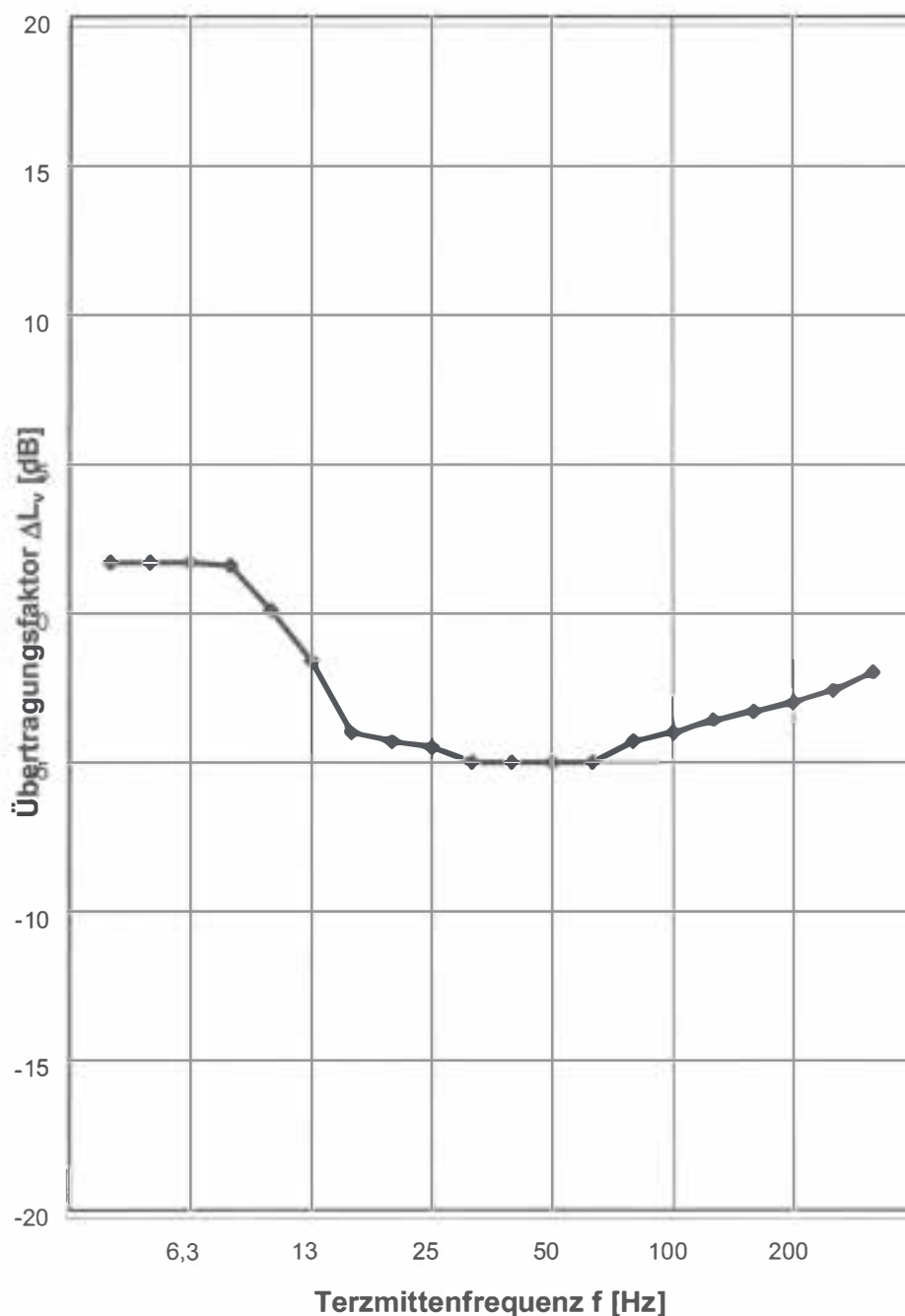
Übertragungsfunktion Erdreich-Fundament (T2) ein- und zweigeschossige Gebäude

N:\1997\197400-Stuttgart-21\PIA_1.3\Bearingung ab 2009\C-Bearbeitung\Erschütterungen\T2-Funktion-LIS-107.xls]1-2geschossig

Quelle Immissionsprognosen für Schwingungs- und Körperschalleinwirkungen
Landesamt für Immissionsschutz Nordrhein-Westfalen, Nr. 107
J. Melke, 1992
Bild 7.8 a: Typische Minderung bei Übertragung von Erschütterungen vom Erdreich auf das Gebäudefundament

Gebäudetyp ein- und zweigeschossige Gebäude in Massivbauweise

Schwingungsrichtung vertikal (z)



f [Hz]	ΔL _v [dB]
4	1,7
5	1,7
6,3	1,7
8	1,6
10	0,1
12,5	-1,6
16	-4,0
20	-4,3
25	-4,5
31,5	-5,0
40	-5,0
50	-5,0
63	-5,0
80	-4,3
100	-4,0
125	-3,6
160	-3,3
200	-3,0
250	-2,6
315	-2,0

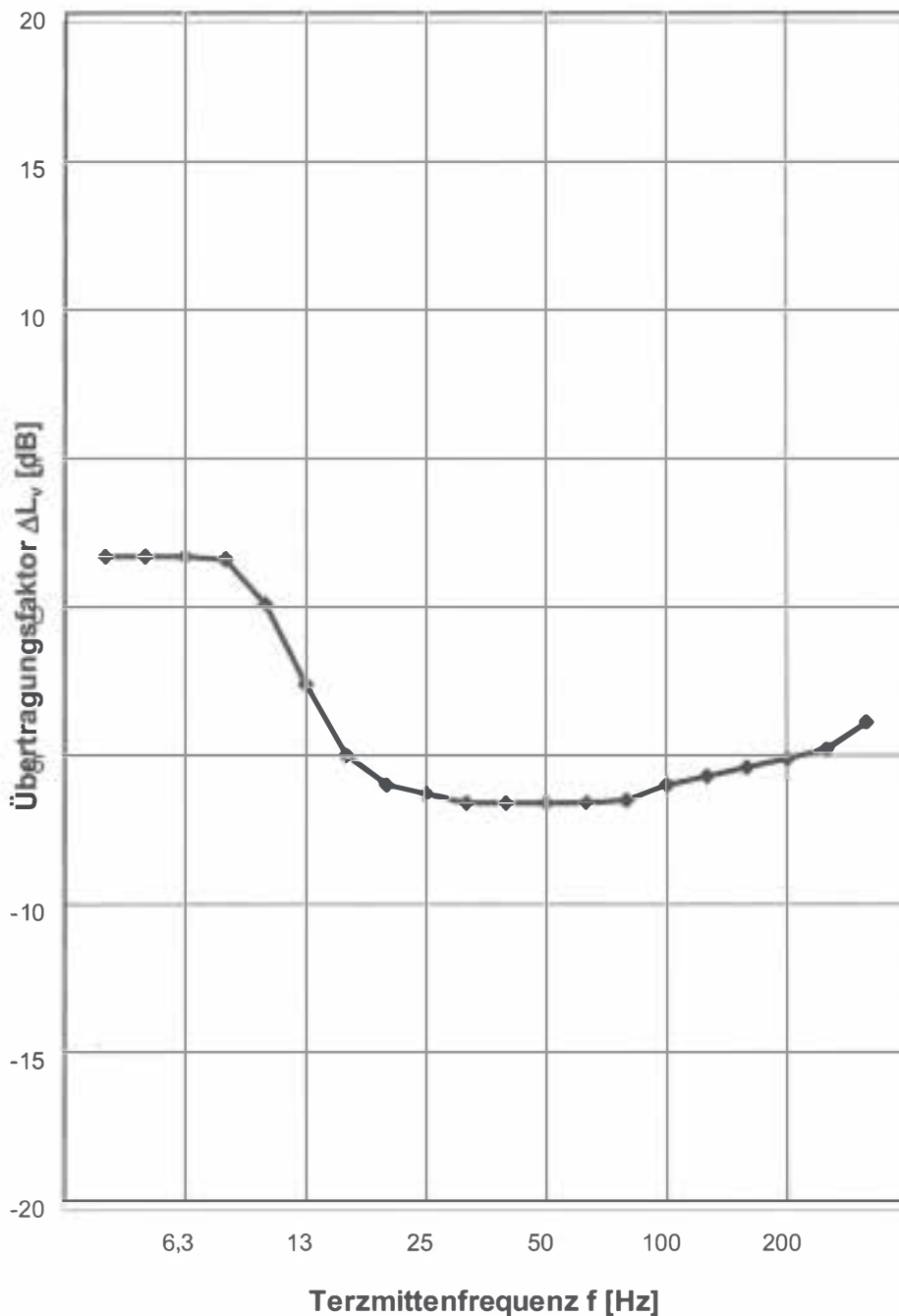
Übertragungsfunktion Erdreich-Fundament (T2) mehrgeschossige Gebäude

N:\1997\97400-Stuttgart-21\IFA_1.3\Bearbeitung ab 2009\C-Bearbeitung\Erschütterungen\T2-Funktion-LIS-107.xls\1-2geschossig

Quelle Immissionsprognosen für Schwingungs- und Körperschalleinwirkungen
Landesamt für Immissionsschutz Nordrhein-Westfalen, Nr. 107
J. Melke, 1992
Bild 7.8 a: Typische Minderung bei Übertragung von Erschütterungen vom Erdreich auf das Gebäudefundament

Gebäudetyp mehrgeschossige Gebäude in Massivbauweise

Schwingungsrichtung vertikal (z)



f [Hz]	ΔL_v [dB]
4	1,7
5	1,7
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

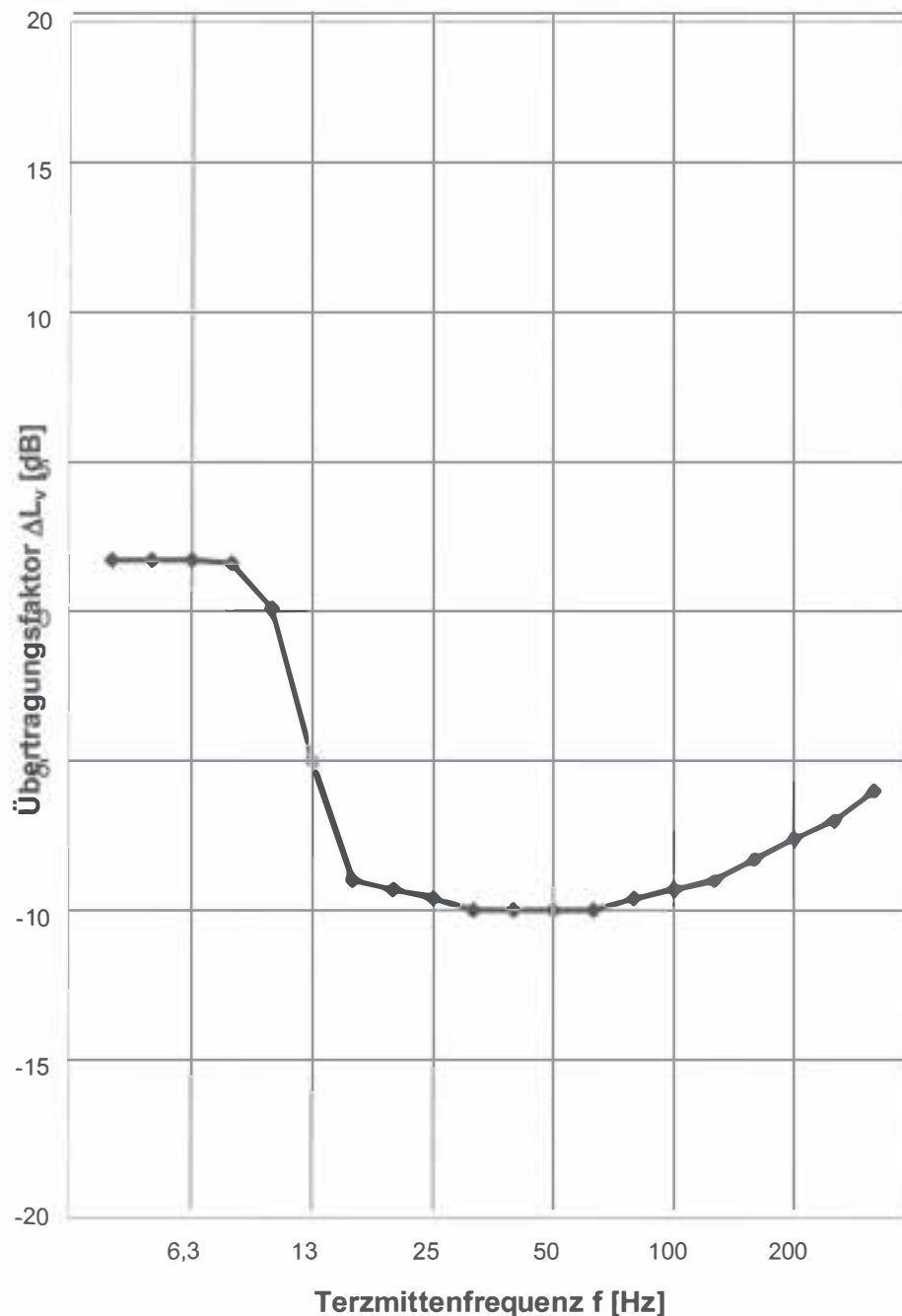
Übertragungsfunktion Erdreich-Fundament (T2) mehrgeschossige Gebäude in Massivbauweise

N:\1997\97400-Stuttgart-21\PfA_1.3\Bearbeitung ab 2009\IC-Bearbeitung\Erschütterungen\T2-Funktion-LIS-107.xls]1-2geschossig

Quelle Immissionsprognosen für Schwingungs- und Körperschalleinwirkungen
Landesamt für Immissionsschutz Nordrhein-Westfalen, Nr. 107
J. Melke, 1992
Bild 7.8 a: Typische Minderung bei Übertragung von Erschütterungen
vom Erdreich auf das Gebäudefundament

Gebäudetyp mehrgeschossige gewerbliche Gebäude in Massivbauweise

Schwingungsrichtung vertikal (z)



f [Hz]	ΔL _v [dB]
4	1,7
5	1,7
6,3	1,7
8	1,6
10	0,1
12,5	-5,0
16	-9,0
20	-9,3
25	-9,6
31,5	-10,0
40	-10,0
50	-10,0
63	-10,0
80	-9,6
100	-9,3
125	-9,0
160	-8,3
200	-7,6
250	-7,0
315	-6,0

Übertragungsfunktion Fundament-Geschossdecke (T3)

N:\1997\97400-Stuttgart-21\PIA_1.31\Bearbeitung ab 2009\C-Bearbeitung\Erschütterungen\T3-Funktion Stb-DB-Leitfaden.xls\T3_31,5HzMW+

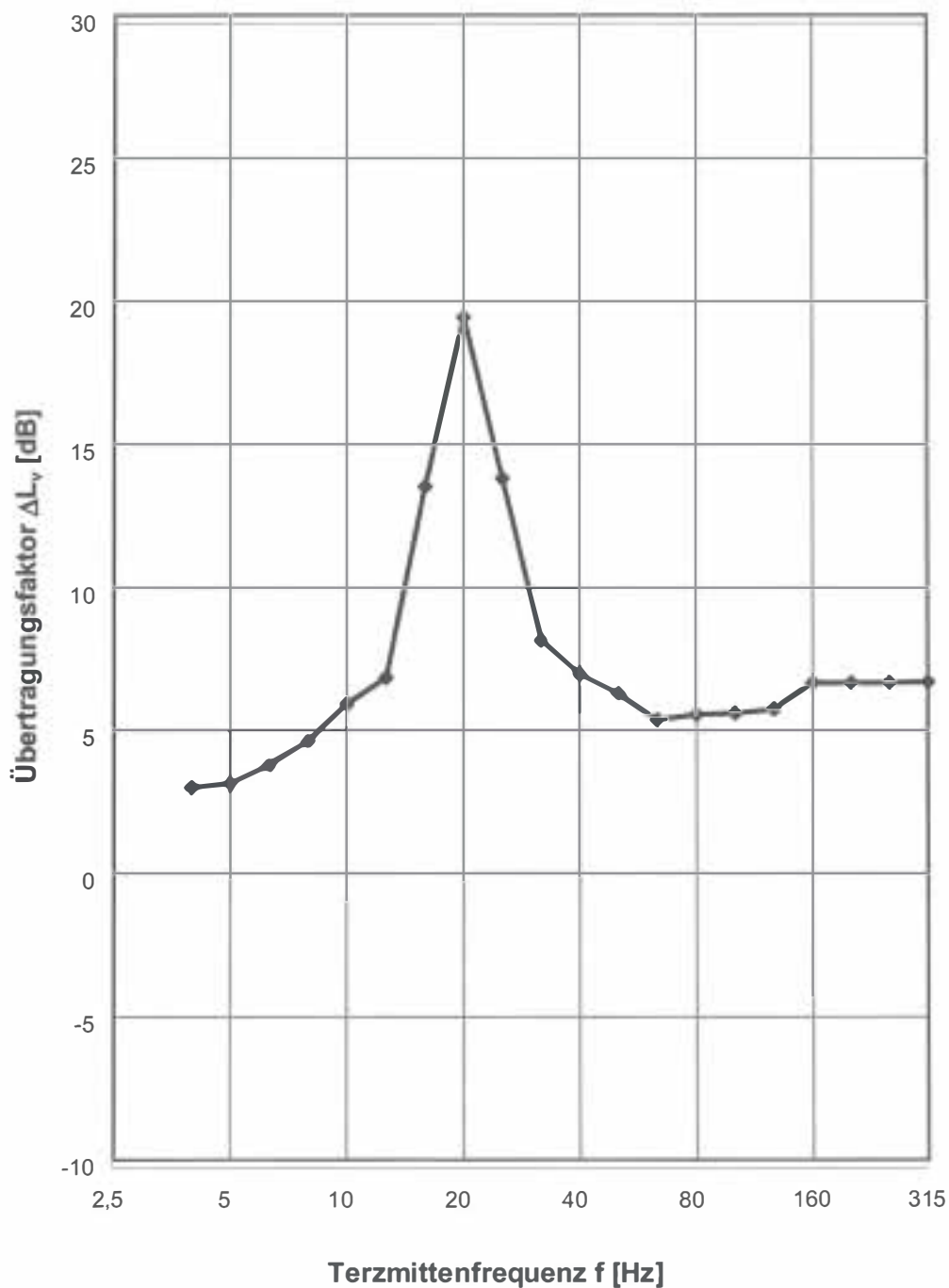
Quelle Körperschall- und Erschütterungsschutz, Leitfaden für den Planer
(Ausgabe: August 1996, berichtet Februar 1999), Bild 4a:
Gebäude mit Betondeckenaufbau; Mittelwert
Deutsche Bahn AG, FTZ 81 München

Deckenart Stahlbetondecke

Resonanzfrequenz der Decke $f_0 = 20$ Hz

Schwingungsrichtung vertikal (z)

Mittelwert + Standardabweichung



Übertragungsfunktion Fundament-Geschossdecke (T3)

N:\1997\197400-Stuttgart-21\13\Bearbeitung ab 2009\1C-Bearbeitung\Erschütterungen\T3-Funktion Stb-DB-Leitfaden.xls\T3_31,5HzMW+

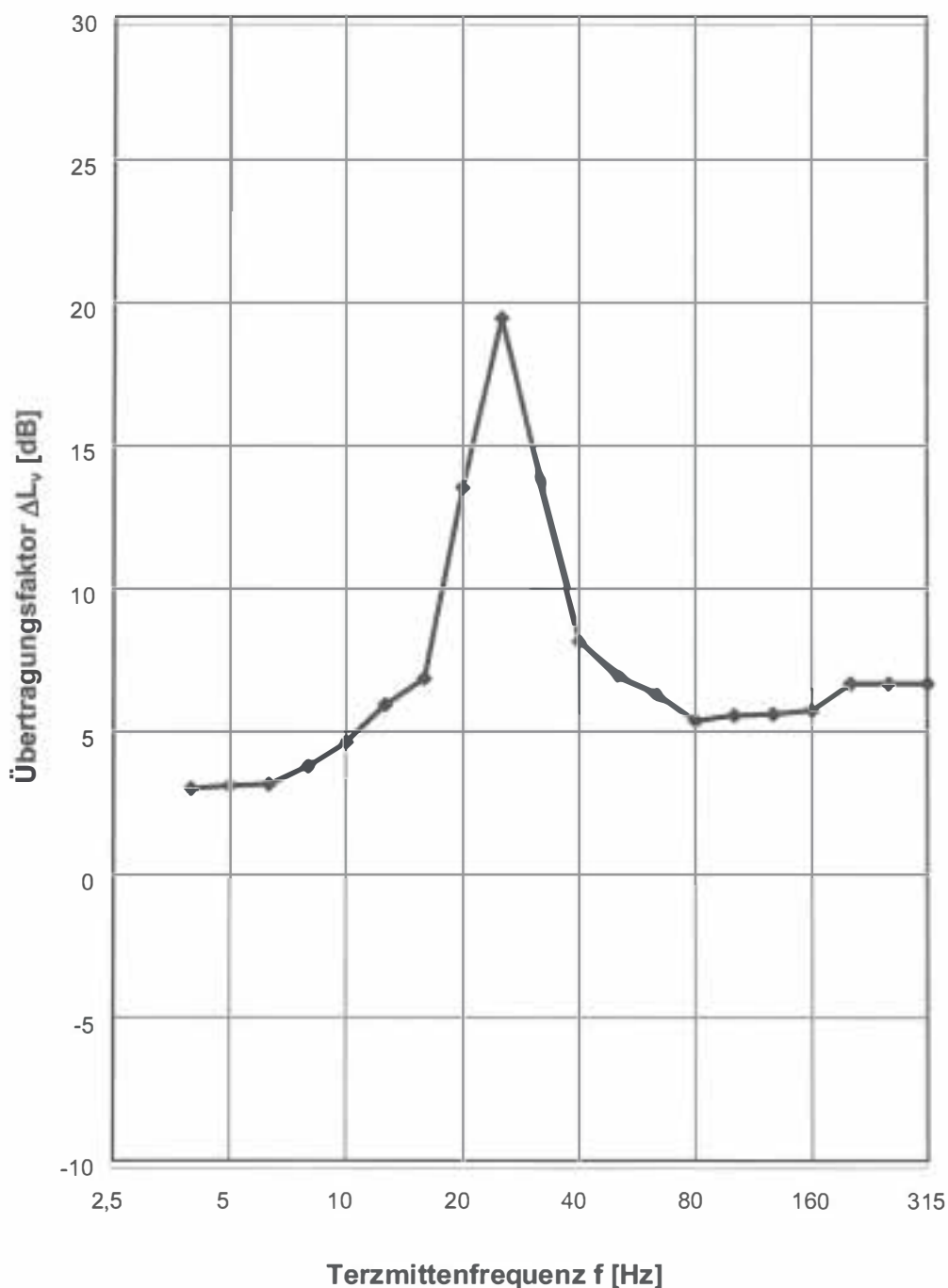
Quelle Körperschall- und Erschütterungsschutz, Leitfaden für den Planer
(Ausgabe: August 1996, berichtigt Februar 1999), Bild 4a:
Gebäude mit Betondeckenaufbau; Mittelwert
Deutsche Bahn AG, FTZ 81 München

Deckenart Stahlbetondecke

Resonanzfrequenz der Decke $f_0 = 25$ Hz

Schwingungsrichtung vertikal (z)

Mittelwert + Standardabweichung



Übertragungsfunktion Fundament-Geschossdecke (T3)

N:\1997\97400-Stuttgart-21\PFA_1.3\Bearbeitung ab 2009\C-Bearbeitung\Erschütterungen\T3-Funktion Stb-DB-Leitfaden.xls\T3_31,5HzMW+

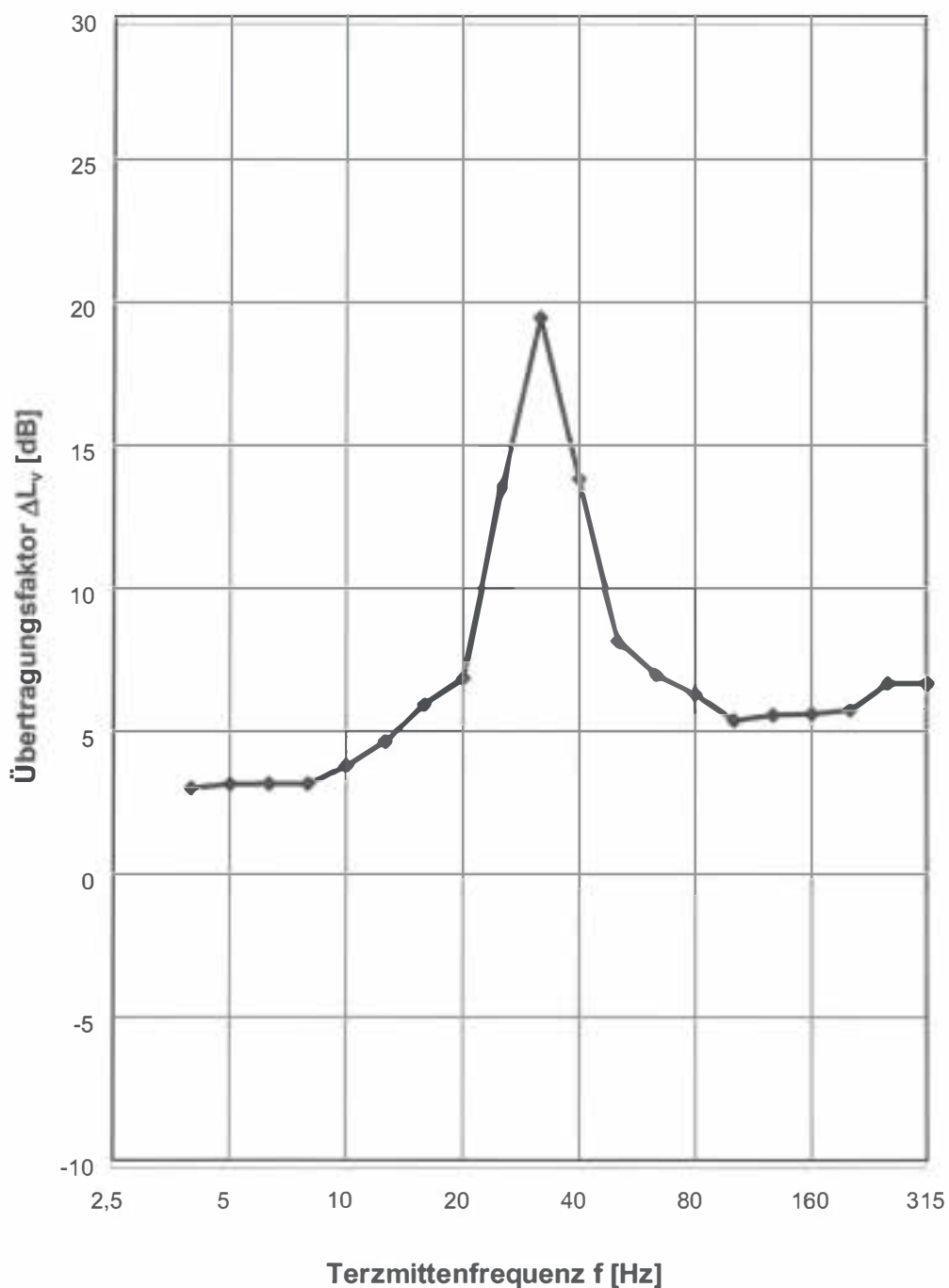
Quelle Körperschall- und Erschütterungsschutz, Leitfaden für den Planer
(Ausgabe: August 1996, berichtigt Februar 1999), Bild 4a:
Gebäude mit Betondeckenaufbau; Mittelwert
Deutsche Bahn AG, FTZ 81 München

Deckenart Stahlbetondecke

Resonanzfrequenz der Decke $f_0 = 31,5$ Hz

Schwingungsrichtung vertikal (z)

Mittelwert + Standardabweichung



Erschütterungsimmissionen

Prognose-Planfall - ohne Vorsorgemaßnahme

X:\Projekte\211997\97400-Stuttgart-21A-vor-PIB\PIA_1.3\Bearbeitung a b 2009\C-Bearbeitung\Erschütterungen\Prognose 2025\PROG-IP04.xls\Gleist1

1. Schritt der Beurteilung gemäß DIN 4150-2

IP Nr.	Gebäude	Nutzung	ü _b [m]	d [m]	maximale bewertete Schwingstärke KB _{Fmax}					
					Raum 1		Raum 2		Raum 3	
					Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	Mövenpick Hotel	MI	19	0	0,227	0,227	0,194	0,194	0,101	0,101
2	FSG-Verwaltungsgebäude	MI	20	0	0,048	0,048	0,054	0,054	0,063	0,063
3	Kongresszentrum	MI	20	0	0,441	0,441	0,467	0,467	0,483	0,483
4	Messehalle 4	GE	21	0	0,748	0,748				
5	Messehalle 3	GE	23	0	0,181	0,181				

IP

Immissionsort

d

Abstand zur nächstgelegenen Tunnelwand [m]

ü_b

Geländeüberdeckung des Tunnelbauwerkes [m]

KB_{Fmax}

maximale bewertete Schwingstärke [-]



Die Anforderungen der **DIN 4150-2** werden erfüllt.



Es ist ein weiterer Prüfschritt gemäß **DIN 4150-2** erforderlich.



Die Anforderungen der **DIN 4150-2** werden **nicht** erfüllt.



keine schutzwürdige Nutzung im Beurteilungszeitraum

Nutzung

Art der baulichen Nutzung
in Anlehnung an die BauNVO

WA Allgemeines Wohngebiet

MI Mischgebiet

GE Gewerbegebiet

ersetzt durch
Anhang 5.1A, Seite 1

Erschütterungsimmissionen

Prognose-Planfall - ohne Vorsorgemaßnahme

X:\Projekte2\1997\97400-Stuttgart-21\1A-vor PfB\1PFA_1.3\C-Bearbeitung 2014\Erstellung Blaudrucke\A-97519-VVE-1\Immissionen.xls\PPF-2-ohne

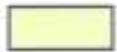
1. Schritt der Beurteilung gemäß DIN 4150-2

IP Nr.	Gebäude	Nutzung	ü _D [m]	d [m]	maximale bewertete Schwingstärke KB _{Fmax}					
					Raum 1		Raum 2		Raum 3	
					Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	Mövenpick Hotel Flughafenstraße 51	MI	19	0	0,227	0,227	0,194	0,194	0,101	0,101
2	FSG-Verwaltungsgebäude	MI	20	0	0,048	0,048	0,054	0,054	0,063	0,063
3	Kongresszentrum	MI	20	0	0,441	0,441	0,467	0,467	0,483	0,483
4	Messehalle 4	GE	21	0	0,211	0,211				
5	Messehalle 3	GE	23	0	0,181	0,181				

IP Immissionsort
d Abstand zur nächstgelegenen Tunnelwand [m]
ü_D Geländeüberdeckung des Tunnelbauwerkes [m]
KB_{Fmax} maximale bewertete Schwingstärke [-]



Die Anforderungen der **DIN 4150-2** werden erfüllt.



Es ist ein weiterer Prüfschritt gemäß **DIN 4150-2** erforderlich.



Die Anforderungen der **DIN 4150-2** werden **nicht** erfüllt.



keine schutzwürdige Nutzung im Beurteilungszeitraum

Nutzung

Art der baulichen Nutzung
in Anlehnung an die BauNVO

WA Allgemeines Wohngebiet

MI Mischgebiet

GE Gewerbegebiet

Erschütterungsimmissionen

Prognose-Planfall - ohne Vorsorgemaßnahme

X:\Projekte\21997\97400-Stuttgart-21A-vor PFB\PIA_1.3\Bearbeitung a b 2009\C-Bearbeitung\Erschütterungen\Prognose 2025\PROG-IP04.xls\Gleit1

2. Schritt der Beurteilung gemäß DIN 4150-2

IP Nr.	Gebäude	Nutzung	Ü _D [m]	d [m]	Beurteilungsschwingstärke					
					KB _{FTr}					
					Raum 1		Raum 2		Raum 3	
Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht					
1	Mövenpick Hotel	MI	19	0	0,050	0,033	0,043	0,028	0,022	0,015
2	FSG-Verwaltungsgebäude	MI	20	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3	Kongresszentrum	MI	20	0	0,097	0,064	0,102	0,067	0,106	0,070
4	Messehalle 4	GE	21	0	0,164	0,108				
5	Messehalle 3	GE	23	0	0,040	0,026				

IP

Immissionsort

d

Abstand zur nächstgelegenen Tunnelwand [m]

Ü_D

Geländeüberdeckung des Tunnelbauwerkes [m]

KB_{FTr}

Beurteilungsschwingstärke [-]



Die Anforderungen der **DIN 4150-2** werden erfüllt.



Die Anforderungen der **DIN 4150-2** werden **nicht** erfüllt.



keine schutzwürdige Nutzung im Beurteilungszeitraum

Nutzung

Art der baulichen Nutzung
in Anlehnung an die BauNVO

WA Allgemeines Wohngebiet

MI Mischgebiet

GE Gewerbegebiet

ersetzt durch
Anhang 5.1A, Seite 2

Anhang 5.1

Seite 2

Erschütterungsimmissionen

Prognose-Planfall - ohne Vorsorgemaßnahme

X:\Projekte\21997\97400-Stuttgart-2 1A vor PFB\PA_1.3\IC-Bearbeitung 2014\Erstellung Blaudrucke\A-97519-VVE-1\Immissionen.xls\PPF-2-ohne

2. Schritt der Beurteilung gemäß DIN 4150-2

IP Nr.	Gebäude	Nutzung	ü _D [m]	d [m]	Beurteilungsschwingstärke KB _{FT_r}					
					Raum 1		Raum 2		Raum 3	
					Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	Mövenpick Hotel Flughafenstraße 51	MI	19	0	0,051	0,033	0,044	0,028	0,023	0,015
2	FSG-Verwaltungsgebäude	MI	20	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3	Kongresszentrum	MI	20	0	0,100	0,064	0,105	0,067	0,109	0,070
4	Messehalle 4	GE	21	0	0,048	0,030				
5	Messehalle 3	GE	23	0	0,041	0,026				

IP Immissionsort

d Abstand zur nächstgelegenen Tunnelwand [m]

ü_D Geländeüberdeckung des Tunnelbauwerkes [m]

KB_{FT_r} Beurteilungsschwingstärke [-]



Die Anforderungen der **DIN 4150-2** werden erfüllt.



Die Anforderungen der **DIN 4150-2** werden **nicht** erfüllt.



keine schutzwürdige Nutzung im Beurteilungszeitraum

Nutzung Art der baulichen Nutzung
in Anlehnung an die BauNVO

WA Allgemeines Wohngebiet

MI Mischgebiet

GE Gewerbegebiet

Sekundärer Luftschall

Prognose-Planfall - ohne Vorsorgemaßnahme

X:\Projekte\211997\97400-Stuttgart-21\A-vor\PIB\PIA_1.3\Bearbeitung a b 2009\C-Bearbeitung\Erschütterungen\Prognose 2025\PROG-IP04.xls\Gleis1

IP Nr.	Gebäude	Nutzung	ü _D [m]	d [m]	Beurteilungs-Innenschallpegel L _{r1} [dB(A)]					
					Raum 1		Raum 2		Raum 3	
					Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	Mövenpick Hotel	MI	19	0	28,1	24,5	27,7	24,1	25,1	21,4
2	FSG-Verwaltungsgebäude	MI	20	0	25,6	22,0	25,2	21,6	20,1	16,5
3	Kongresszentrum	MI	20	0	34,6	31,0	34,5	30,9	34,5	30,9
4	Messehalle 4	GE	21	0	35,2	31,5				
5	Messehalle 3	GE	23	0	30,7	27,1				

IP

Immissionsort

d

Abstand zur nächstgelegenen Tunnelwand [m]

ü_D

Geländeüberdeckung des Tunnelbauwerkes [m]

L_{r1}

Beurteilungs-Innenschallpegel [dB(A)]



Die Anforderungen der **24. BImSchV** sind erfüllt.



Die Anforderungen der **24. BImSchV** sind **nicht** erfüllt.



keine schutzwürdige Nutzung im Beurteilungszeitraum

Nutzung

Art der baulichen Nutzung
in Anlehnung an die BauNVO

WA Allgemeines Wohngebiet

MI Mischgebiet

GE Gewerbegebiet

ersetzt durch
Anhang 5.2A

Anhang 5.2

Sekundärer Luftschall

Prognose-Planfall - ohne Vorsorgemaßnahme

X:\Projekte\211997\97400-Stuttgart-21\A-vor PFB\PA_1.3\IC-Bearbeitung 2014\Erstellung Blaudrucke\A-97519-VVE-1\Immissionen.xls\PPF-2-ohne

IP Nr.	Gebäude	Nutzung	ü _D [m]	d [m]	Beurteilungs-Innenschallpegel L _{r1} [dB(A)]					
					Raum 1		Raum 2		Raum 3	
					Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	Mövenpick Hotel Flughafenstraße 51	MI	19	0	28,4	24,5	28,0	24,1	25,4	21,4
2	FSG-Verwaltungsgebäude	MI	20	0	25,9	22,0	25,5	21,6	20,4	16,5
3	Kongresszentrum	MI	20	0	34,9	31,0	34,8	30,9	34,8	30,9
4	Messehalle 4	GE	21	0	31,7	27,8				
5	Messehalle 3	GE	23	0	31,0	27,1				

IP Immissionsort

d Abstand zur nächstgelegenen Tunnelwand [m]

ü_D Geländeüberdeckung des Tunnelbauwerkes [m]

L_{r1} Beurteilungs-Innenschallpegel [dB(A)]



Die Anforderungen der **24. BImSchV** sind erfüllt.



Die Anforderungen der **24. BImSchV** sind **nicht** erfüllt.



keine schutzwürdige Nutzung im Beurteilungszeitraum

Nutzung Art der baulichen Nutzung
in Anlehnung an die BauNVO

WA Allgemeines Wohngebiet

MI Mischgebiet

GE Gewerbegebiet

Erschütterungsimmissionen


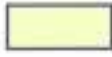


Prognose-Planfall - mit Vorsorgemaßnahme

X:\Projekte\21997197400-Stuttgart-21\VA-vor\PIB\PIA_1_3\Bearbeitung ab 2009\IC-Bearbeitung\Erschütterungen\Prognose 2025\Immissionen-SMN.xls\PPF-sek LS-ohne

1. Schritt der Beurteilung gemäß DIN 4150-2

IP Nr.	Gebäude	VMN	Nutzung	ü _D [m]	d [m]	maximale bewertete Schwingstärke KB _{Fmax}					
						Raum 1		Raum 2		Raum 3	
						Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	Mövenpick Hotel	nein	MI	19	0	0,227	0,227	0,227	0,227	0,227	0,227
2	FSG-Verwaltungsgebäude	ja	MI	20	0	0,055	0,055	0,066	0,066	0,077	0,077
3	Kongresszentrum	ja	MI	20	0	0,165	0,165	0,144	0,144	0,120	0,120
4	Messehalle 4	ja	GE	21	0	0,090	0,090				
5	Messehalle 3	nein	GE	23	0	0,181	0,181				

IP Immissionsort
d Abstand zur nächstgelegenen Tunnelwand [m]
ü_D Überdeckung von Tunnelfirst bis Geländeoberkante [m]
KB_{Fmax} maximale bewertete Schwingstärke [-]

	Die Anforderungen der DIN 4150-2 werden erfüllt.
	Es ist ein weiterer Prüfschritt gemäß DIN 4150-2 erforderlich.
	Die Anforderungen der DIN 4150-2 werden nicht erfüllt.
	keine schutzwürdige Nutzung im Beurteilungszeitraum

Nutzung Art der baulichen Nutzung in Anlehnung an die BauNVO
 WA Allgemeines Wohngebiet
 MI Mischgebiet
 GE Gewerbegebiet

VMN Vorsorgemaßnahme: Leichtes-Masse-Feder-System 20 Hz

ersetzt durch
Anhang 6.1A, Seite 1

Erschütterungsimmissionen

Prognose-Planfall - mit Vorsorgemaßnahme

X:\Projekte\21997197400-Stuttgart-21\A-vor-PfB\IFA_1.3\IC-Bearbeitung 2014\Erstellung Blaudrucke\A-97519-VVE-1\Immissionen-SMN.xls\PPF-sek LS-ohne

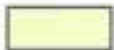
1. Schritt der Beurteilung gemäß DIN 4150-2

IP Nr.	Gebäude	VMN	Nutzung	ü _b [m]	d [m]	maximale bewertete Schwingstärke KB _{Fmax}					
						Raum 1		Raum 2		Raum 3	
						Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	Mövenpick Hotel Flughafenstraße 51	nein	MI	19	0	0,227	0,227	0,194	0,194	0,101	0,101
2	FSG-Verwaltungsgebäude	ja	MI	20	0	0,055	0,055	0,066	0,066	0,077	0,077
3	Kongresszentrum	ja	MI	20	0	0,165	0,165	0,144	0,144	0,120	0,120
4	Messehalle 4	ja	GE	21	0	0,024	0,024				
5	Messehalle 3	nein	GE	23	0	0,181	0,181				

IP Immissionsort
d Abstand zur nächstgelegenen Tunnelwand [m]
ü_b Überdeckung von Tunnelfirst bis Geländeoberkante [m]
KB_{Fmax} maximale bewertete Schwingstärke [-]



Die Anforderungen der **DIN 4150-2** werden erfüllt.



Es ist ein weiterer Prüfschritt gemäß **DIN 4150-2** erforderlich.



Die Anforderungen der **DIN 4150-2** werden **nicht** erfüllt.



keine schutzwürdige Nutzung im Beurteilungszeitraum

Nutzung

Art der baulichen Nutzung
in Anlehnung an die BauNVO

WA Allgemeines Wohngebiet

MI Mischgebiet

GE Gewerbegebiet

VMN

Vorsorgemaßnahme: Leichtes-Masse-Feder-System 20 Hz

Erschütterungsimmissionen

Prognose-Planfall - mit Vorsorgemaßnahme

X:\Projekte\11997\97400-Stuttgart-21A-vor-PIB\PIA_1.3\Bearbeitung ab 2009\IC-Bearbeitung\Erschütterungen\Prognose 2025\Immissionen-SMN.xls\PPF-sek LS-ohne

2. Schritt der Beurteilung gemäß DIN 4150-2

IP Nr.	Gebäude	VMN	Nutzung	Ü _D [m]	d [m]	Beurteilungsschwingstärke KB _{FTr}					
						Raum 1		Raum 2		Raum 3	
						Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	Mövenpick Hotel	nein	MI	19	0	0,050	0,033	0,043	0,028	0,022	0,015
2	FSG-Verwaltungsgebäude	ja	MI	20	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3	Kongresszentrum	ja	MI	20	0	0,036	0,024	0,032	0,021	0,026	0,017
4	Messehalle 4	ja	GE	21	0	0,000	0,000				
5	Messehalle 3	nein	GE	23	0	0,040	0,026				

IP Immissionsort
d Abstand zur nächstgelegenen Tunnelwand [m]
Ü_D Überdeckung von Tunnelfirst bis Geländeoberkante [m]
KB_{FTr} Beurteilungsschwingstärke [-]



Die Anforderungen der **DIN 4150-2** werden erfüllt.



Die Anforderungen der **DIN 4150-2** werden **nicht** erfüllt.



keine schutzwürdige Nutzung im Beurteilungszeitraum

Nutzung

Art der baulichen Nutzung
in Anlehnung an die BauNVO

WA Allgemeines Wohngebiet

MI Mischgebiet

GE Gewerbegebiet

ersetzt durch
Anhang 6.1A, Seite 2

Anhang 6.1

Seite 2

Erschütterungsimmissionen

Prognose-Planfall - mit Vorsorgemaßnahme

X:\Projekte\211997\197400-Stuttgart-21\VA-vor-PfB\IFA_1.3\IC-Bearbeitung 2014\Erstellung Blaudrucke\A-97519-VVE-1\Immissionen-SMN.xls\PPF-2-ohne

2. Schritt der Beurteilung gemäß DIN 4150-2

IP Nr.	Gebäude	VMN	Nutzung	ü _b [m]	d [m]	Beurteilungsschwingstärke KB _{FT_r}					
						Raum 1		Raum 2		Raum 3	
						Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	Mövenpick Hotel Flughafenstraße 51	nein	MI	19	0	0,051	0,033	0,044	0,028	0,023	0,015
2	FSG-Verwaltungsgebäude	ja	MI	20	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3	Kongresszentrum	ja	MI	20	0	0,037	0,024	0,033	0,021	0,027	0,017
4	Messehalle 4	ja	GE	21	0	0,000	0,000				
5	Messehalle 3	nein	GE	23	0	0,041	0,026				

IP Immissionsort
d Abstand zur nächstgelegenen Tunnelwand [m]
Ü_b Überdeckung von Tunnelfirst bis Geländeoberkante [m]
KB_{FT_r} Beurteilungsschwingstärke [-]



Die Anforderungen der **DIN 4150-2** werden erfüllt.



Die Anforderungen der **DIN 4150-2** werden **nicht** erfüllt.



keine schutzwürdige Nutzung im Beurteilungszeitraum

Nutzung Art der baulichen Nutzung
in Anlehnung an die BauNVO

WA Allgemeines Wohngebiet
MI Mischgebiet
GE Gewerbegebiet

Sekundärer Luftschall

Prognose-Planfall - mit Vorsorgemaßnahme

X:\Projekte2\97\97400-Stuttgart-21A-vor-PIB\PIA_1.3\Bearbeitung ab 2009\IC-Bearbeitung\Erschütterungen\Prognose 2025\Immissionen-SMN.xls\PPF-sek-LS-ohne

IP Nr.	Gebäude	VMN	Nutzung	ü _D [m]	d [m]	Beurteilungs-Innenschallpegel L _{r1} [dB(A)]					
						Raum 1		Raum 2		Raum 3	
						Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	Mövenpick Hotel	nein	MI	19	0	28,1	24,5	27,7	24,1	25,1	21,4
2	FSG-Verwaltungsgebäude	ja	MI	20	0	16,5	12,8	16,0	12,4	11,4	7,7
3	Kongresszentrum	ja	MI	20	0	25,5	21,8	25,4	21,8	25,4	21,8
4	Messehalle 4	ja	GE	21	0	25,6	21,9				
5	Messehalle 3	nein	GE	23	0	30,7	27,1				

IP Immissionsort

d Abstand zur nächstgelegenen Tunnelwand [m]

Ü_D Überdeckung von Tunnelfirst bis Geländeoberkante [m]

L_{r1} Beurteilungs-Innenschallpegel [dB(A)]



Die Anforderungen der **24. BImSchV** sind erfüllt.



Die Anforderungen der **24. BImSchV** sind **nicht** erfüllt.



keine schutzwürdige Nutzung im Beurteilungszeitraum

Nutzung

Art der baulichen Nutzung
in Anlehnung an die BauNVO

WA Allgemeines Wohngebiet

MI Mischgebiet

GE Gewerbegebiet

ersetzt durch
Anhang 6.2A

~~Anhang 6.2~~

Sekundärer Luftschall

Prognose-Planfall - mit Vorsorgemaßnahme

X:\Projekte\21997197400-Stuttgart-21\A-vor P\BIPfA_1.3\IC-Bearbeitung 2014\Erstellung Blaudrucke\A-97519-VVE-1\Immissionen-SMN.xls\PPF-sek LS-ohne

IP Nr.	Gebäude	VMN	Nutzung	ü _D [m]	d [m]	Beurteilungs-Innenschallpegel L _{r,i} [dB(A)]					
						Raum 1		Raum 2		Raum 3	
						Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	Mövenpick Hotel Flughafenstraße 51	nein	MI	19	0	28,4	24,5	28,0	24,1	25,4	21,4
2	FSG-Verwaltungsgebäude	ja	MI	20	0	16,8	12,8	16,3	12,4	11,6	7,7
3	Kongresszentrum	ja	MI	20	0	25,8	21,8	25,7	21,8	25,7	21,8
4	Messehalle 4	ja	GE	21	0	20,7	16,8				
5	Messehalle 3	nein	GE	23	0	31,0	31,0				

IP Immissionsort
d Abstand zur nächstgelegenen Tunnelwand [m]
ü_D Überdeckung von Tunnelfirst bis Geländeoberkante [m]
L_{r,i} Beurteilungs-Innenschallpegel [dB(A)]



Die Anforderungen der **24. BImSchV** sind erfüllt.



Die Anforderungen der **24. BImSchV** sind **nicht** erfüllt.



keine schutzwürdige Nutzung im Beurteilungszeitraum

Nutzung

Art der baulichen Nutzung
in Anlehnung an die BauNVO

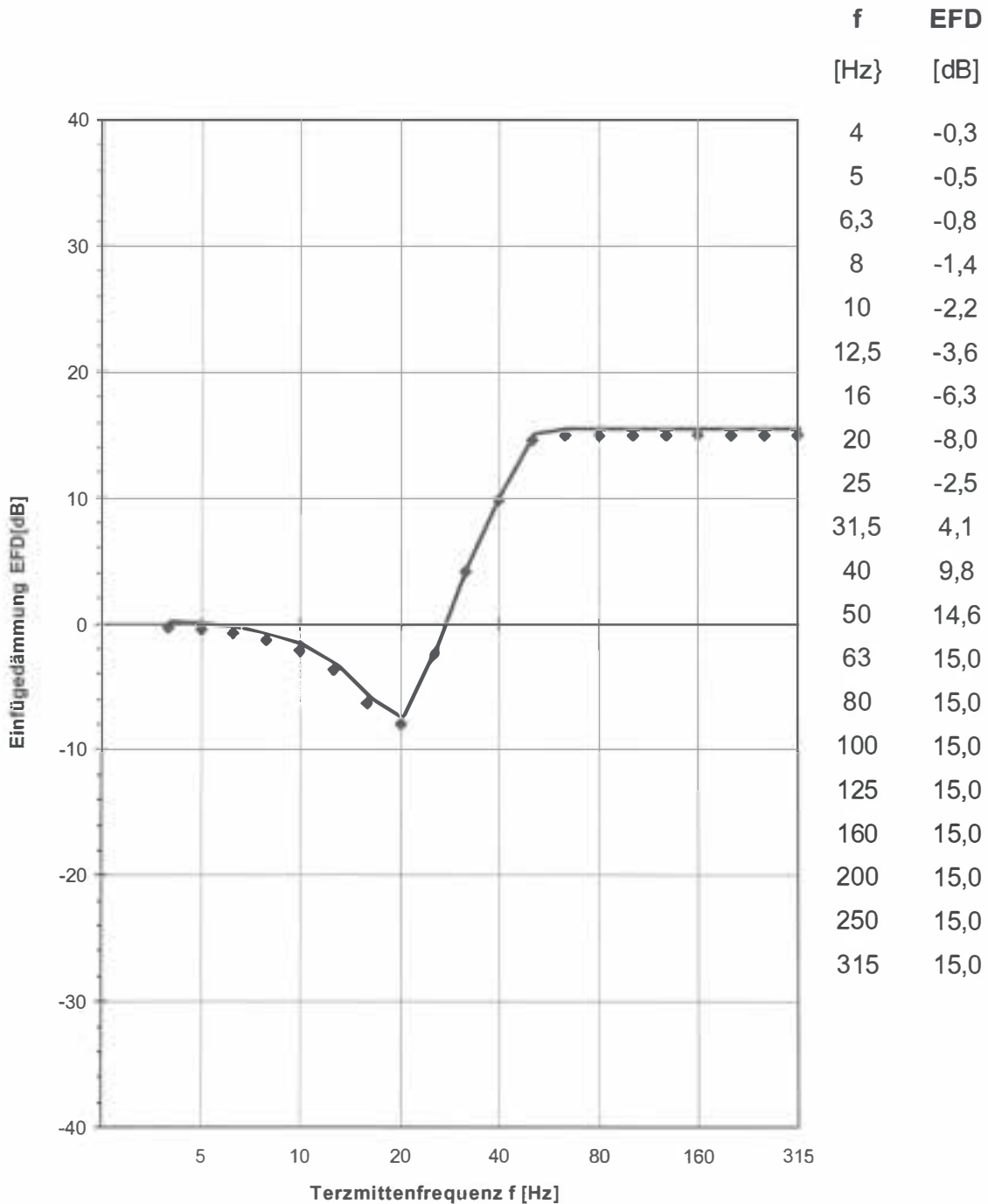
WA Allgemeines Wohngebiet
 MI Mischgebiet
 GE Gewerbegebiet

Einfügedämmung

Leichtes-Masse-Feder-System

N:\1997\97400-Stuttgart-21\IFA 1.3\Bearbeitung ab 2009\IC-Bearbeitung\Erschütterungen\Emissionsspektren.xls\CE- ohne Kor

Maßnahme	Leichtes Masse-Feder-System
Eigenfrequenz f_e :	20 Hz
Dämpfung D:	0,2
maximale Dämpfung:	-15 dB



Betriebsprogramm Prognose 2025 gemäß Bedarfsplanüberprüfung

X:\Projekte\21997197400-Stuttgart-21\A-vor PfbPFA_1.3\IC-Bearbeitung 2014\Erstellung Blaudrucke\A-97519-VVE-1\Betriebsprogramm.xls\Planfall-Flughafentunnel

Flughafentunnel (für beide Richtungen zusammen)

Zugart	Anzahl		Zuglänge [m]	v _{max} [km/h]	Einwirk- zeit T _e * [s]
	Tag	Nacht			
D (IC)	14	2	300	80	23
R	78 84	18	205	80	19
Summe	92-98	20			

- * Überstandslänge von 100 m in beide Richtungen berücksichtigt
- D sonstiger Personenfernverkehr (IC)
- R Regionalverkehr

