

SCHALLIMMISSIONSSCHUTZ
ERSCHÜTTERUNGSSCHUTZ
BAUDYNAMIK & BAUPHYSIK
TECHNISCHE AKUSTIK

Messstelle zur Ermittlung der Emission
und Immission von Geräuschen und
Erschütterungen nach § 26 BImSchG

Schallschutzprüfstelle DIN 4109
Zertifikat: VMFA-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.: **12229-VSE-1**
Datum: **13.11.2012**

Auftraggeber:

**Aurelis
Real Estate GmbH & Co. KG
Region Mitte
Mergenthalerallee 15-21
65760 Eschborn**

Sachbearbeiter:

Dipl.-Phys. Andreas Malizki

Umfang des Dokumentes:

Textteil:	19	Seiten
Anhang 1:	2	Seiten
Anhang 2:	12	Seiten
Anhang 3:	5	Seiten
Anhang 4:	2	Seiten
Anhang 5:	3	Seiten

ERSCHÜTTERUNGSTECHNISCHE UNTERSUCHUNG

Vorhaben:

Umstrukturierung des Bahnareals an der Mombacher
Straße in Mainz

Untersuchungsumfang:

Ermittlung und Beurteilung der verkehrsinduzierten Immissionen aus Erschütterungen und sekundärem Luftschall auf geplante Nutzungen im Plangebiet durch den Bahnbetrieb auf den Strecken 3521, 3527, 3510 und 3523

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	5
2	Sachverhalt und Aufgabenstellung	6
3	Bearbeitungsgrundlagen	7
4	Anforderungen an den Immissionsschutz	8
4.1	Erschütterungsschutz	8
4.2	Schallschutz	9
5	Arbeitsgrundsätze und Vorgehensweise	11
5.1	Prognosemodell	11
5.2	Emissionen	12
5.3	Transmission	12
5.3.1	Transferfunktion 1	12
5.3.2	Transferfunktion 2	13
5.3.3	Transferfunktion 3	13
5.4	Betriebsparameter	14
5.5	Immissionen	15
5.5.1	Erschütterungen	15
5.5.2	Sekundärer Luftschall	16
6	Untersuchungsergebnisse	17
6.1	Erschütterungen	17
6.2	Sekundärer Luftschall	18
7	Abschließende Bemerkungen	19

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übertragung von Erschütterungen	11
--	----

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anhaltswerte A für die Beurteilung von Erschütterungen	9
Tabelle 2: Immissionsrichtwerte für den sekundären Luftschall	10

Anhänge

Anhang 1	Übersichtslagepläne
Anhang 2	Emissionen
Anhang 3	Transferfunktionen
Anhang 4	Betriebsprogramm 2025
Anhang 5	Immissionen Erschütterung und sekundärer Luftschall

Abkürzungsverzeichnis

A	Anhaltswert
A_r	Beurteilungs-Anhaltswert gemäß DIN 4150-2 [-]
A_u	unterer Anhaltswert gemäß DIN 4150-2 [-]
BauGB	Baugesetzbuch
dB	Dezibel
f	Frequenz [Hz]
f_0	Resonanzfrequenz [Hz]
GN	Gebietsnutzung
GV	Güterverkehr
Hz	Hertz, Schwingung je Sekunde
IP	Immissionsort
IRW	Immissionsrichtwert
KB_{Fmax}	maximale bewertete Schwingstärke [-]
KB_{FTr}	Beurteilungsschwingstärke [-]
L_{ri}	Beurteilungspegel für Innenräume [dB]
L_v	Körperschallschnellepegel
MK	Kerngebiet
MP	Messpunkt
MQ	Messquerschnitt
N	Anzahl von Zügen
PV	Personenverkehr
r, R	Abstand
T	Transferfunktion
v_m	mittlere Zuggeschwindigkeit [km/h]
v_0	Referenzwert für die Schwingschnelle [$5 \cdot 10^{-8}$ m/s]

1 Zusammenfassung

Die erschütterungstechnische Untersuchung zum Planvorhaben für das Quartier an der Mombacher Straße in Mainz hat zu den folgenden Ergebnissen geführt:

- Für die geplante Umstrukturierung des Bahnareals ist weder mit Immissionskonflikten aufgrund schienenverkehrsinduzierter Schwingungen noch mit diesbezüglichen relevanten Einschränkungen des Nutzungskomforts zu rechnen.
- Die ermittelten Beurteilungsschwingstärken für den Tag- und für den Nachtzeitraum liegen im Bereich von:

$$KB_{FT_r} = 0,008 \dots 0,031$$

Somit unterschreiten sie die für ein Mischgebiet geltenden Anforderungswerte für den Tag bzw. für die Nacht von

$$A_r = 0,100 / 0,070.$$

Die Schwingstärken liegen im Bereich der Fühlschwelle des menschlichen Empfindens. Erhebliche Belästigungen im Sinne der **DIN 4150-2** infolge schienenverkehrsinduzierter Erschütterungen sind **nicht** zu erwarten

- Die Anforderungen an zulässige sekundäre Luftschallimmissionen in Anlehnung an die 24. BImSchV werden ebenfalls eingehalten. Es ergeben sich Beurteilungspegel tags bzw. nachts von maximal

$$L_{r,Tag} = 28,0 \text{ dB(A)}$$

$$L_{r,Nacht} = 29,7 \text{ dB(A)}.$$

Die ermittelten Pegel unterschreiten die Immissionsrichtwerte im Tagzeitraum um mindestens

$$\Delta L_{r,T} = -12,0 \text{ dB(A)}.$$

Im Nachtzeitraum unterschreiten die prognostizierten Pegel den Immissionsrichtwert um bis zu

$$\Delta L_{r,N} = - 0,3 \text{ dB(A)}.$$

Die prognostizierten sekundären Luftschallimmissionen können erfahrungsgemäß akustisch wahrgenommen werden, führen jedoch im Hinblick auf die typischen Umgebungsgeräusche nicht zu „**erheblich belästigenden**“ Einwirkungen.

2 Sachverhalt und Aufgabenstellung

Die Aurelis Real Estate GmbH & Co. KG plant die städtebauliche Entwicklung des ehemaligen Bahnareals an der Mombacher Straße in Mainz. Das Plangebiet befindet sich nördlich des Hauptbahnhofes Mainz zwischen der Bahnanlage im Nord-Osten und der Mombacher Straße im Süd-Westen. Das städtebauliche Konzept orientiert sich an der aktuellen Aufteilung des Grundstückes und belegt diese mit neuen städtebaulichen Körpern. Einzig das bestehende Bürogebäude an der Mombacher Straße, das im Moment an die Bundespolizei und andere Nutzer vermietet ist, wird beibehalten. Zudem ist der Bereich der Güterhalle in seiner riegelartigen Form weiterhin in den Städtebau integriert. Das geplante Quartier bildet entlang der Mombacher Straße eine geschlossene Kante, die den Straßenraum bildet. Die Kante erfährt durch aufgeweitete Zufahrten und öffentlich zugängliche Grünflächen Unterbrechungen, die das Gebiet in eine regelmäßige städtebauliche Struktur gliedern. Auch zu den Gleisen bildet die vorhandene Güterhalle oder entsprechende Neubauten eine klare Kante. Diese befindet sich in einem Abstand von ca. **8 m** zum nächstgelegenen Gleis (Gleis 63 /14/) der bestehenden Bahnanlage. Die geplante Nutzung sieht neben den Gewerben auch Studentenwohnheime und Beherbergung vor.

Im Rahmen dieser erschütterungstechnischen Untersuchung wird geprüft, ob mögliche erschütterungstechnische Konfliktpotentiale hinsichtlich der zukünftigen Immissionen aus Erschütterungen und sekundärem Luftschall für das geplante Quartier zu erwarten sind und welche Maßnahmen gegebenenfalls zur Konfliktbewältigung bzw. zur Konfliktminimierung in Betracht zu ziehen sind. Die Prognoseberechnungen basieren hierbei auf den Ergebnissen der durchgeführten Emissions- und Ausbreitungsmessungen /15/.

3 Bearbeitungsgrundlagen

Der vorliegenden erschütterungstechnischen Untersuchung wurden die folgenden Quellen zu Grunde gelegt:

- /1/ Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigung, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) in der aktuell gültigen Fassung
- /2/ 16. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung - 16. BImSchV) vom 12. Juni 1990, geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 19. September 2006
- /3/ 24. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung - 24. BImSchV) vom 04. Februar 1997 in ihrer berichtigten Fassung vom 16. Mai 1997
- /4/ DIN 4150, Teil 1 „Erschütterungen im Bauwesen – Vorermittlung von Schwingungsgrößen“, Juni 2001
- /5/ DIN 4150, Teil 2 „Erschütterungen im Bauwesen – Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden“, Juni 1999
- /6/ DIN 45669 Teil 1 „Messung von Schwingungsimmissionen: Anforderungen an Schwingungsmesser“, September 2010
- /7/ DIN 45669 Teil 2 „Messung von Schwingungsimmissionen: Messverfahren“, Juni 2005
- /8/ DIN 45669 Teil 3 „Messung von Schwingungsimmissionen: Prüfung Prüfung (Kalibrierung und Beurteilung) der Schwingungsmesseinrichtung; Erstprüfung, Nachprüfung, Zwischenprüfung, Prüfung beim Messeinsatz, Mai 2004
- /9/ DIN 45672 Teil 1 „Schwingungsmessungen in der Umgebung von Schienenverkehrswegen: Messverfahren“, Dezember 2009
- /10/ DIN 45672 Teil 2 „Schwingungsmessungen in der Umgebung von Schienenverkehrswegen: Auswerteverfahren“, Juli 1995

- /11/ DB-Leitfaden für den Planer – Körperschall- und Erschütterungsschutz in der aktuell gültigen Fassung
- /12/ Durchführung von Immissionsprognosen für Schwingungs- und Körperschalleinwirkungen, Landesanstalt für Immissionsschutz Nordrhein-Westfalen, Bericht Nr. 107
- /13/ Angaben zu dem Betriebsprogramm der Strecken 3510, 3521 3523 und 3527 Abschnitt Mainz Hbf Nord, Prognose 2025, Deutsche Bahn AG, 23.05.2011
- /14/ „AMISS Plan, Mainz Mombacher Straße“ vom 28.11.2011, Aurelis Real Estate GmbH & Co. KG
Durchführung von erschütterungstechnischen Untersuchungen am 02.10.2012 an 3 Messquerschnitten der Bahnanlage in Mainz
- /15/ „Umstrukturierung des Bahnareals an der Mombacher Straße in Mainz“ Messbericht Nr. 12229-VME-1 vom 22.10.2012, FRITZ GmbH

4 Anforderungen an den Immissionsschutz

4.1 Erschütterungsschutz

Für die Beurteilung von Einwirkungen durch verkehrsinduzierte Erschütterungsimmissionen gibt es derzeit keine gesetzlichen Bestimmungen, in denen Grenzwerte festgelegt sind. Daher werden zur Bewertung von Erschütterungsimmissionen die in Fachkreisen als Beurteilungsgrundlage allgemein anerkannten **Anhaltswerte** nach **DIN 4150-2 /5/** herangezogen. Bei Einhaltung der hierin angegebenen Anhaltswerte kann davon ausgegangen werden, dass die Erschütterungen keine „erheblich belästigenden Einwirkungen“, die als niedrigste Qualifikationsstufe schädlicher Umwelteinwirkungen im Sinne des Immissionsschutzrechtes /1/ anzusehen sind, darstellen.

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

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

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

Für die Beurteilung schienenverkehrsinduzierter Immissionen nennt die /5/ zwei Kriterien. Der untere Anhaltswert **A_u** ist ein Anhaltswert für den **KB_{Fmax}-Wert**. Ist **KB_{Fmax}** kleiner oder gleich dem unteren Anhaltswert **A_u**, so sind die Anforderungen der Norm erfüllt, es gilt als nachgewiesen, dass die schienenverkehrsinduzierten Erschütterungsimmissionen **nicht** als **erheblich belästigend** einzustufen sind. Übersteigt **KB_{Fmax}** den unteren Anhaltswert **A_u**, so ist die Beurteilungsschwingstärke **KB_{FTr}** zu bilden und mit dem Beurteilungsanhaltswert **A_r** zu vergleichen.

4.2 Schallschutz

Für Einwirkungen aus sekundären Luftschallimmissionen, hervorgerufen von schienengebundenen Verkehrssystemen, existieren derzeit weder vom Gesetzgeber noch in technischen Regelwerken verbindlich vorgegebene Anforderungswerte. Daher sind geeignete Anforderungswerte auf Grundlage von Plausibilitätsbetrachtungen aus anderen Regelwerken abzuleiten.

Tabelle 2: Immissionsrichtwerte für den sekundären Luftschall

Zeile	Raumnutzung	$L_{ri,T}$	$L_{ri,N}$
		[dB(A)]	[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, Schalterräume, Drucker- räume 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 innerhalb von Räumen für den Tag

$L_{ri,N}$ = Beurteilungspegel innerhalb von Räumen für die Nacht

In Anlehnung an **24. BImSchV** /3/ werden hinsichtlich der Beurteilung des sekundären Luftschalls die aus den Korrektursummanden D abgeleiteten zulässigen Beurteilungspegel im Innenraum (= Korrektursummand D zuzüglich 3 dB(A)) als Beurteilungsmaßstab herangezogen. Analog zu /2/, Anlage 2 wird, wie beim primären Luftschall, ein Lästigkeitsabschlag von **- 5 dB(A)** berücksichtigt. Hieraus ergeben sich die nachfolgend in **Tabelle 2** aufgeführten Immissionsrichtwerte zur Beurteilung von sekundärem Luftschall.

Die Gliederung der Raumnutzung entspricht /3/. Für den Korrektursummanden D gemäß /3/ Tabelle 1, gilt

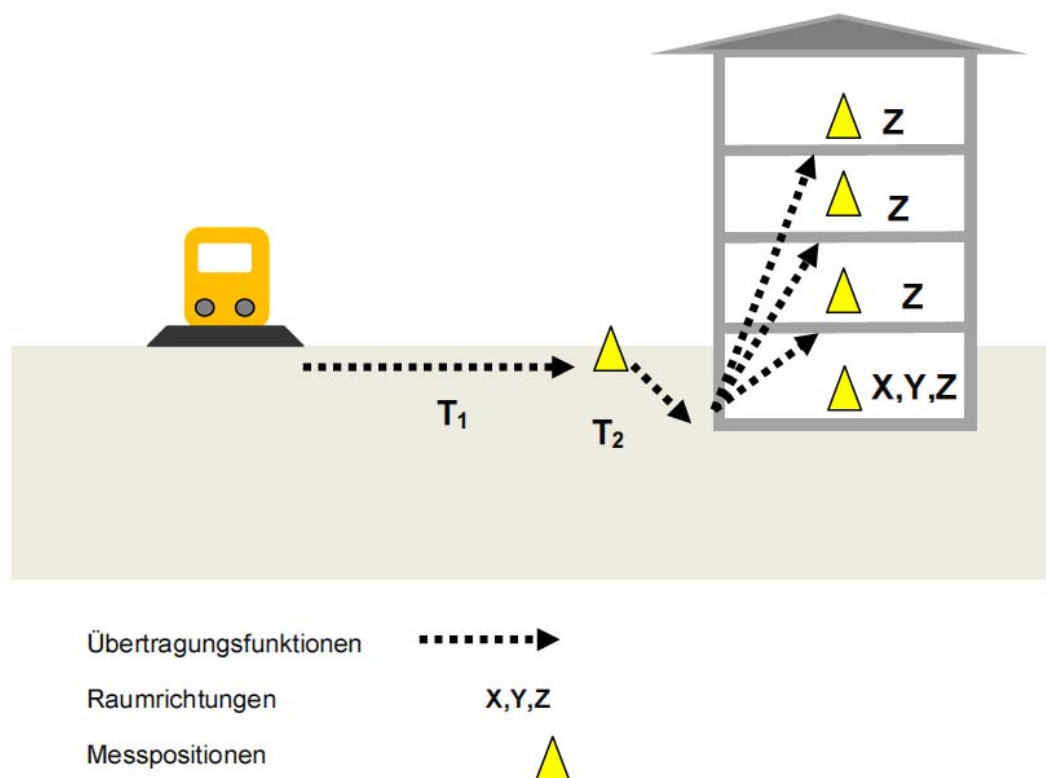
$$D = L_{r,NT} - 3 \text{ dB.}$$

5 Arbeitsgrundsätze und Vorgehensweise

5.1 Prognosemodell

Bei der Prognose der Immissionen aus Erschütterungen und sekundärem Luftschall für schutzwürdige Räume eines Gebäudes wird von der in **Abbildung 1** skizzierten Übertragungskette ausgegangen.

Abbildung 1: Übertragung von Erschütterungen



Diese berücksichtigt neben den erschütterungstechnischen Quellstärken (Emissionen) und der Ausbreitung der Schwingungen im Untergrund (Transmission T1) das Schwingungsverhalten, der zu untersuchenden Gebäude (Transmission T2 und T3). Die dargestellten Übertragungswege werden separat ermittelt und dann zu einer Gesamtübertragungsfunktion überlagert. Da die Übertragungsfunktionen zum Teil stark frequenzabhängig sind, ist für die Prognose ein Berechnungsverfahren anzuwenden, dass die spektrale Zusammensetzung sowohl der Schwingungsemissionen als auch der einzelnen Transferfunktionen berücksichtigt. Die spektrale Auflösung erfolgt hierbei in Form von Terzbändern im Bereich von 4 bis 315 Hz.

Die der Prognose zu Grunde gelegten Komponenten werden im Folgenden beschrieben.

5.2 Emissionen

Bei oberirdischen Schienenverkehrswegen wird die **Emission** (Quellstärke) durch die in einem festgelegten Abstand zur Gleisachse im Erdboden gemessenen Schwingstärken charakterisiert. Aufgrund der unterschiedlichen Geschwindigkeiten der vorbeifahrenden Züge während der Messung /15/ werden im Rahmen der vorliegenden Untersuchung standardisierte Emissionsspektren im Sinne einer oberen Abschätzung zu Grunde gelegt.

Die für die Prognose herangezogenen Emissionsspektren sind in **Anhang 2.1 bis 2.4** tabellarisch und grafisch dokumentiert. Wegen der unterschiedlichen Streckengeschwindigkeiten muss eine Geschwindigkeitskorrektur durchgeführt werden. Diese Korrektur ist im **Anhang 2.5** tabellarisch und grafisch dargestellt. Die angepassten Emissionsspektren für die jeweiligen Zuggattungen sind in **Anhang 2.6 bis Anhang 2.12** abgebildet.

5.3 Transmission

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

5.3.1 Transferfunktion 1

Die entfernungsbedingte Amplitudenabnahme der Schwingschnelle zwischen Emissionsort und einem Ort im Erdreich unmittelbar vor einem Gebäude wird als Transferfunktion **T₁** bezeichnet. Diese basiert im vorliegenden Fall auf den durchgeführten Ausbreitungsmessungen /15/ im Bereich des zu bebauenden Areals in der Mombacher Straße in Mainz. Die der Prognoseberechnung zu Grunde gelegten Exponenten der Abnahmebedingung sind in **Anhang 3.1** tabellarisch und graphisch dargestellt. Die Berechnung der T1-Funktion erfolgt dann spektral nach der folgenden Gleichung:

$$T_1(f) = 20 \cdot \text{LOG}(R_0/R)^{-n(f)} \quad [\text{dB}]$$

mit:

- R_0 Bezugsabstand [m]
 R Abstand Gebäude zur Gleisachse [m]
 $n(f)$ Exponent der Abnahmebeziehung als Funktion der Frequenz [-]

Aufgrund der geometrischen Ausbreitung der Bahnanlage und der unterschiedlichen Emissionseinwirkungen der verschiedenen Zuggattungen wurden an der Messapparatur die Einstellungen vorgenommen, die es ermöglichten, alle Zugvorbeifahrten ohne Übersteuerung erfassen zu können. Die Signale von einigen Zuggattungen wie S-Bahn oder Nahverkehrzüge wurden daher bei höheren Frequenzen durch das Rauschen überlagert und führten bei der Berechnung der Abnahmekoeffizienten zu untypischen Werten. Aus diesem Grund wurden die Abnahmeexponenten ab 100 Hz durch typische Werte für ebenerdige Bahnstrecken vom gleichen Messquerschnitt ersetzt. Die Exponenten bei 8 Hz und 16 Hz wurden über die Mittelung der benachbarten Frequenzen angepasst.

5.3.2 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. Zur derzeitigen Planungsphase ist eine messtechnische Erhebung der T_2 -Funktion nicht möglich. Daher wurde die Transferfunktion 2 aus Messungen an vergleichbaren Gebäuden übernommen /12/. Die graphische und numerische Darstellung findet sich in **Anhang 3.2**.

5.3.3 Transferfunktion 3

Die Transferfunktion T_3 beschreibt das Übertragungsverhalten innerhalb des 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 der 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 in hohem Maße gebäudeabhängig und kann stark variieren. Ursächlich hierfür sind vor allem Spannweiten und Konstruktionsweise der Decken. Da im Rahmen der erschütterungstechnischen Untersuchung Messungen zur Erhebung

von bauphysikalischen Kenndaten in dieser Planungsphase nicht möglich sind, wird auf allgemeine Erfahrungsgrundsätze zum Übertragungsverhalten von Geschossdecken zurückgegriffen. Es wird davon ausgegangen, dass es sich bei den Deckenkonstruktionen des geplanten Gebäudes ausschließlich um Stahlbetondecken handelt. Des Weiteren sind Festlegungen zu den Deckenspannweiten zu treffen, die sich im Wesentlichen in der ersten Eigenfrequenz der Decke niederschlagen. Hierfür wurden die im Folgenden genannten typischen ersten Deckeneigenfrequenzen für Gebäude in Massivbauweise und Stahlbetondeckenkonstruktionen

$$f_{0,1} = 25,0 \text{ Hz}$$

$$f_{0,2} = 31,5 \text{ Hz}$$

$$f_{0,3} = 40,0 \text{ Hz}$$

untersucht. Durch die getroffenen Annahmen wird die gesamte Bandbreite der Deckenspannweiten abgedeckt. Die zu Grunde gelegten Übertragungsfunktionen, die in **Anhang 3.3** bis **Anhang 3.5** dargestellt sind, basieren auf statistischen Auswertungen von Messungen die im Einwirkungsbereich von Bahnstrecken durchgeführt wurden. Angegeben ist jeweils der Mittelwert zuzüglich der Standardabweichung sämtlich gemessener Übertragungsfunktionen. Die Übertragungsfunktionen wurden, um eine sachgerechte Mittelung zu ermöglichen, auf die jeweilige Deckeneigenfrequenz normiert.

5.4 Betriebsparameter

Für die Ermittlung der Beurteilungsschwingstärken ist die Kenntnis der Intensität von Schwingungsimmissionen sowie deren Einwirkdauer erforderlich. Die Intensität am Einwirkungsort wird maßgeblich durch die fahrzeugspezifische Emission sowie die gelände- und gebäudespezifische Übertragung geprägt. Hinsichtlich der Erschütterungen ist bei der Ermittlung der Einwirkdauer das 30-Sekunden-Taktverfahren gemäß **DIN 4150-2 /5/** zu beachten.

Die Einwirkzeit, jeweils bezogen auf den Beurteilungszeitraum Tag (06.00 Uhr bis 22.00 Uhr) bzw. Nacht (22.00 Uhr bis 06.00 Uhr), ergibt sich aus der Gesamtzahl der in dem betreffenden Streckenabschnitt innerhalb des Beurteilungszeitraumes verkehrenden Schienenfahrzeuge und deren geschwindigkeitsabhängiger Vorbeifahrtzeit. Um zu berücksichtigen, dass Fahrzeuge bereits vor und auch nach der Vorbeifahrt wahrgenommen werden können, wird bei der Bestimmung der signifikanten Ein-

wirkungszeit einer Zugvorbeifahrt mit der 2-fachen Zuglänge gerechnet. Die Einwirkungszeit T_e einer Zugvorbeifahrt beträgt dabei

$$T_e = 1,5 \cdot \text{Zuglänge} \cdot 3,6 / v_{\max}$$

mit

v_{\max} maximale Streckengeschwindigkeit bzw. zugspezifische Höchstgeschwindigkeit [km/h]

Die vorliegende Prognose basiert auf dem Zugprogramm der DB-Strecken für das Jahr 2025 im Tag- bzw. Nachtzeitraum (**Anhang 4.1 und 4.2**).

Die Prognosezahlen sind für jede Bahnstrecke getrennt dargestellt. In den Tabellen finden sich sowohl die Zuglängen und die Zugdaten für den Tag bzw. für die Nacht als auch die streckenabhängige Geschwindigkeit. Die Zuggattungen, die zu einer Verkehrsart (z. B. Personennahverkehr) gehören und die gleiche Zuglänge haben, wurden hier aufgrund des gleichen Emissionsansatzes zusammengefasst.

5.5 Immissionen

5.5.1 Erschütterungen

Als Erschütterungsimmissionen werden die bauwerksbezogenen, gemäß **DIN 4150-2 /5/** 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 der DIN 4150-2 auf 80 Hz begrenzt.

Die praktizierte Berücksichtigung der zulässigen Streckenhöchstgeschwindigkeit bei der Emissionsermittlung stellt eine obere Abschätzung dar, da hierbei unberücksichtigt bleibt, dass zum Beispiel Züge im Bereich der Bahnanlage verzögert bzw. beschleunigt werden. Auch die registrierten mittleren Vorbeifahrtgeschwindigkeiten von Zügen des Personenverkehrs und des Güterverkehrs liegen stets unterhalb der zulässigen Strecken Höchstgeschwindigkeit. Gleichwohl wird dies im vorliegenden Fall unterstellt.

5.5.2 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_{Fmax} -Wert keiner KB-Bewertung, sondern einer A-Bewertung unterzogen wird. Der theoretische Zusammenhang zwischen ermittelter Körperschallschnelle und sekundärem Luftschall kann wie folgt beschrieben werden:

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

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 [m²],
- F äquivalente Absorptionsfläche des Raumes [m²].

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 /11/ herangezogen. Hierin wird ein linearer Zusammenhang zwischen dem A-bewerteten Körperschallschnellepegel und dem sekundärem Luftschallpegel genannt. Die Abhängigkeiten wurden dabei für verschiedene Zuggattungen und für Stahlbetondecken beschrieben. Demnach kann zur Ermittlung der Einwirkungen aus sekundärem Luftschall, hervorgerufen durch schienengebundenen Personen- und Güterverkehr, in erster Näherung folgende Beziehung herangezogen werden:

$$L_i = 26,2 + 0,46 \cdot L_{vA}$$

bei Stahlbetondecken, mit

L_i 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_{Fmax} , bei der ein Frequenzbereich von 4 Hz bis 80 Hz untersucht wird, wird der A-bewertete Körperschallschnellepegel L_{vA} in einem Frequenzbereich bis zu 315 Hz berechnet.

6 Untersuchungsergebnisse

Die Ergebnisse der Immissionsprognose für Erschütterungen und sekundären Luftschall sind in **Anhang 5.1 bis Anhang 5.3** tabellarisch aufgeführt. Die Immissionen werden für alle untersuchten Geschossdeckentypen getrennt für den Tag- und Nachtzeitraum ausgewiesen und beurteilt. **Grün** hinterlegte Felder bedeuten, dass die jeweils gültigen Anforderungen an den Immissionsschutz erfüllt werden. Bei **rot** hinterlegten Feldern sind die Anforderungen nicht erfüllt.

Sofern die prognostizierten betriebsbedingten Immissionen das Erfordernis von Schutzmaßnahmen ausweisen, werden diese anschließend diskutiert.

6.1 Erschütterungen

Unter Zugrundelegung der im Sinne einer oberen Abschätzung herangezogenen Emissionsspektren (**Kapitel 5.2**) und der korrigierten Abnahmenexponenten (**Kapitel 5.3.1**) ergeben sich die in der oberen Tabelle des **Anhang 5.1** ausgewiesenen maximalen bewerteten Schwingstärken von

$$KB_{Fmax} = 0,072...0,101$$

für die in der zweiten Reihe stehenden Gebäude (**IP02**) und

$$KB_{Fmax} = 0,099...0,127$$

für die vordere Kante des geplanten Quartiers (**IP01** und **IP03**) im Tag- bzw. im Nachtzeitraum. Für das gesamte Plangebiet ist ein Mischgebiet (**MI**) vorgesehen. Der für Mischgebietnutzungen zulässige untere Anhaltswert wird in **DIN 4150-2** Tabelle 1 für den Tag- bzw. Nachtzeitraum mit

$$A_u = 0,200 / 0,150$$

angegeben.

Somit liegen die Schwingstärken im gerade spürbaren Bereich des menschlichen Empfindens. Es ist demnach ein weiterer Prüfschritt notwendig, nämlich die Bestimmung der Beurteilungsschwingstärke $KB_{FT,r}$. Die zulässigen Beurteilungsanhaltswerte A_r für Einwirkungsorte in Mischgebieten werden in **DIN 4150-2** Tabelle 1, Zeile 3 mit

$$A_r = 0,100 / 0,070$$

angegeben. Diese prognostizierten Beurteilungsschwingstärken sind in der unteren Tabelle im **Anhang 5.1** dargestellt. Es ergeben sich Beurteilungsschwingstärken im Bereich von

$$KB_{FT,r} = 0,008...0,031$$

Die $KB_{FT,r}$ -Werte unterschreiten die zulässigen Anhaltswerte. Die Anhaltswerte werden im Tagzeitraum bis zu **25 %** und im Nachtzeitraum bis zu **45 %** ausgeschöpft. Folglich werden die Anforderungen der **DIN 4150-2** im zweiten Schritt der Beurteilung erfüllt. Die schienenverkehrsinduzierten Erschütterungsimmissionen sind somit im Sinne der **DIN 4150-2** als „**nicht erheblich belästigend**“ einzustufen.

6.2 Sekundärer Luftschall

In **Anhang 5.3** sind die prognostizierten Immissionen aus sekundärem Luftschall ausgewiesen. Für die Beurteilung wird im Tagzeitraum wie auch im Nachtzeitraum, sofern im Nachtzeitraum eine schutzwürdige Nutzung stattfindet, der Immissionsrichtwert für Wohnräume bzw. Büroräume von

$$IRW_{Tag} = 40 / 45 \text{ dB(A)}$$

$$IRW_{Nacht} = 30 \text{ dB(A)}$$

zu Grunde gelegt. Es ergeben sich Beurteilungspegel tags bzw. nachts von maximal

$$L_{r,Tag} = 28,0 \text{ dB(A)}$$

$$L_{r,Nacht} = 29,7 \text{ dB(A)}.$$

Die prognostizierten Pegel unterschreiten die Immissionsrichtwerte im Tagzeitraum um mindestens

$$\Delta L_{r,T} = -12,0 \text{ dB(A)}.$$

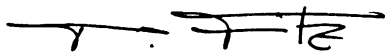
Im Nachtzeitraum unterschreiten die prognostizierten Pegel den Immissionsrichtwert um bis zu

$$\Delta L_{r,N} = -0,3 \text{ dB(A)}.$$

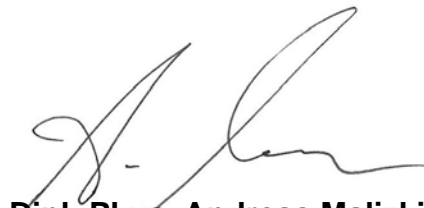
Somit werden die Anforderungen der **24. BImSchV** eingehalten. Erhebliche Belästigungen infolge sekundärer Luftschallimmissionen durch den Schienenverkehr sind nicht zu erwarten.

7 Abschließende Bemerkungen

Die durchgeführte erschütterungstechnische Untersuchung zeigt, dass die prognostizierten Erschütterungs- bzw. sekundären Luftschallimmissionen die Anforderungen der **DIN 4150-2** hinsichtlich Erschütterungen bzw. die Anforderungen an die **24. BImSchV** hinsichtlich der sekundären Luftschallimmissionen einhalten. Erhebliche Belästigungen aus den schienenverkehrsinduzierten Immissionen sind nicht zu erwarten. Bauseitige Schutzvorkehrungen zur Minderung der Erschütterungs- und sekundären Luftschallimmissionen werden an dem geplanten Quartier in der Mombacher Straße in Mainz **nicht** erforderlich.



Dipl.-Phys. Peter Fritz



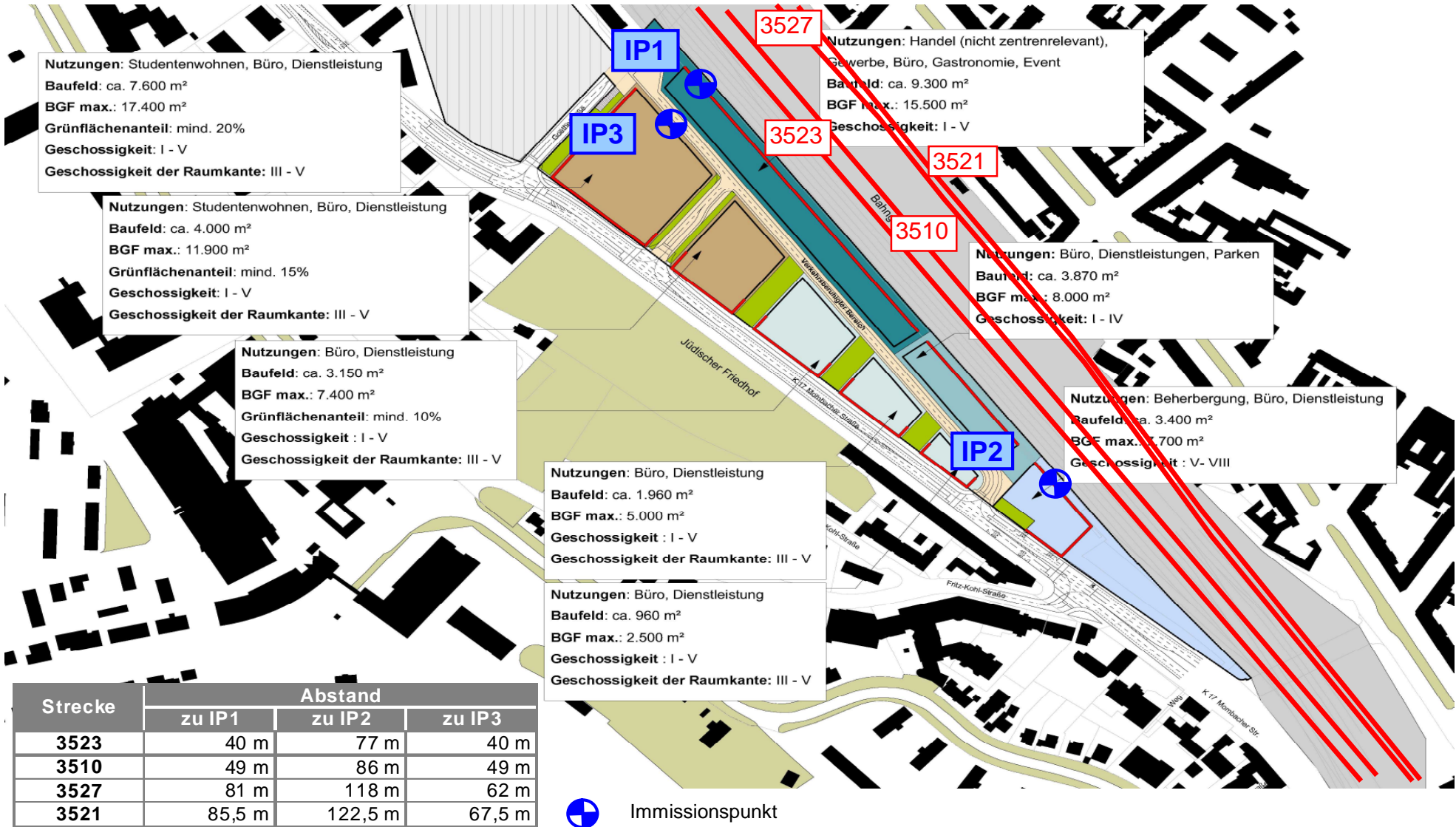
Dipl.-Phys. Andreas Malizki

ANHANG

Übersichtslageplan

Immissionspunkte der Prognoseberechnung

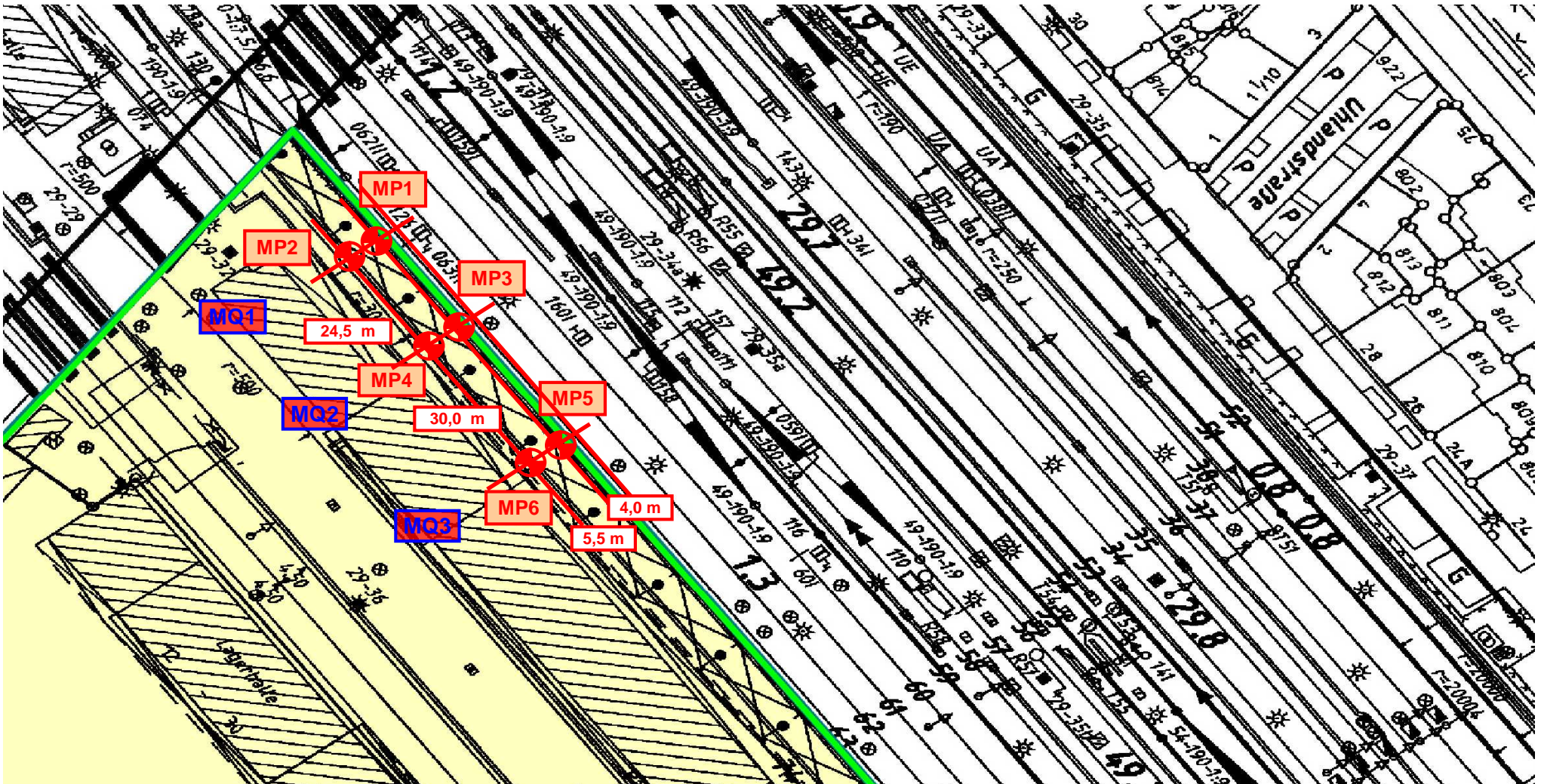
X:\Projekte\2012\112229-VVE-aurelis-BV Mainz Mombacher Straße\C-Bearbeitung\D-Prognose\Lageplan_Mainz.xls\Übersicht



Übersichtslageplan

Messpunkte der Erschütterungsmessungen

X:\Projekte\2012\12229-VVE-aurelis-BV Mainz Mombacher Straße\C-Bearbeitung\D-Prognose(Lageplan_Mainz.xls)\Messpositionen



Messposition



Messpunkt



Messquerschnitt

unmaßstäblich !!!

unkorrigiertes Emissionsspektrum

Güterverkehr

X:\Projekte\2012\12229-VVE-aurelis-BV Mainz Mombacher Straße\C-Bearbeitung\D-Prognose\Emissionen.xls\Gz-unkorr

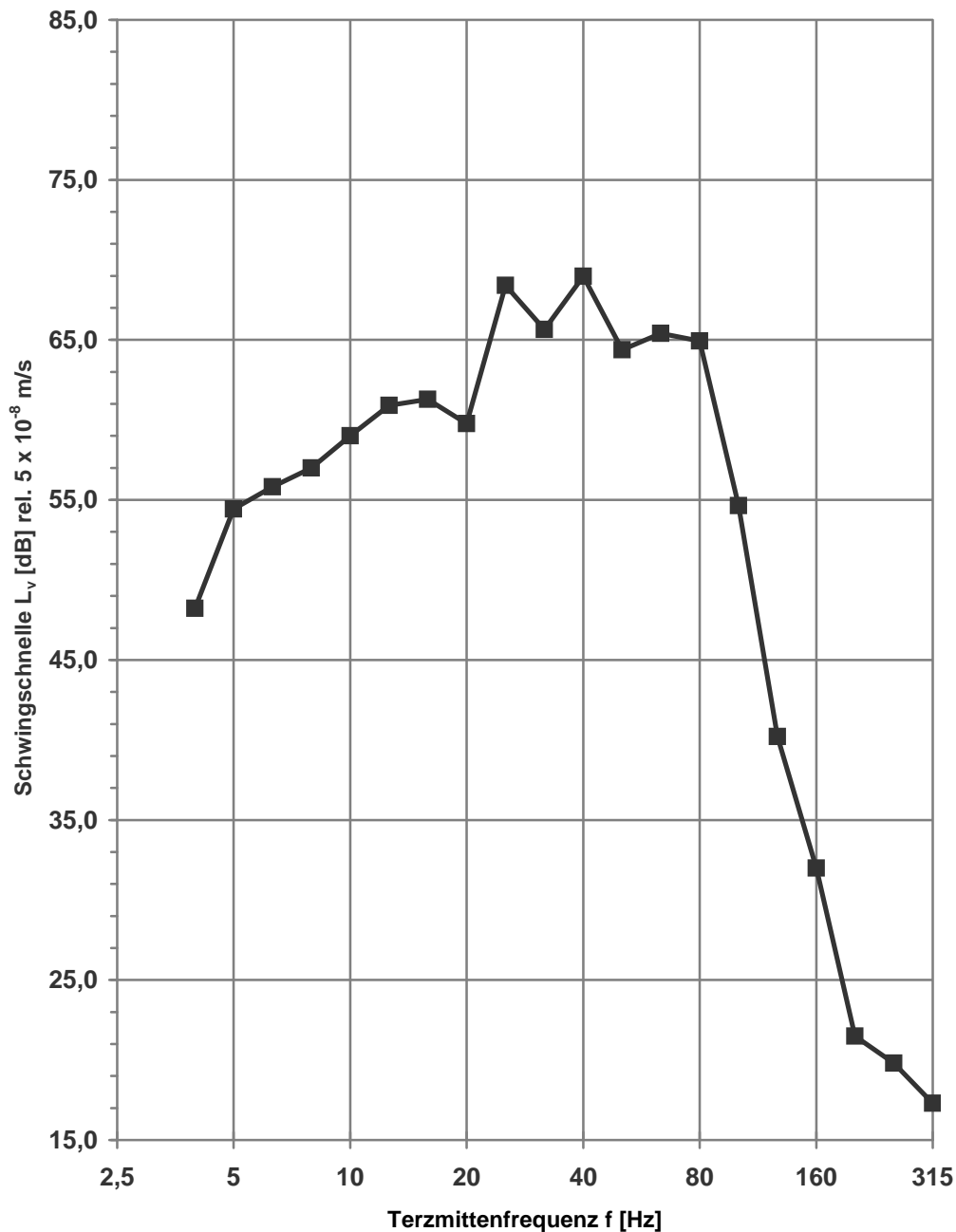
Quelle Erschütterungsmessungen ABS Augsburg - Ulm, Bereich Gessertshausen
Bericht Nr. 240, ARGE Erschütterungen München 1993

Geschwindigkeit 95 km/h

Messposition 8 m von Gleisachse

Schwingrichtung z

Mittelwert



L _v [dB]	f [Hz]
48,2	4
54,4	5
55,8	6,3
57,0	8
59,0	10
60,9	12,5
61,3	16
59,8	20
68,4	25
65,7	31,5
69,0	40
64,4	50
65,4	63
64,9	80
54,7	100
40,2	125
32,0	160
21,5	200
19,8	250
17,3	315
75,3	Σ

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

unkorrigiertes Emissionsspektrum

Nahverkehr

X:\Projekte\2012\12229-VVE-aurelis-BV Mainz Mombacher Straße\C-Bearbeitung\D-Prognose[Emissionen.xls]NV-unkorr

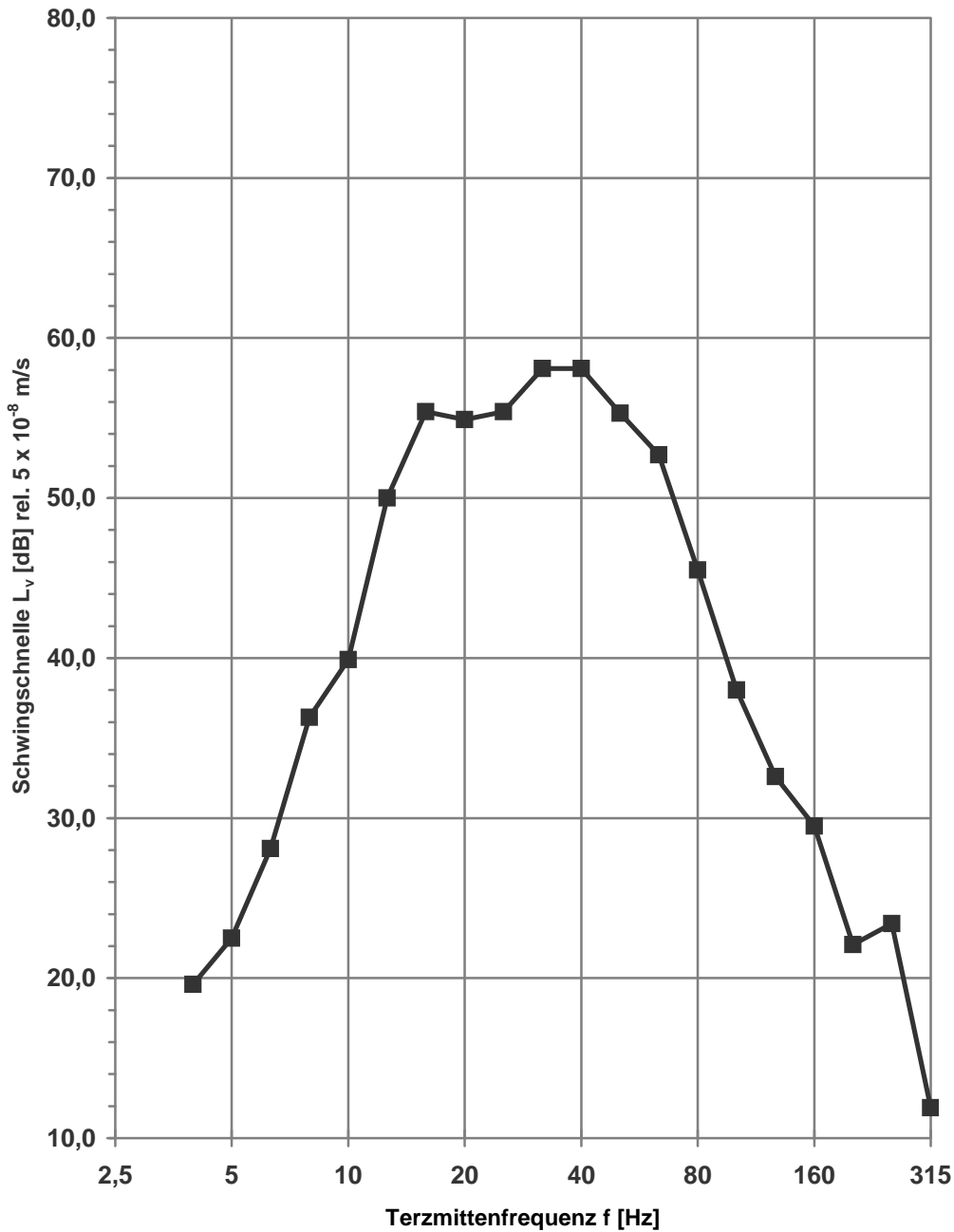
Quelle Erschütterungsmessungen ABS / NBS Karlsruhe Basel - Rheintalbahn
Abschnitt Herbolzheim- FRITZ GmbH, 2001

Geschwindigkeit 55 km/h

Messposition 8 m von Gleisachse

Schwingrichtung z

Mittelwert



L _v [dB]	f [Hz]
19,6	4
22,5	5
28,1	6,3
36,3	8
39,9	10
50,0	12,5
55,4	16
54,9	20
55,4	25
58,1	31,5
58,1	40
55,3	50
52,7	63
45,5	80
38,0	100
32,6	125
29,5	160
22,1	200
23,4	250
11,9	315
64,7	Σ

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

unkorrigiertes Emissionsspektrum

InterCity Express

X:\Projekte\2012\12229-VVE-aurelis-BV Mainz Mombacher Straße\C-Bearbeitung\D-Prognose\Emissionen.xls\ICE-unkorr

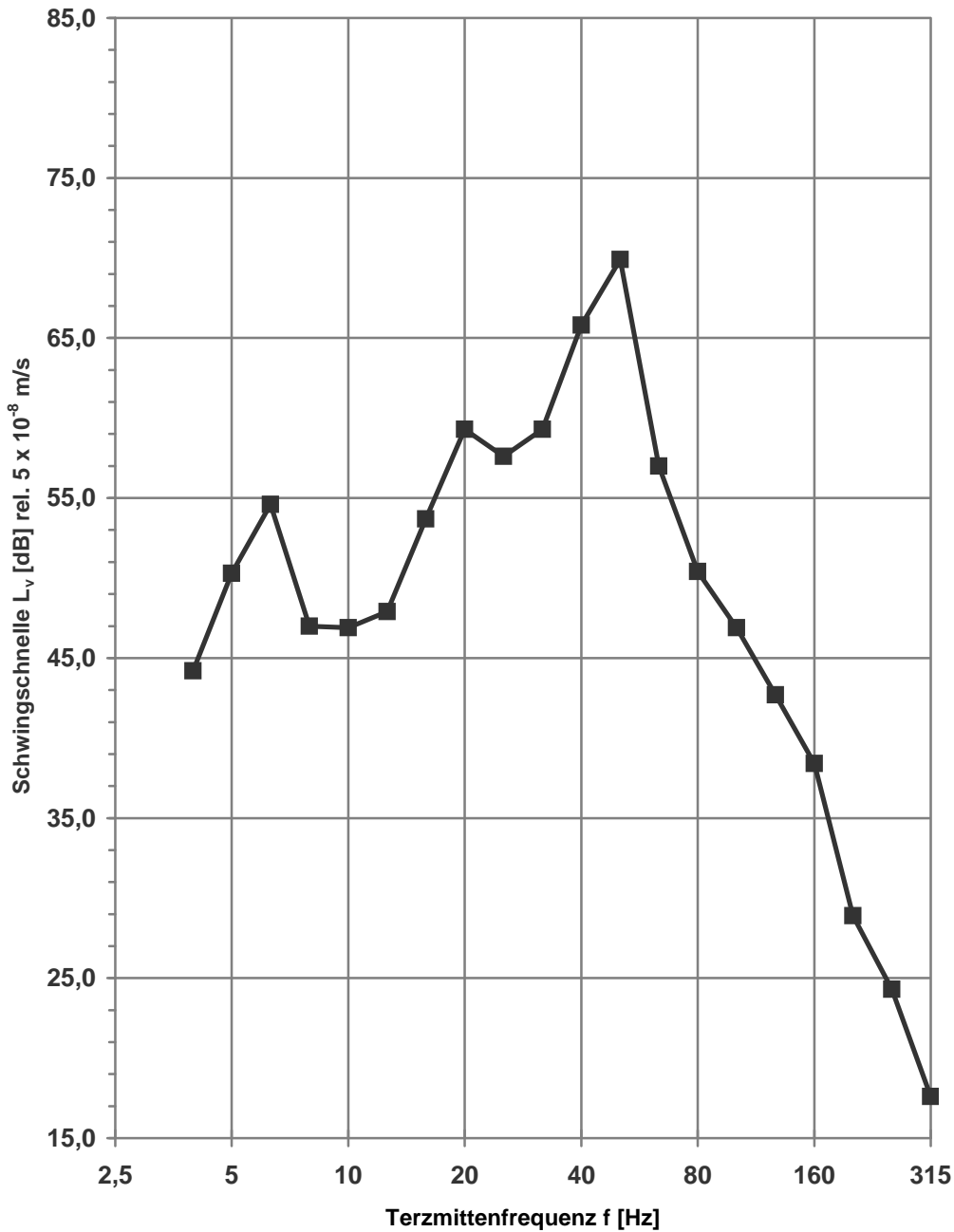
Quelle Körperschallmessungen an der NBS Würzburg - Fulda
bei Burgsinn, DB Versuchsanstalt München, Bericht Nr. 256 025

Geschwindigkeit 100 km/h

Messposition 8 m von Gleisachse

Schwingrichtung z

Mittelwert



L _v [dB]	f [Hz]
44,2	4
50,3	5
54,6	6,3
47,0	8
46,9	10
47,9	12,5
53,7	16
59,3	20
57,6	25
59,3	31,5
65,8	40
69,9	50
57,0	63
50,4	80
46,9	100
42,7	125
38,4	160
28,9	200
24,3	250
17,6	315
72,4	Σ

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

unkorrigiertes Emissionsspektrum

S-Bahn

X:\Projekte\2012\12229-VVE-aurelis-BV Mainz Mombacher Straße\C-Bearbeitung\D-Prognose\Emissionen.xls\SB-unkorr

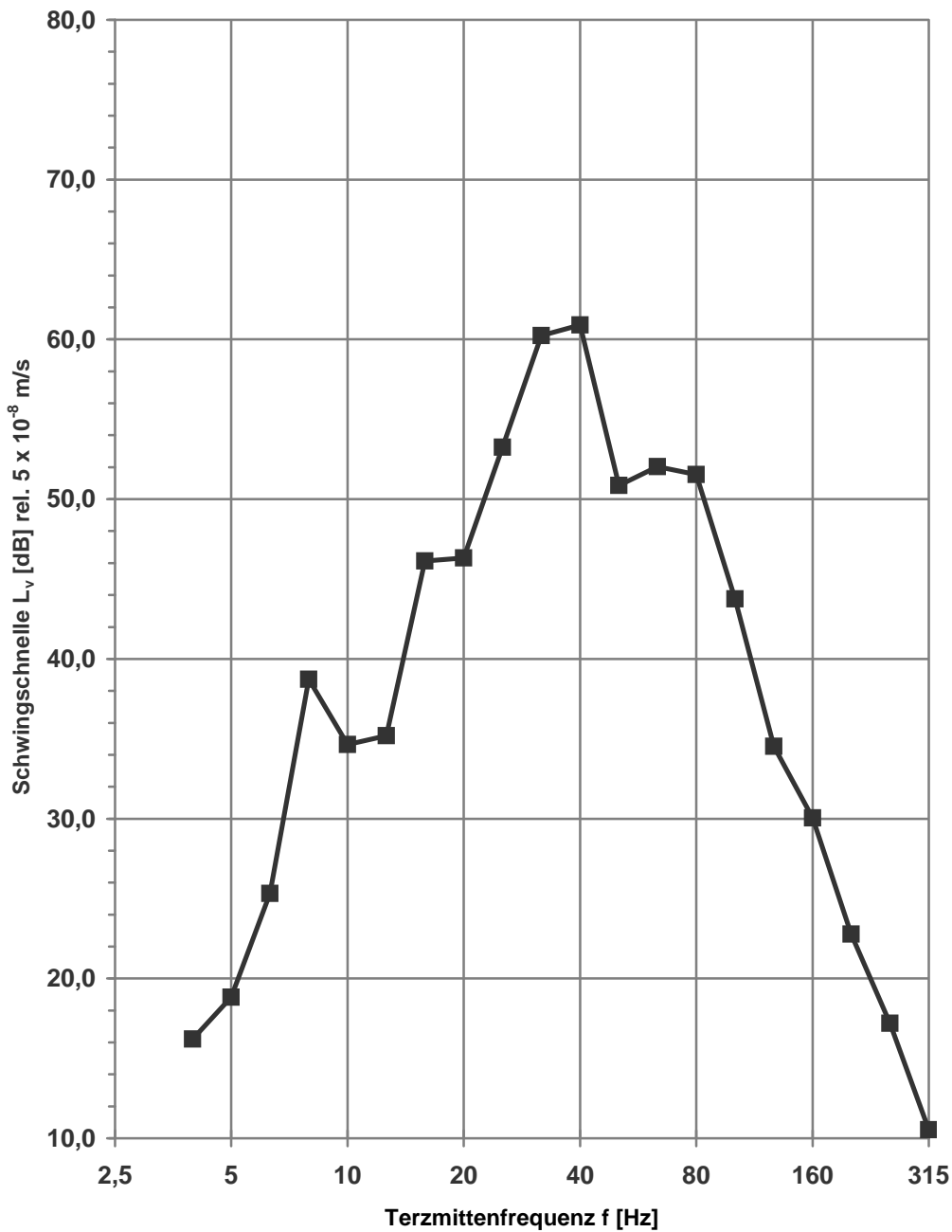
Quelle Erschütterungsmessungen S-Bahn Rhein-Main (Rodgaustrecken)
Gemarkung Biber - FRITZ GmbH, 25.04.2005

Geschwindigkeit 40 km/h

Messposition 8 m von Gleisachse

Schwingrichtung z

Mittelwert



Lv [dB]	f [Hz]
16,2	4
18,8	5
25,3	6,3
38,7	8
34,6	10
35,2	12,5
46,1	16
46,3	20
53,3	25
60,2	31,5
60,9	40
50,9	50
52,0	63
51,5	80
43,8	100
34,5	125
30,1	160
22,8	200
17,2	250
10,5	315
64,8	Σ

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

Korrekturfunktion

Geschwindigkeit

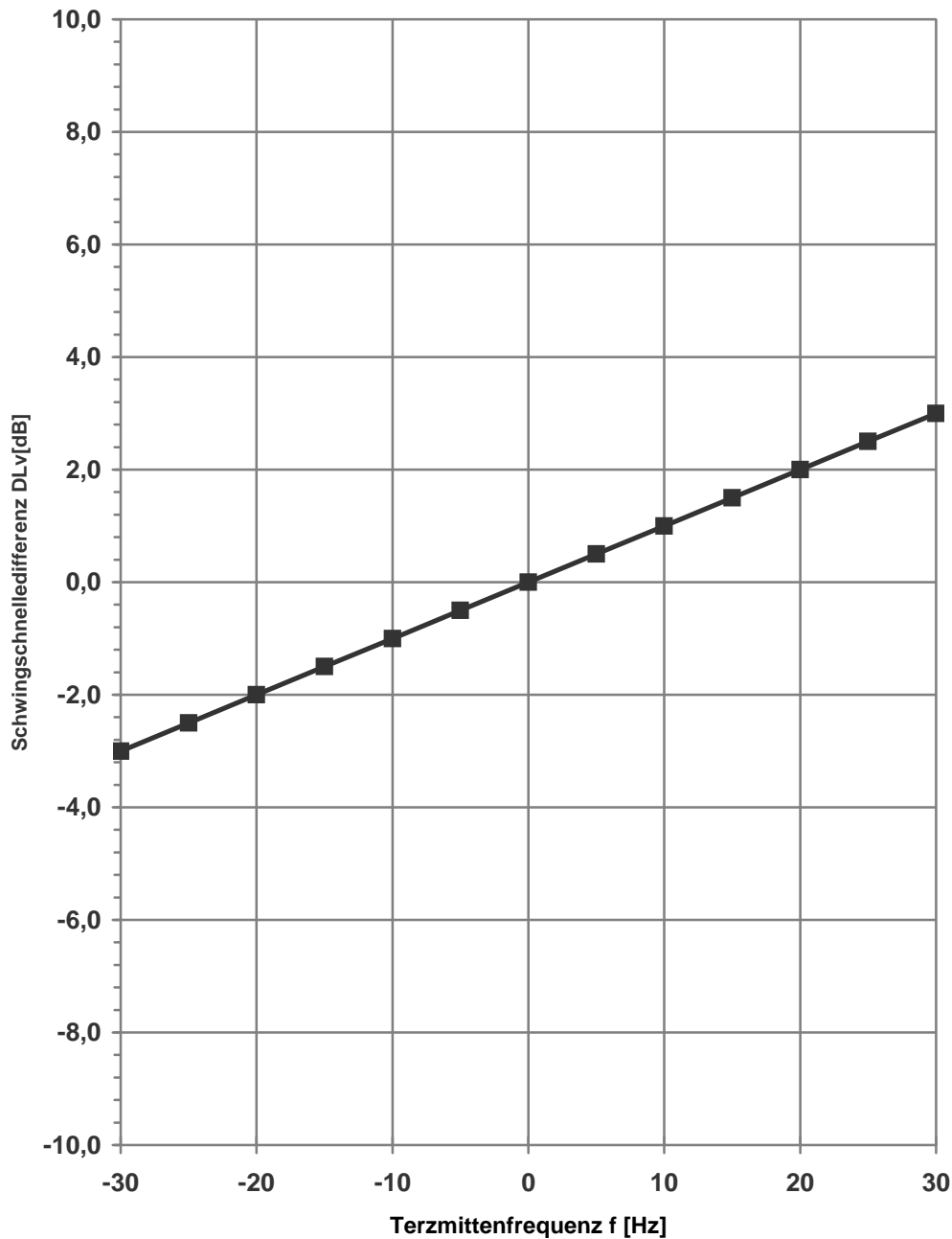
X:\Projekte\2012\12229-VVE-aurelis-BV Mainz Mombacher Straße\C-Bearbeitung\D-Prognose[Emissionen.xls]Korrektur -v

Quelle: empirisch

Bezugsspektrum A

Bezugsspektrum B

Schwingrichtung vertikal (z)



DLv [dB]	Dv [km/h]
-3,0	-30
-2,5	-25
-2,0	-20
-1,5	-15
-1,0	-10
-0,5	-5
0,0	0
0,5	5
1,0	10
1,5	15
2,0	20
2,5	25
3,0	30

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

Prognosespektrum

Güterverkehr - v = 40 - 60 km/h

X:\Projekte\2012\12229-VVE-aurelis-BV Mainz Mombacher Straße\C-Bearbeitung\D-Prognose\Emissionen.xls\GV-v-60

	Parameter	Ausgangs-Spektrum A	Prognose-Spektrum P
K1	Betrieb	Zuggattung	GV
K2		Geschwindigkeit	95 km/h
K3	Fahrweg	Kurvenbereich	nein
K4		Weichenbereich	nein
K5		Oberbau	SchO m. Betonschwelle
K6	Tunnel	Tunnelform	
K7	Bauwerk	Wandstärke	
K8		Tunnelgründung	
K9		Bodenverhältnisse	
K10		Emissionspunkt	8 m Punkt
K11	Sonstiges	Meßverfahren	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	48,2	54,4	55,8	57,0	59,0	60,9	61,3	59,8	68,4	65,7	69,0	64,4	65,4	64,9	54,7	40,2	32,0	21,5	19,8	17,3	75,3

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}	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5
L _{K3}																					
L _{K4}																					
L _{K5}																					
L _{K6}																					
L _{K7}																					
L _{K8}																					
L _{K9}																					
L _{K10}																					
L _{K11}																					
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	44,7	50,9	52,3	53,5	55,5	57,4	57,8	56,3	64,9	62,2	65,5	60,9	61,9	61,4	51,2	36,7	28,5	18,0	16,3	13,8	71,8

Prognosespektrum

Güterverkehr - v = 80 km/h

X:\Projekte2\2012\12229-VVE-aurelis-BV Mainz Mombacher Straße\IC-Bearbeitung\D-Prognose\Emissionen.xls\GV-v-80

	Parameter	Ausgangs-Spektrum A	Prognose-Spektrum P
K1	Betrieb	Zuggattung	GV
K2		Geschwindigkeit	95 km/h
K3	Fahrweg	Kurvenbereich	nein
K4		Weichenbereich	nein
K5		Oberbau	SchO m. Betonschwelle
K6	Tunnel	Tunnelform	
K7	Bauwerk	Wandstärke	
K8		Tunnelgründung	
K9		Bodenverhältnisse	
K10		Emissionspunkt	8 m Punkt
K11	Sonstiges	Meßverfahren	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	48,2	54,4	55,8	57,0	59,0	60,9	61,3	59,8	68,4	65,7	69,0	64,4	65,4	64,9	54,7	40,2	32,0	21,5	19,8	17,3	75,3

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}	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5
L _{K3}																					
L _{K4}																					
L _{K5}																					
L _{K6}																					
L _{K7}																					
L _{K8}																					
L _{K9}																					
L _{K10}																					
L _{K11}																					
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	46,7	52,9	54,3	55,5	57,5	59,4	59,8	58,3	66,9	64,2	67,5	62,9	63,9	63,4	53,2	38,7	30,5	20,0	18,3	15,8	73,8

Prognosespektrum

Nahverkehr - v = 40 - 60 km/h

X:\Projekte2\2012\112229-VVE-aurelis-BV Mainz Mombacher Straße\IC-Bearbeitung\D-Prognose\Emissionen.xls\NV-v-60

	Parameter	Ausgangs-Spektrum A	Prognose-Spektrum P
K1	Betrieb	Zuggattung	NV
K2		Geschwindigkeit	55 km/h
K3	Fahrweg	Kurvenbereich	nein
K4		Weichenbereich	nein
K5		Oberbau	SchO m. Betonschwelle
K6	Tunnel	Tunnelform	
K7	Bauwerk	Wandstärke	
K8		Tunnelgründung	
K9		Bodenverhältnisse	
K10		Emissionspunkt	8 m Punkt
K11	Sonstiges	Meßverfahren	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	19,6	22,5	28,1	36,3	39,9	50,0	55,4	54,9	55,4	58,1	58,1	55,3	52,7	45,5	38,0	32,6	29,5	22,1	23,4	11,9	64,7

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}	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
L _{K3}																					
L _{K4}																					
L _{K5}																					
L _{K6}																					
L _{K7}																					
L _{K8}																					
L _{K9}																					
L _{K10}																					
L _{K11}																					
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	20,1	23,0	28,6	36,8	40,4	50,5	55,9	55,4	55,9	58,6	58,6	55,8	53,2	46,0	38,5	33,1	30,0	22,6	23,9	12,4	65,2

Prognosespektrum

Nahverkehr - v = 80 km/h

X:\Projekte\2012\12229-VVE-aurelis-BV Mainz Mombacher Straße\IC-Bearbeitung\D-Prognose\Emissionen.xls\NV-v-80

	Parameter	Ausgangs-Spektrum A	Prognose-Spektrum P
K1	Betrieb	Zuggattung	NV
K2		Geschwindigkeit	55 km/h
K3	Fahrweg	Kurvenbereich	nein
K4		Weichenbereich	nein
K5		Oberbau	SchO m. Betonschwelle
K6	Tunnel	Tunnelform	
K7	Bauwerk	Wandstärke	
K8		Tunnelgründung	
K9		Bodenverhältnisse	
K10		Emissionspunkt	8 m Punkt
K11	Sonstiges	Meßverfahren	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	19,6	22,5	28,1	36,3	39,9	50,0	55,4	54,9	55,4	58,1	58,1	55,3	52,7	45,5	38,0	32,6	29,5	22,1	23,4	11,9	64,7

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}	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
L _{K3}																					
L _{K4}																					
L _{K5}																					
L _{K6}																					
L _{K7}																					
L _{K8}																					
L _{K9}																					
L _{K10}																					
L _{K11}																					
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	22,1	25,0	30,6	38,8	42,4	52,5	57,9	57,4	57,9	60,6	60,6	57,8	55,2	48,0	40,5	35,1	32,0	24,6	25,9	14,4	67,2

Prognosespektrum

S-Bahn - v = 40 - 60 km/h

X:\Projekte\2012\12229-VVE-aurelis-BV Mainz Mombacher Straße\C-Bearbeitung\D-Prognose\Emissionen.xls\SB-v-60

	Parameter	Ausgangs-Spektrum A	Prognose-Spektrum P
K1	Betrieb	Zuggattung	SB
K2		Geschwindigkeit	40 km/h
K3	Fahrweg	Kurvenbereich	nein
K4		Weichenbereich	nein
K5		Oberbau	SchO m. Betonschwelle
K6	Tunnel	Tunnelform	
K7	Bauwerk	Wandstärke	
K8		Tunnelgründung	
K9		Bodenverhältnisse	
K10		Emissionspunkt	8 m Punkt
K11	Sonstiges	Meßverfahren	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	19,6	22,5	28,1	36,3	39,9	50,0	55,4	54,9	55,4	58,1	58,1	55,3	52,7	45,5	38,0	32,6	29,5	22,1	23,4	11,9	64,7

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}	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
L _{K3}																					
L _{K4}																					
L _{K5}																					
L _{K6}																					
L _{K7}																					
L _{K8}																					
L _{K9}																					
L _{K10}																					
L _{K11}																					
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	21,6	24,5	30,1	38,3	41,9	52,0	57,4	56,9	57,4	60,1	60,1	57,3	54,7	47,5	40,0	34,6	31,5	24,1	25,4	13,9	66,7

Prognosespektrum

InterCity Express - v = 40 - 60 km/h

X:\Projekte2\2012\112229-VVE-aurelis-BV Mainz Mombacher Straße\IC-Bearbeitung\D-Prognose\Emissionen.xls\ICE-v-60

	Parameter	Ausgangs-Spektrum A	Prognose-Spektrum P
K1	Betrieb	Zuggattung	ICE
K2		Geschwindigkeit	100 km/h
K3	Fahrweg	Kurvenbereich	nein
K4		Weichenbereich	nein
K5		Oberbau	SchO m. Betonschwelle
K6	Tunnel	Tunnelform	
K7	Bauwerk	Wandstärke	
K8		Tunnelgründung	
K9		Bodenverhältnisse	
K10		Emissionspunkt	8 m Punkt
K11	Sonstiges	Meßverfahren	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	44,2	50,3	54,6	47,0	46,9	47,9	53,7	59,3	57,6	59,3	65,8	69,9	57,0	50,4	46,9	42,7	38,4	28,9	24,3	17,6	72,4

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}	-4,0	-4,0	-4,0	-4,0	-4,0	-4,0	-4,0	-4,0	-4,0	-4,0	-4,0	-4,0	-4,0	-4,0	-4,0	-4,0	-4,0	-4,0	-4,0	-4,0	-4,0
L _{K3}																					
L _{K4}																					
L _{K5}																					
L _{K6}																					
L _{K7}																					
L _{K8}																					
L _{K9}																					
L _{K10}																					
L _{K11}																					
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	40,2	46,3	50,6	43,0	42,9	43,9	49,7	55,3	53,6	55,3	61,8	65,9	53,0	46,4	42,9	38,7	34,4	24,9	20,3	13,6	68,4

Prognosespektrum

InterCity Express - v = 80 km/h

X:\Projekte2\2012\112229-VVE-aurelis-BV Mainz Mombacher Straße\IC-Bearbeitung\D-Prognose\Emissionen.xls\ICE-v-80

	Parameter	Ausgangs-Spektrum A	Prognose-Spektrum P
K1	Betrieb	Zuggattung	ICE
K2		Geschwindigkeit	100 km/h
K3	Fahrweg	Kurvenbereich	nein
K4		Weichenbereich	nein
K5		Oberbau	SchO m. Betonschwelle
K6	Tunnel	Tunnelform	SchO m. Betonschwelle
K7	Bauwerk	Wandstärke	
K8		Tunnelgründung	
K9		Bodenverhältnisse	
K10		Emissionspunkt	8 m Punkt
K11	Sonstiges	Meßverfahren	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	44,2	50,3	54,6	47,0	46,9	47,9	53,7	59,3	57,6	59,3	65,8	69,9	57,0	50,4	46,9	42,7	38,4	28,9	24,3	17,6	72,4

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}	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0
L _{K3}																					
L _{K4}																					
L _{K5}																					
L _{K6}																					
L _{K7}																					
L _{K8}																					
L _{K9}																					
L _{K10}																					
L _{K11}																					
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	42,2	48,3	52,6	45,0	44,9	45,9	51,7	57,3	55,6	57,3	63,8	67,9	55,0	48,4	44,9	40,7	36,4	26,9	22,3	15,6	70,4

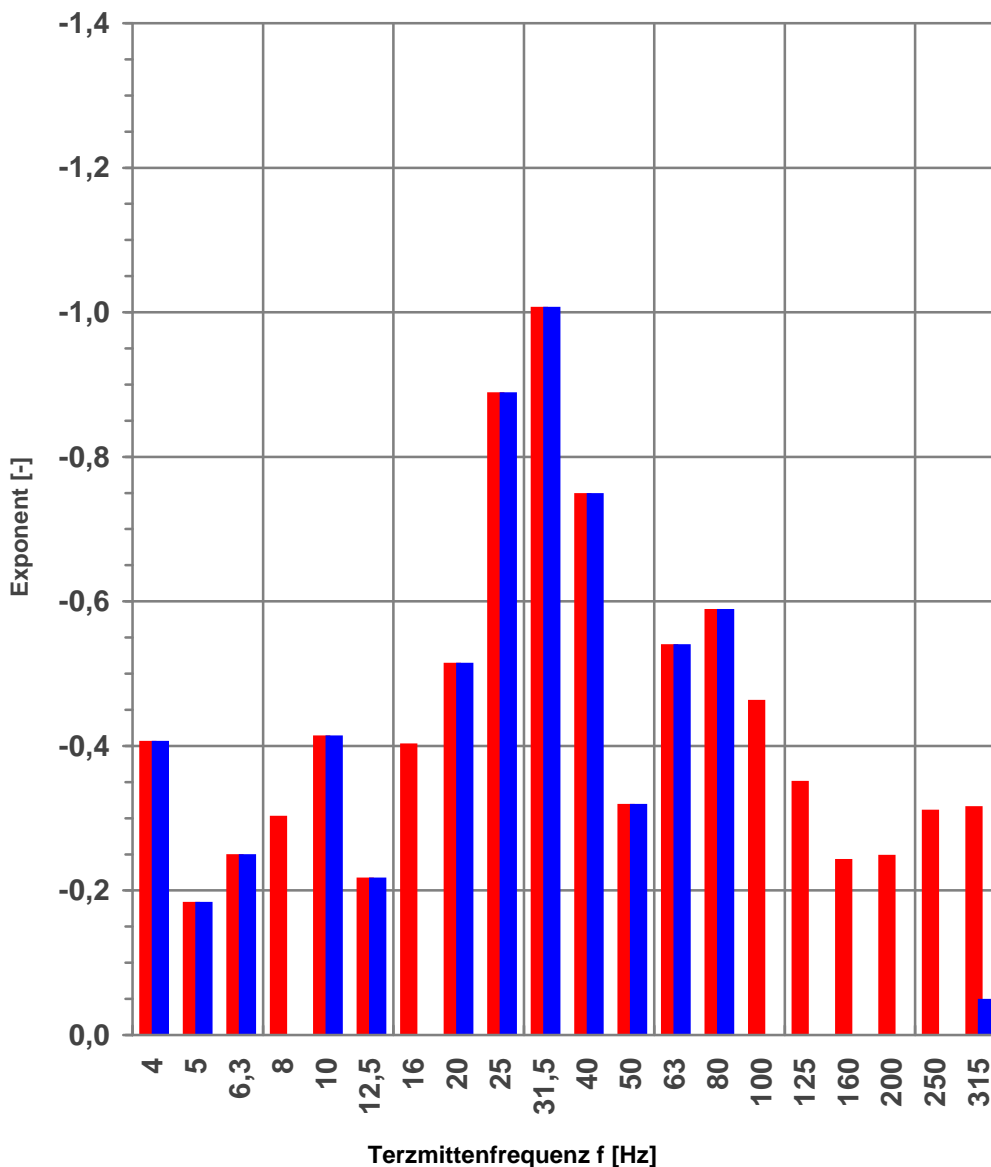
Abnahme der Schwinggeschwindigkeit in Abhängigkeit von Terzfrequenz

X:\Projekte2\2012\12229-VVE-aurelis-BV Mainz Mombacher Straße\C-Bearbeitung\D-Prognose\Exponente.xls\GV_MP4

Quelle „Umstrukturierung des Bahnareals an der Mombacher Straße in Mainz“
Messbericht Nr. 12229-VME-1 vom 22.10.2012
FRITZ GmbH

Die Exponentenwerte ab 100 Hz wurden durch typische Exponente für ebenerdige Bahnstrecken ersetzt.

Die Exponentenwerte bei 8 Hz und 16 Hz wurden durch die Mittelung der benachbarten Frequenzen bestimmt.



Exponente		
korrigiert gemessen		
Lv [dB]	Lv [dB]	f [Hz]
-0,4	-0,4	4
-0,2	-0,2	5
-0,2	-0,2	6,3
-0,3	0,0	8
-0,4	-0,4	10
-0,2	-0,2	12,5
-0,4	0,0	16
-0,5	-0,5	20
-0,9	-0,9	25
-1,0	-1,0	31,5
-0,7	-0,7	40
-0,3	-0,3	50
-0,5	-0,5	63
-0,6	-0,6	80
-0,5	0,0	100
-0,3	0,0	125
-0,2	0,0	160
-0,2	0,0	200
-0,3	0,0	250
-0,3	0,0	315
-0,4	-0,3	MW

Übertragungsfunktion

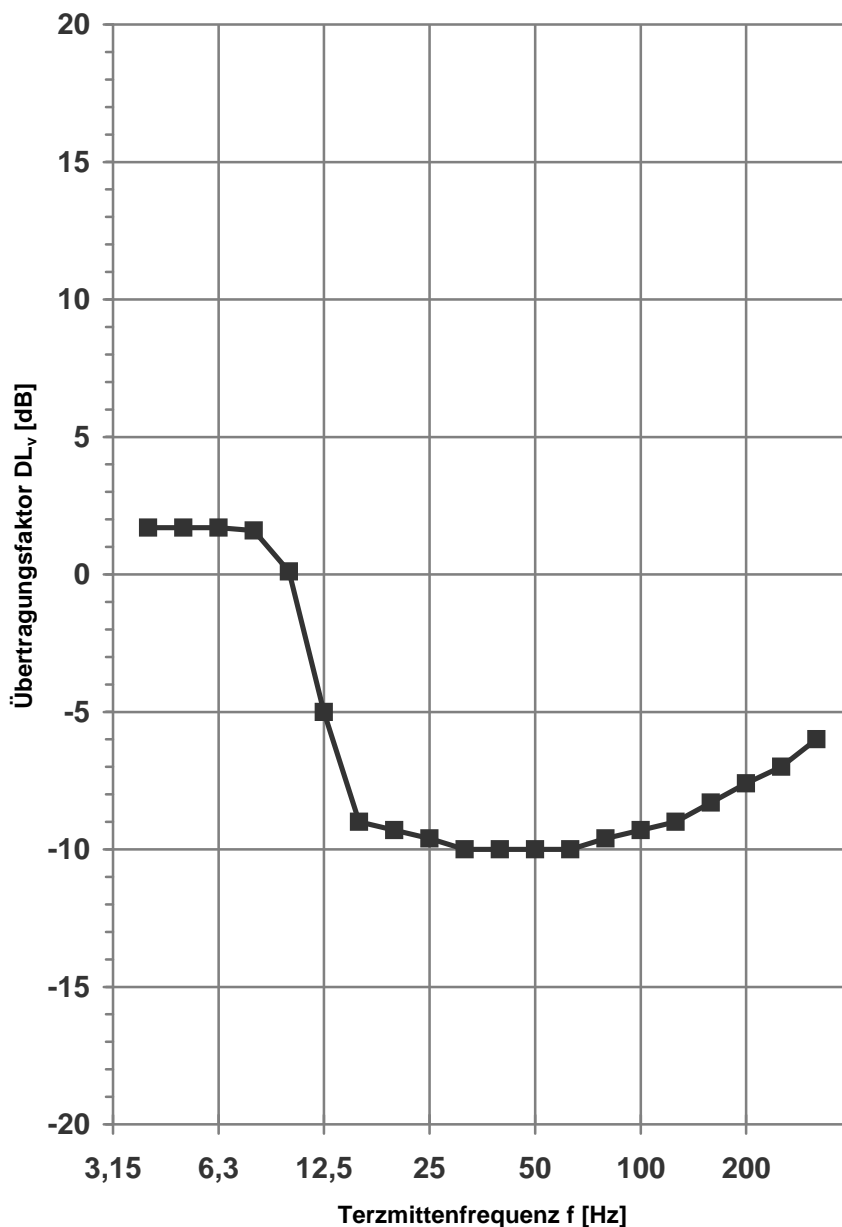
Erdreich - Fundament (T2)

X:\Projekte2\2012\12229-VVE-aurelis-BV Mainz Mombacher Straße\C-Bearbeitung\D-Prognose\[Transferfunktion 2 und 3.xls]T2-Funktion

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 gewerblich genutzte Gebäude in Massivbauweise
Schwingrichtung vertikal (z)



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

Übertragungsfunktion

Fundament - Geschossdecke (T3)

X:\Projekte\2012\12229-VVE-aurelis-BV Mainz Mombacher Straße\C-Bearb\Zeilenhöhe 10,5 Schriftgröße 6

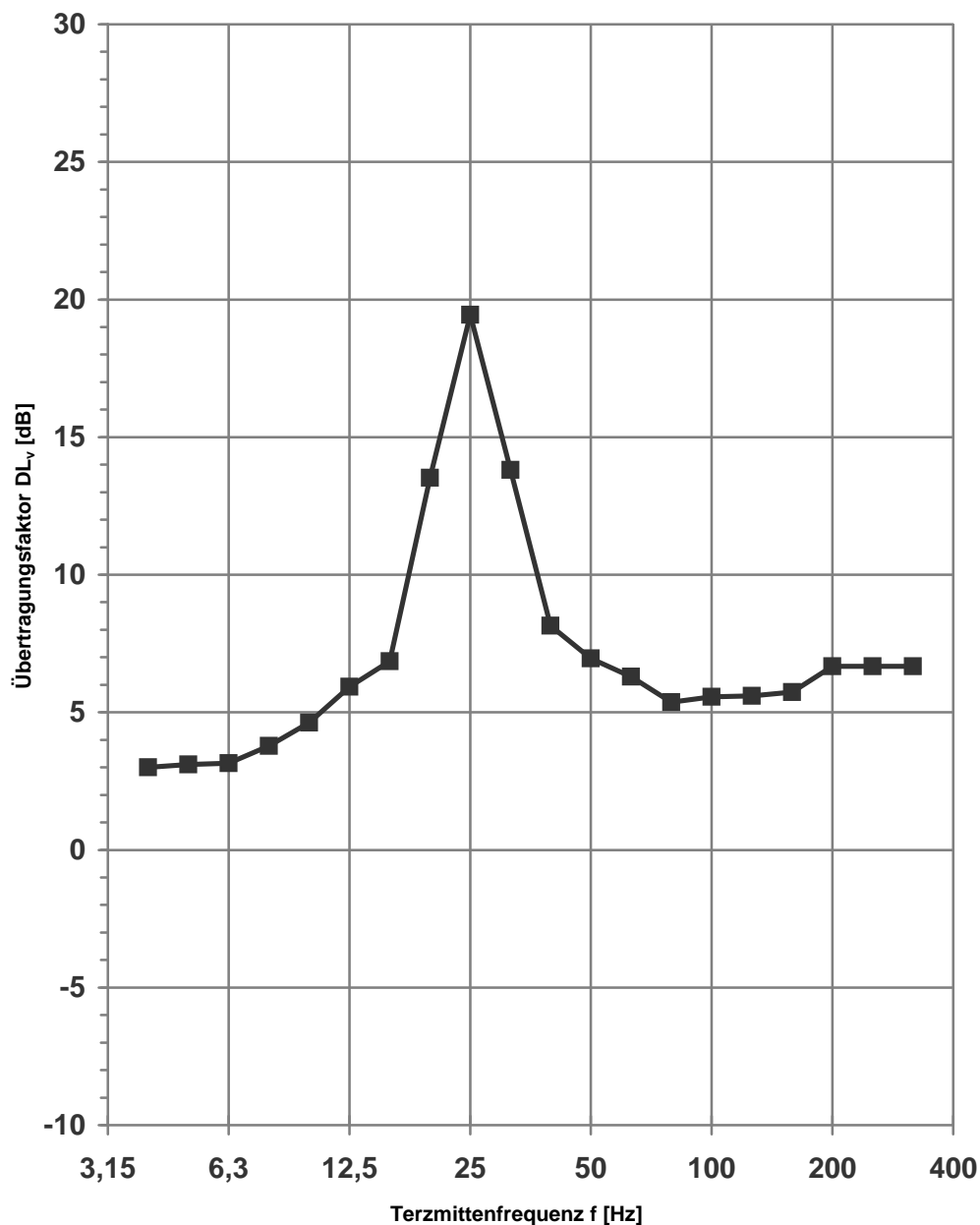
Quelle Körperschall- und Erschütterungsschutz, Leitfaden für den Planer
(Ausgabe: August 1996, berichtigt Februar 1999), Bild 4a:
Gebäude mit Betondeckenaufbau
Deutsche Bahn AG, FTZ 81 München

Deckenart Stahlbetondecke, Resonanzfrequenz $f_0 = 25$ Hz

Resonanzfrequenz gewerblich genutzte Gebäude in Massivbauweise

Schwingrichtung vertikal (z)

Mittelwert + Standardabweichung



DL_v [dB]	f [Hz]
3,0	4
3,1	5
3,2	6,3
3,8	8
4,6	10
5,9	12,5
6,9	16
13,5	20
19,4	25
13,8	31,5
8,2	40
7,0	50
6,3	63
5,4	80
5,6	100
5,6	125
5,7	160
6,7	200
6,7	250
6,7	315

Übertragungsfunktion

Fundament - Geschossdecke (T3)

X:\Projekte\2012\12229-VVE-aurelis-BV Mainz Mombacher Straße\C-Bearb\Zeilenhöhe 10,5 Schriftgröße 6

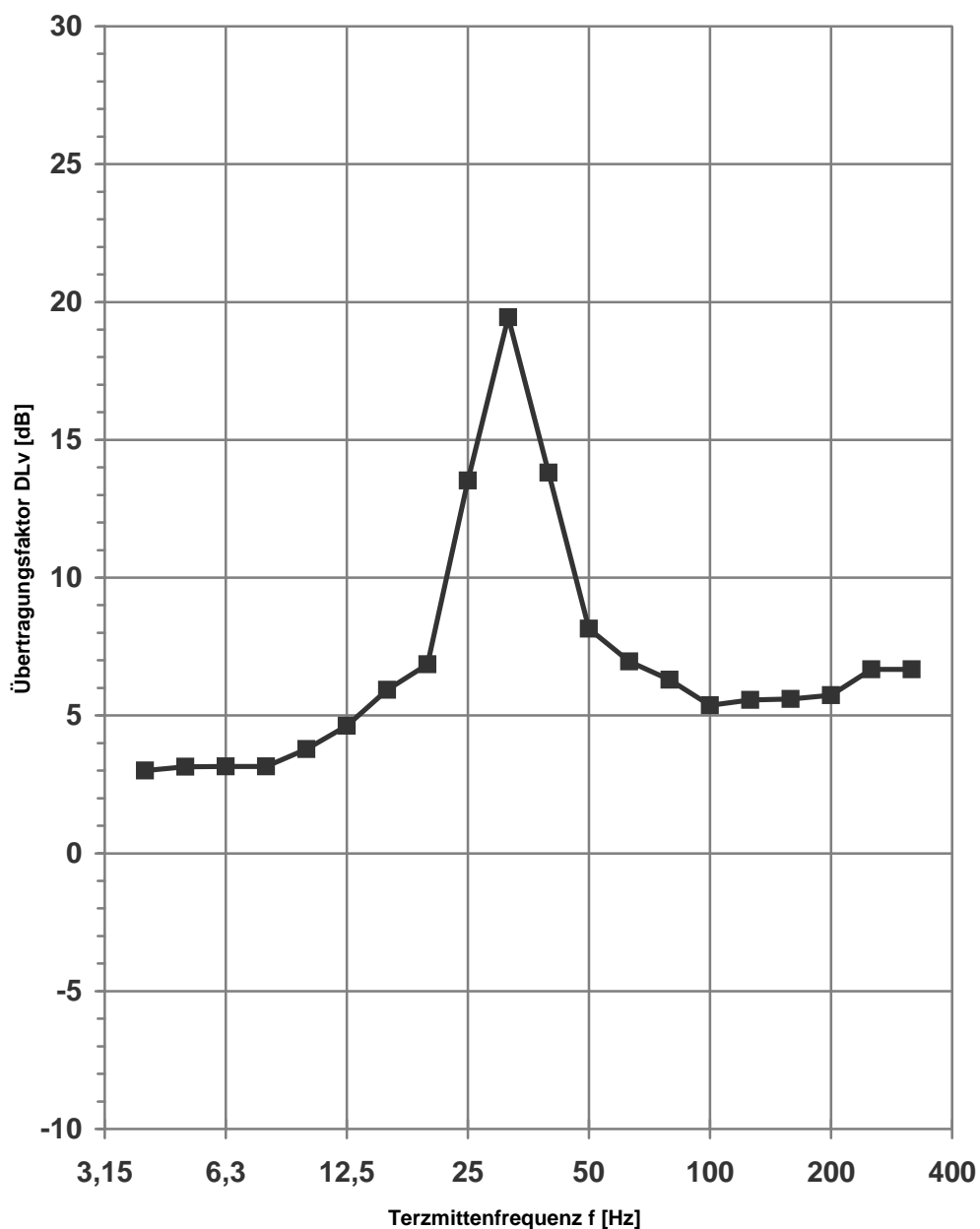
Quelle Körperschall- und Erschütterungsschutz, Leitfaden für den Planer
(Ausgabe: August 1996, berichtigt Februar 1999), Bild 4a:
Gebäude mit Betondeckenaufbau
Deutsche Bahn AG, FTZ 81 München

Deckenart Stahlbetondecke, Resonanzfrequenz $f_0 = 31,5$ Hz

Resonanzfrequenz gewerblich genutzte Gebäude in Massivbauweise

Schwingrichtung vertikal (z)

Mittelwert + Standardabweichung



DL _v [dB]	f [Hz]
3,0	4
3,1	5
3,2	6,3
3,2	8
3,8	10
4,6	12,5
5,9	16
6,9	20
13,5	25
19,4	31,5
13,8	40
8,2	50
7,0	63
6,3	80
5,4	100
5,6	125
5,6	160
5,7	200
6,7	250
6,7	315

Übertragungsfunktion

Fundament - Geschossdecke (T3)

X:\Projekte\2012\12229-VVE-aurelis-BV Mainz Mombacher Straße\C-Bearb\Zeilenhöhe 10,5 Schriftgröße 6

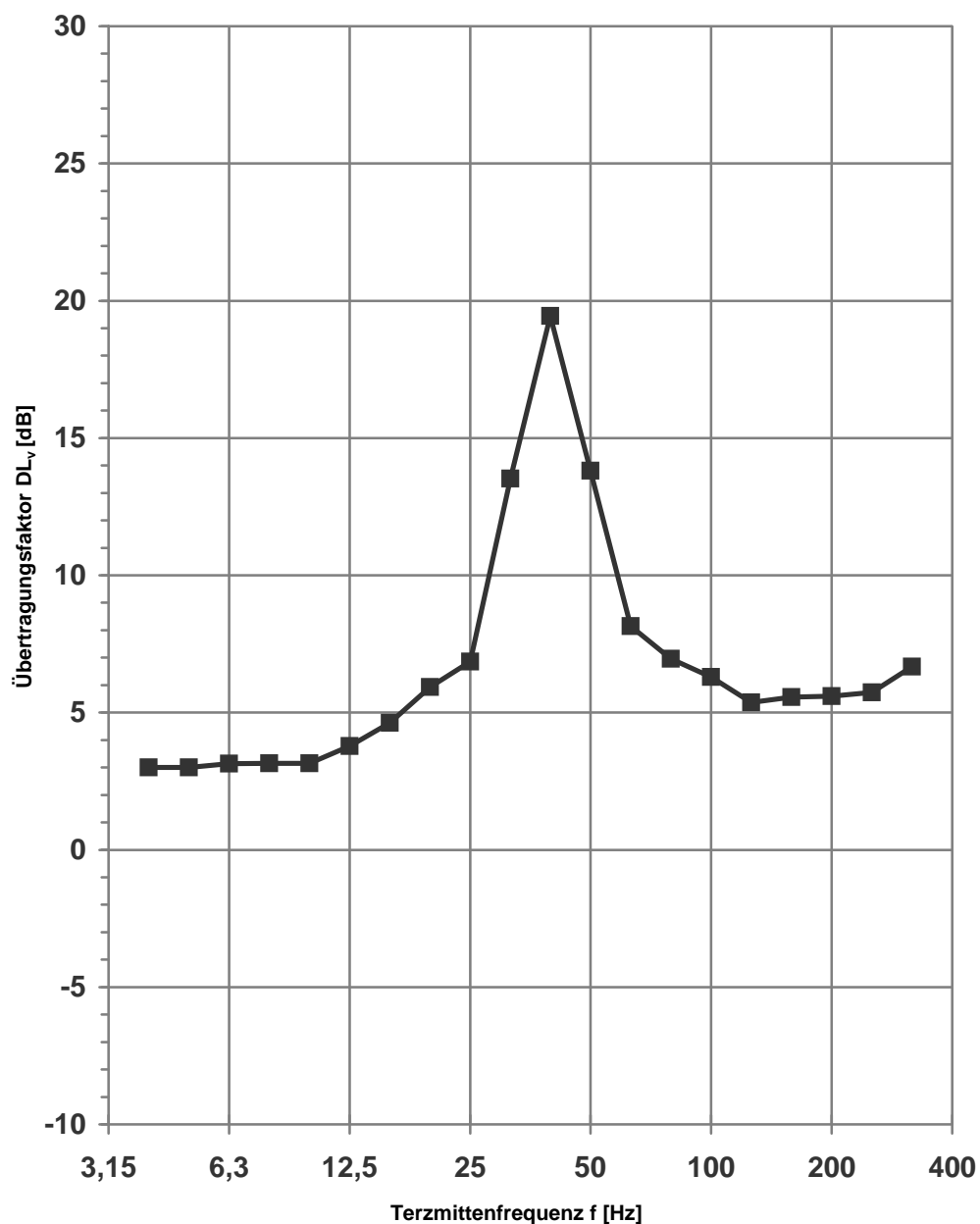
Quelle Körperschall- und Erschütterungsschutz, Leitfaden für den Planer
(Ausgabe: August 1996, berichtigt Februar 1999), Bild 4a:
Gebäude mit Betondeckenaufbau
Deutsche Bahn AG, FTZ 81 München

Deckenart Stahlbetondecke, Resonanzfrequenz $f_0 = 40$ Hz

Resonanzfrequenz gewerblich genutzte Gebäude in Massivbauweise

Schwingrichtung vertikal (z)

Mittelwert + Standardabweichung



DL_v [dB]	f [Hz]
3,0	4
3,0	5
3,1	6,3
3,2	8
3,2	10
3,8	12,5
4,6	16
5,9	20
6,9	25
13,5	31,5
19,4	40
13,8	50
8,2	63
7,0	80
6,3	100
5,4	125
5,6	160
5,6	200
5,7	250
6,7	315

Erschütterungsimmissionen

Prognose 2025

X:\Projekte\2012\12229-VVE-aurelis-BV Mainz Mombacher Straße\C-Bearbeitung\D-Prognose\Betriebsprogramm-Prognose.xls\ANHANG 4.1

Strecke 3523

Gleis 56

Zugart	Anzahl		v _{max} [km/h]	Zuglänge [m]
	Tag	Nacht		
DR-G	2	2	60	650
RB-VT / RE-VT	49	6	60	90
RE-V	13	4	60	130
DR-N	8	1	60	150
Summe	72	13		

Strecke 3510

Gleis 54

Zugart	Anzahl		v _{max} [km/h]	Zuglänge [m]
	Tag	Nacht		
GZ-E	27	51	80	700
RB-E / RE-E / DR-N	63	10	80	150
RB-VT	36	6	80	90
RE-VT	46	6	80	160
IC-E / NZ-E	5	4	80	210
IC-E	9	1	80	310
ICE	30	1	80	360
Summe	216	79		

v_{max} zulässige Streckenhöchstgeschwindigkeit [km/h]

Erschütterungsimmissionen

Prognose 2025

X:\Projekte\2012\12229-VVE-aurelis-BV Mainz Mombacher Straße\C-Bearbeitung\D-Prognose\Betriebsprogramm-Prognose.xls\ANHANG 4.2

Strecke 3527

Gleis 51

Zugart	Anzahl		v _{max} [km/h]	Zuglänge [m]
	Tag	Nacht		
GZ-E	21	17	60	700
S-Bahn	37	11	60	140
S-Bahn	1	0	60	210
RB-E	25	4	60	180
RB-ET	1	0	60	70
ICE	7	2	60	360
Summe	92	34		

Strecke 3521

Gleis 52

Zugart	Anzahl		v _{max} [km/h]	Zuglänge [m]
	Tag	Nacht		
GZ-E	17	14	60	700
RB-E	9	0	60	100
S	36	8	60	140
S	2	2	60	210
RB-ET	1	0	60	140
ICE	6	2	60	320
Summe	71	26		

v_{max} zulässige Streckenhöchstgeschwindigkeit [km/h]

X:\Projekte\2012\12229-VVE-aurelis-BV Mainz Mombacher Straße\C-Bearbeitung\D-Prognose\Immissionen.xls\PPF-E

1. Schritt der Beurteilung gemäß DIN 4150-2

IP Nr.	Gebäude	Abstand zu Strecke 3523	Nutzung	Maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax}					
				$f_0 = 25 \text{ Hz}^*$		$f_0 = 31,5 \text{ Hz}^*$		$f_0 = 40 \text{ Hz}^*$	
				Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	Quarier Aurelis (Handel+Büro)	40 m	MI	0,106	0,106	0,099	0,099	0,127	0,127
2	Quarier Aurelis (Studentenwohnheim+Büro)	77 m	MI	0,077	0,077	0,072	0,072	0,101	0,101
3	Quarier Aurelis (Beherbergung+Büro)	40 m	MI	0,106	0,106	0,099	0,099	0,127	0,127

2. Schritt der Beurteilung gemäß DIN 4150-2

IP Nr.	Gebäude	Abstand zu Strecke 3523	Nutzung	Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr}					
				$f_0 = 25 \text{ Hz}^*$		$f_0 = 31,5 \text{ Hz}^*$		$f_0 = 40 \text{ Hz}^*$	
				Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	Quarier Aurelis (Handel+Büro)	40 m	MI	0,013	0,024	0,000	0,000	0,025	0,031
2	Quarier Aurelis (Studentenwohnheim+Büro)	77 m	MI	0,000	0,000	0,000	0,000	0,015	0,008
3	Quarier Aurelis (Beherbergung+Büro)	40 m	MI	0,013	0,024	0,000	0,000	0,025	0,031

IP Immissionsort
 KB_{Fmax} maximale bewertete Schwingstärke [-]
 KB_{FTr} Beurteilungsschwingstärke [-]



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



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



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



Nicht beurteilungsrelevant, da keine schutzwürdige Nutzung im Nachtzeitraum

- * Stahlbetondecke mit Resonanzfrequenz $f_0 = 25 \text{ Hz}$
- * Stahlbetondecke mit Resonanzfrequenz $f_0 = 31,5 \text{ Hz}$
- * Stahlbetondecke mit Resonanzfrequenz $f_0 = 40 \text{ Hz}$

Nutzung Art der baulichen Nutzung in Anlehnung an die BauNVO
 MI Mischgebiet

12.11.2012

Erschütterungsimmissionen

Aurelis - Beurteilung nach DIN 4150-2

X:\Projekte\2012\12229-VVE-aurelis-BV Mainz Mombacher Straße\C-Bearbeitung\ID-Prognose\Immissionen.xls\PPF-E (2)

prozentuale Ausschöpfung der Beurteilungsanhaltswerte A_r

IP Nr.	Gebäude	Nutzung	Ausschöpfung A_r in %					
			$f_0 = 25 \text{ Hz}^*$		$f_0 = 31,5 \text{ Hz}^*$		$f_0 = 40 \text{ Hz}^*$	
			Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
2	Quarier Aurelis (Handel+Büro)	MI	13%	35%	0%	0%	25%	45%
3	Quarier Aurelis (Studentenwohnheim+Büro)	MI	0%	0%	0%	0%	15%	11%
4	Quarier Aurelis (Beherbergung+Büro)	MI	13%	35%	0%	0%	25%	45%

IP Immissionsort

A_r Beurteilungsanhaltswert [-]



Die Anforderungen der **DIN 4150-2** werden erfüllt, Ausschöpfung des Beurteilungsanhaltswertes $A_r \leq 100 \%$



Die Anforderungen der **DIN 4150-2** werden **nicht** erfüllt, Ausschöpfung des Beurteilungsanhaltswertes $A_r > 100 \%$



Nicht beurteilungsrelevant, da keine schutzwürdige Nutzung im Nachtzeitraum

* Stahlbetondecke mit Resonanzfrequenz $f_0 = 25 \text{ Hz}$

* Stahlbetondecke mit Resonanzfrequenz $f_0 = 31,5 \text{ Hz}$

* Stahlbetondecke mit Resonanzfrequenz $f_0 = 40 \text{ Hz}$

Nutzung Art der baulichen Nutzung in Anlehnung an die BauNVO

MI Mischgebiet

Sekundäre Luftschallimmissionen

Aurelis - Beurteilung nach DIN 4150-2

X:\Projekte2\2012\12229-VVE-aurelis-BV Mainz Mombacher Straße\C-Bearbeitung\D-Prognose\Immissionen.xls\PPF-SL

IP Nr.	Gebäude	Nutzung	Beurteilungspegel von Innenräumen L_{ri} [dB(A)]					
			$f_0 = 25 \text{ Hz}^*$		$f_0 = 31,5 \text{ Hz}^*$		$f_0 = 40 \text{ Hz}^*$	
			Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	Quarier Aurelis (Handel+Büro)	MI	25,6	27,6	26,1	28,1	27,8	29,5
2	Quarier Aurelis (Studentenwohnheim+Büro)	MI	24,7	26,6	25,2	27,0	27,0	28,6
3	Quarier Aurelis (Beherbergung+Büro)	MI	25,8	27,7	26,4	28,3	28,0	29,7

IP Immissionsort

L_{ri} Beurteilungspegel von Innenräumen [dB(A)]



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



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



Nicht beurteilungsrelevant, da keine schutzwürdige Nutzung im Nachtzeitraum

* Stahlbetondecke mit Resonanzfrequenz $f_0 = 25 \text{ Hz}$

* Stahlbetondecke mit Resonanzfrequenz $f_0 = 31,5 \text{ Hz}$

* Stahlbetondecke mit Resonanzfrequenz $f_0 = 40 \text{ Hz}$

Nutzung Art der baulichen Nutzung in Anlehnung an die BauNVO

MI Mischgebiet