

SCHALLIMMISSIONSSCHUTZ  
ERSCHÜTTERUNGSSCHUTZ  
BAUDYNAMIK & BAUPHYSIK  
TECHNISCHE AKUSTIK

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

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

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

E-Mail: [info@fritz-ingenieure.de](mailto:info@fritz-ingenieure.de)  
[www.fritz-ingenieure.de](http://www.fritz-ingenieure.de)

Bericht Nr.: **97440-ABE-7**  
Datum: **08.12.2015**

Auftraggeber:

**DB Projekt  
Stuttgart-Ulm GmbH  
Räpplstraße 17  
70191 Stuttgart**

Sachbearbeiter:

**Dipl.-Phys. Peter Fritz**

Qualitätskontrolle:

**Dipl.-Ing. (FH) Katrin Endres**

Umfang des Dokumentes

Textteil: 8 Seiten

ANHANG 1 1 Seite  
ANHANG 2 1 Seite  
ANHANG 3 2 Seiten  
ANHANG 4 1 Seite

## ERSCHÜTTERUNGSTECHNISCHE UNTERSUCHUNG

### Vorhaben:

Umgestaltung des Bahnknotens Stuttgart („Stuttgart 21“)

### Abschnitt:

Planfeststellungsabschnitt 1.1,  
Talquerung mit neuem Hauptbahnhof  
Bahn-km -0,4-42,0 bis Bahn-km +0,4+32,0

### Untersuchungsumfang:

Ermittlung und Beurteilung der aus dem Baubetrieb für die  
Errichtung des Trogbauwerkes resultierenden  
Erschütterungsimmissionen auf Grundlage der Ausführungs-  
planung, des von den ausführenden Baufirmen geplanten  
Baustellen – Layouts, sowie der für den Einsatz  
vorgesehener Baugeräte

### Ergänzende Erschütterungstechnische Stellungnahme

zu den erforderlichen Rammarbeiten im Bereich des  
BA 25

---

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Sachverhalt und Aufgabenstellung</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Bearbeitungsgrundlagen</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Untersuchungsergebnisse</b>	<b>5</b>
<b>3.1</b>	<b>Erschütterungsemissionen</b>	<b>5</b>
<b>3.2</b>	<b>Erschütterungsimmissionen im Kernerviertel</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Abschließende Bemerkungen</b>	<b>8</b>

## Anhänge

Anhang 1	Übersichtslageplan
Anhang 2	Emissionen Einbau Ort betonrammpfähle
Anhang 3	Typische Übertragungsfunktionen
Anhang 4	Ausbreitungsberechnung

## Abkürzungsverzeichnis

A	Anhaltswert gemäß DIN 4150-2 [-]
A <sub>r</sub>	Beurteilungs-Anhaltswert gemäß DIN 4150-2 [-]
A <sub>u</sub>	unterer Anhaltswert gemäß DIN 4150-2 [-]
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
[dB]	Dezibel
f	Frequenz [Hz]
f <sub>0</sub>	Deckeneigenfrequenz [Hz]
[Hz]	Hertz, Schwingung je Sekunde
KB <sub>Fmax</sub>	maximale bewertete Schwingstärke [-]
KB <sub>FTr</sub>	Beurteilungsschwingstärke [-]
s	Abstand [m]
T	Übertragungsfunktion
v <sub>0</sub>	Referenzwert für die Schwingschnelle [ $5 \cdot 10^{-8}$ m/s]
v <sub>i</sub>	Schwinggeschwindigkeit [mm/s]
v <sub>max</sub>	Maximalwert der Schwinggeschwindigkeit v [mm/s]
v <sub>Fmax</sub>	Effektivwert von v <sub>max</sub> (Zeitbewertung „Fast“)

## 1 Sachverhalt und Aufgabenstellung

Die Planung für die Gründung des Trogbauwerkes sah ehemals im siedlungsnahen Bereich zum „Kernerviertel“ und hier insbesondere im BA 25 eine Flachgründung in Verbindung mit Bohrpfählen vor. Auf Grund zwischenzeitlich bekannt gewordener geologischer Besonderheiten (Doline) ist es nun erforderlich die Flachgründung im Bereich dieser Doline durch Ortbetonrammpfähle zu ergänzen. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage nach den Konsequenzen hinsichtlich des Erschütterungsschutzes für die nahe gelegenen Wohn- und Geschäftsgebäude. Eine generelle Beurteilung der baubetriebsbedingten Erschütterungsimmissionen im Zusammenhang mit der Errichtung des Trogbauwerkes wurde im Bericht 97440-ABE-6 vom 13.06.2013 vorgenommen. Hierin wurden auf Seite 10 unten die Mindestabstände für im Tagzeitraum durchzuführende Rammarbeiten zu der nächstgelegenen Bebauung angegeben. Für das Gebäude Sängerstraße 3 wurde ein Mindestabstand von

$$s_{\min} \approx 120 \text{ m}$$

genannt. In Anbetracht des Sachverhaltes, dass nun im Bereich der Doline Rammarbeiten erforderlich sind, verkürzen sich diese Abstände deutlich.

Die Lage der Rammpfähle ist in **Anhang 1** gekennzeichnet. Das Baufeld für die Rammarbeiten liegt unmittelbar neben dem Gebäude Willy-Brandt-Straße 12. Der Mindestabstand zum Gebäude Sängerstraße 3 reduziert sich nun auf

$$s_{\min} \approx 52 \text{ m.}$$

Demgemäß ist nochmals zu überprüfen, ob die erforderlich werdenden Rammarbeiten zu Immissionskonflikten an den nahe gelegenen Wohn- und Geschäftsgebäuden führen werden.

## 2 Bearbeitungsgrundlagen

Der vorliegenden erschütterungstechnischen Stellungnahme liegen die im Bericht 97440-ABE-6 aufgeführten Gesetze, Verordnungen, Richtlinien, Planunterlagen und Schriftsätze zu Grunde.

Darüber hinaus wurden für diese Stellungnahme die folgenden Dokumente herangezogen:

- /1/ Messbericht zur Erschütterungstechnischen Beweissicherung bei Proberammungen im Los 5 (Tunnel Südkopf), Ermittlung und Beurteilung der Erschütterungsimmissionen im Umfeld des Probefeld 5; ifb Eigenschenk, Bericht Nr. 71.13.1003-7 vom 05.09.2013
- /2/ Messbericht zur Erschütterungstechnischen Beweissicherung bei Proberammungen für Los 5 (Tunnel Südkopf, Planetarium), Ermittlung und Beurteilung der Erschütterungsimmissionen im Umfeld des Probefeld 5, ifb Eigenschenk, Bericht Nr. 71.13.1003-3 vom 22.05.2013
- /3/ Messbericht zur Erschütterungstechnischen Beweissicherung bei Proberammungen für Los 2 (LBBW, Bonatz-Bau und Technik-Gebäude), Ermittlung und Beurteilung der Erschütterungsimmissionen im Umfeld des Probefeld 5, ifb Eigenschenk, Bericht Nr. 71.13.1003-6 vom 22.08.2013

## 3 Untersuchungsergebnisse

### 3.1 Erschütterungsemissionen

Die während des Einbaus von Ortbetonrammpfählen auftretenden maximalen Schwingungsemissionen wurden im Rahmen der Planfeststellung für das Vorhaben Stuttgart 21 anhand von Messergebnissen für andere Baustellen ermittelt. Das so ermittelte Emissionsspektrum ist in **Anhang 2** als roter Graph dargestellt. Der Auflistung der einzelnen Terz-Schnellepegel ist zu entnehmen, dass sich der Effektivwert der Schwingungsgeschwindigkeit nach den ehemaligen Erhebungen auf

$$v_{Fmax} = 17,16 \text{ mm/s}$$

beläuft. Nun liegen neuere Erkenntnisse zur Erschütterungsemission während des Einbaus von Ortbetonrammpfählen vor. Diese resultieren aus Messungen bei Proberammungen für das Projekt Stuttgart 21/1//2//3/. Das heißt, die Emissionen wurden nun unter Berücksichtigung der ganz konkreten Bodenverhältnisse vor Ort und gleichermaßen unter Berücksichtigung der konkret für die Durchführung der Gründungsarbeiten zum Einsatz kommenden Baugeräte durchgeführt. Das Ergebnis der Auswertung von Messungen, die vom Büro ifb Eigenschenk durchgeführt wurden, ergab ein Emissionsspektrum das in **Anhang 2** als schwarzer Graph dargestellt ist. Der tabellarischen Auflistung ist zu entnehmen, dass sich der Effektivwert für die Schwinggeschwindigkeit nach aktuellem Erkenntnisstand in einem Referenzabstand von

$$s_0 = 8 \text{ m}$$

auf

$$v_{Fmax} = 4,24 \text{ mm/s}$$

beläuft. Das bedeutet, dass die von den Rammarbeiten hervorgebrachten Erschütterungsemissionen zu erheblich niedrigeren Schwinggeschwindigkeiten im Umfeld führen werden, als dies ehemals auf Grund der Erkenntnisse aus dem Planfeststellungsverfahren, zu erwarten war. Konkret kann auf Grund der aktuellen Erkenntnisse zu Erschütterungsemissionen mit einer Abminderung der ehemals prognostizierten Erschütterungsimmissionen um einen Faktor von

$$F = 17,16 / 4,24 = 4,05$$

ausgegangen werden.

Das bedeutet dass im Lichte dieser Erkenntnis die im Bericht 97440-ABE-6 vom 13.06.2013 ausgewiesenen Immissionswerte die durch Rammarbeiten hervorgerufen werden, um den oben genannten Faktor abgemindert werden können. Das heißt im Umkehrschluss, dass die im Bericht 97440-ABE-6 behandelten Rammarbeiten zur Gründung des Trgbauwerkes für schutzbedürftige Nutzungen (Wohnungen, Geschäftsräume) im Bereich des Kernerviertels mit großem Abstand zu keinen Erschütterungskonflikten führen werden.

### 3.2 Erschütterungsimmissionen im Kernerviertel

Gemäß den Nebenbestimmungen des Planfeststellungsbeschlusses 1.1, Ziffer VIII.3.3.2 hat die Vorhabenträgerin zum Schutz von Menschen in Gebäuden sicherzustellen, dass durch die baubedingten Erschütterungseinwirkungen, soweit diese nicht länger als 78 Tage andauern, am Tag die Stufe II der Tabelle 2 der DIN 4150-2, Stand Juni 1999 eingehalten werden muss.

Die hier behandelten Rammarbeiten im Bereich der Doline werden voraussichtlich länger als 6 Arbeitstage, aber in jedem Fall kürzer als 26 Tage andauern. Demgemäß gilt im vorliegenden Fall der untere Anhaltswert  $A_u$  gemäß DIN 4150-2, Tabelle 2, Spalte 4. Für die Stufe II wird hier ein unterer Anhaltswert von

$$A_u = 0,8$$

genannt. Soweit nachgewiesen ist, dass die maximale bewertete Schwingstärke, die aus den Rammarbeiten resultiert, dem genannten unteren Anhaltswert einhält oder unterschreitet, ist die Anforderung gemäß Planfeststellungsbeschluss erfüllt. In diesem Fall kommt es dann nicht mehr auf die Einwirkungsdauer der Erschütterungen an.

Für die Ermittlung der Immissionen wird das in **Anhang 1** dargestellte Emissionsspektrum herangezogen. Darüber hinaus werden die in **Anhang 3** dargestellten Übertragungsfunktionen berücksichtigt. Der **Anhang 3.1** zeigt das Übertragungsverhalten vom Baugrund auf die Gebäudefundamente. Der **Anhang 3.2** zeigt das typische Übertragungsverhalten einer Stahlbeton-Geschossdecke. Das Ergebnis der Ausbreitungsberechnungen ist in **Anhang 4** graphisch dargestellt. Hierin ist zu erkennen, dass der untere Anhaltswert ( $A_u$ ) der **Stufe II** in einem Abstand von

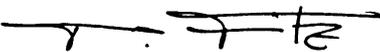
$$s \approx 50 \text{ m}$$

zum Rammort eingehalten bzw. unterschritten wird. Demgemäß kann davon ausgegangen werden, dass alle Gebäude, die außerhalb der in **Anhang 1** durch grünen Linienzug gekennzeichneten Fläche liegen, maximal Erschütterungsimmissionen erfahren, die dem Anforderungsniveau der Stufe II entsprechen.

Bei Einhaltung der Stufe II kommt es erfahrungsgemäß noch nicht zu erheblichen Belästigungen, soweit die in Ziffer 6.5.4.3 der DIN 4150-2 genannten Maßnahmen a) bis e) und erforderlichenfalls auch Maßnahme f) ergriffen werden. Hierbei handelt es sich um Maßnahmen zur umfassenden Information der Betroffenen und zur Aufklärung der Betroffenen über die Unvermeidbarkeit der auftretenden Erschütterungen infolge der Baumaßnahme. Als weitere Maßnahme wird auch der Nachweis der tatsächlich auftretenden Erschütterungen durch Messungen genannt. Dies ist im vorliegenden Fall gewährleistet, da im Rahmen der Umsetzung des Messkonzeptes für das Vorhaben Stuttgart 21, Planfeststellungsabschnitt 1.1 im Gebäude Sängerstraße 6 regelmäßig Erschütterungsmessungen durchgeführt werden, die mit den Rammarbeiten im BA 25 zeitlich synchronisiert werden.

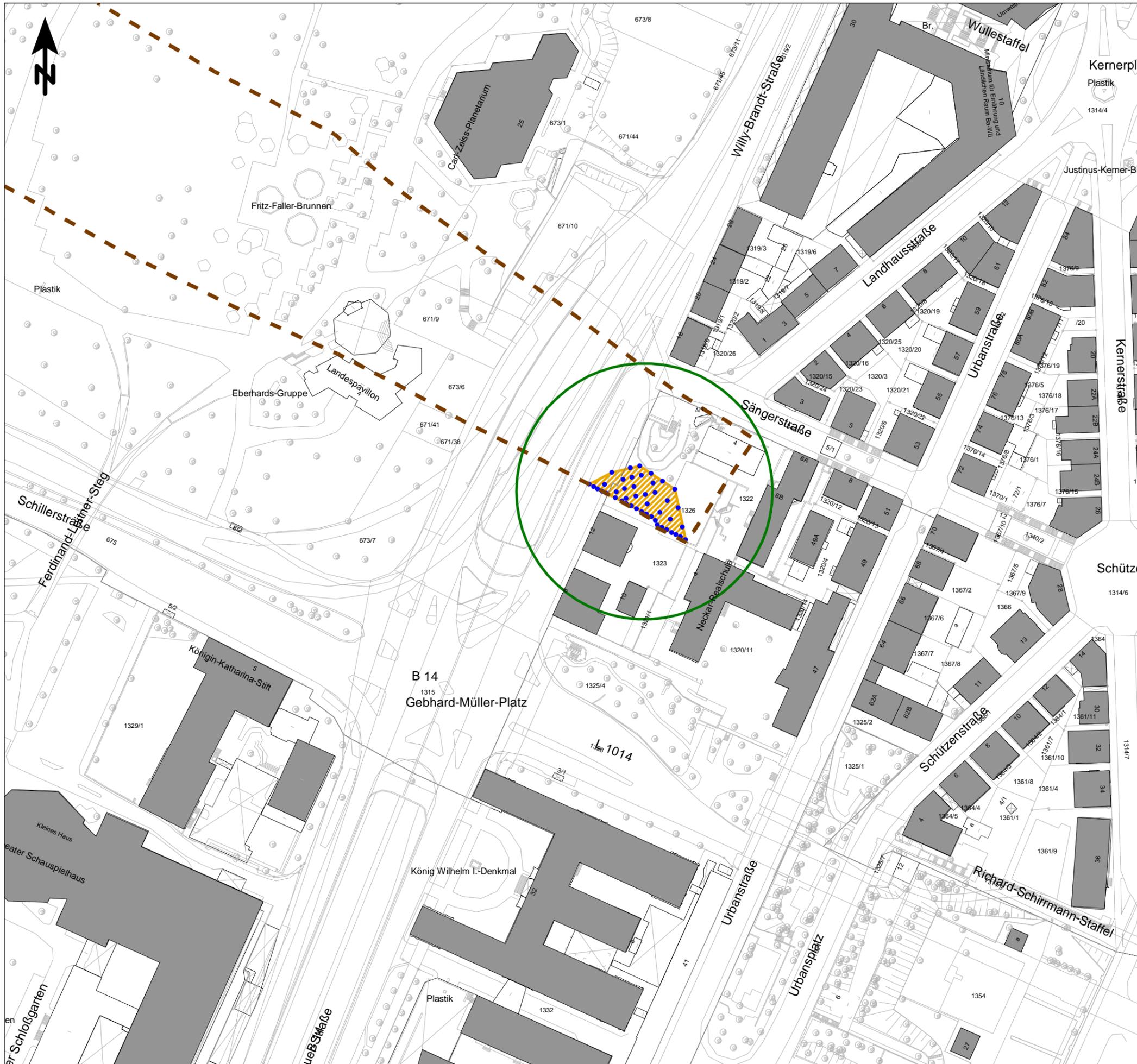
#### 4 Abschließende Bemerkungen

Die durchgeführten Untersuchungen belegen, dass die im Bereich des BA 25 und hier im Bereich der vorhandene Doline durchzuführenden Rammarbeiten zu keinen erschütterungstechnischen Immissionskonflikten im Sinne der Nebenbestimmung des Planfeststellungsbeschlusses führen werden.

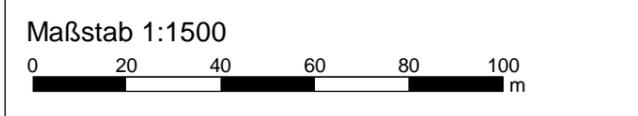
  
Dipl.-Phys. Peter Fritz



# ANHANG



- Einwirkungsbereich  $KBF_{max}=0,8$
- Bereich Ramppfähle
- Ramppfähle
- Bebauung
- Trogbauwerk



**FRITZ** GmbH  
 BERATENDE INGENIEURE VBI  
 Fehlheimer Straße 24  
 64683 Einhausen  
 Telefon (06251) 96 46-0  
 www.fritz-ingenieure.de

08.12.2015; Bericht Nr. 97440-ABE-7  
 DB Projekt Stuttgart-Ulm GmbH  
**Umgestaltung des Bahnknotens Stuttgart**

**- ÜBERSICHTSLAGEPLAN -  
 ERSCHÜTTERUNGEN**

**ANHANG 1**

# Emissionsspektrum

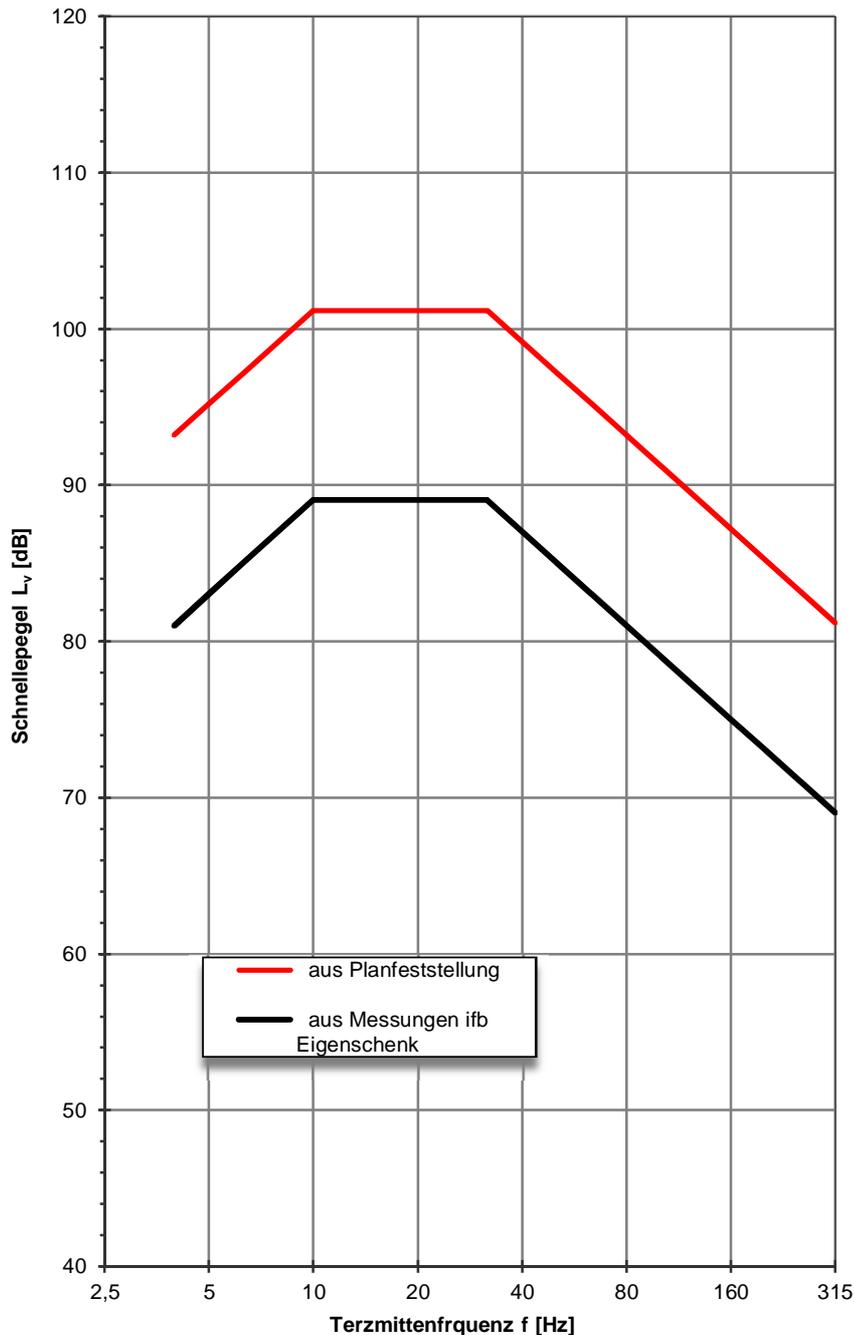
## Ortbetonrammpfähle - max. Schwingungsemission

X:\Projekte\21997\97700-DBPSU-IBS21\PFPA 1.1\B-Anfragen\113-Rammarbeiten BA 25 & LBBW\B-Prognose\[Ramme\_Fuss.xls]V-RammeN

**Messpunkt (Abstand):** 8 m

**Schwingrichtung:** z

**Quelle:** Auswertung Erschütterungstechnische Beweissicherung Los 5 - Tunnel Südkopf  
ifb Eigenschenk, Bericht Nr. 71.13.1003-7 vom 05.09.2013  
Erschütterungstechnische Untersuchung Baubetrieb aus der Planfeststellung,  
FRITZ GmbH, Bericht Nr. 97400, 26.03.2002



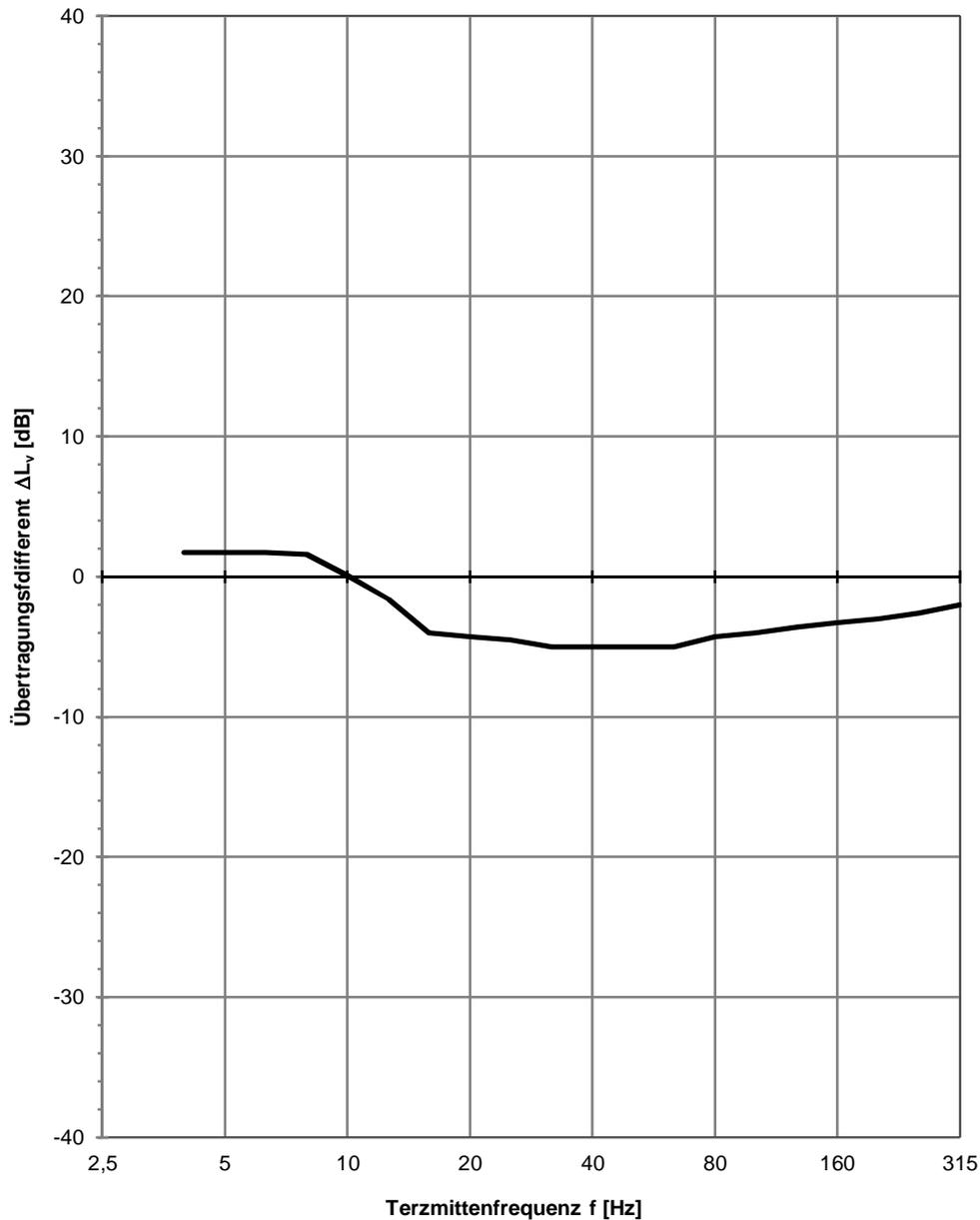
$L_v$ [dB]	$L_v$ [dB]	f [Hz]
81,0	93,2	4
83,0	95,2	5
85,0	97,2	6,3
87,0	99,2	8
89,0	101,2	10
89,0	101,2	12,5
89,0	101,2	16
89,0	101,2	20
89,0	101,2	25
89,0	101,2	31,5
87,0	99,2	40
85,0	97,2	50
83,0	95,2	63
81,0	93,2	80
79,0	91,2	100
77,0	89,2	125
75,0	87,2	160
73,0	85,2	200
71,0	83,2	250
69,0	81,2	315
<b>99</b>	<b>111</b>	$\Sigma$
<b>4,24</b>	<b>17,16</b>	$v_{Fmax}$

# T2-Funktion

## Übertragung Erdreich - Fundament

X:\Projekte2\1997\97700-DBPSU-IBS21\PFA 1.1\B-Anfragen\113-Rammarbeiten BA 25 & LBBW\B-Prognose\[Ramme\_Fuss.xls]T2

**Gebäudetyp:** ein- und zweigeschossige Gebäude in Massivbauweise  
**Schwingrichtung:** z  
**Quelle:** LIS Nr. 107 Nordrhein-Westfalen, Bild 7.8a  
 typische Minderung von Erschütterungen vom Erdreich  
 auf das Gebäudefundament



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

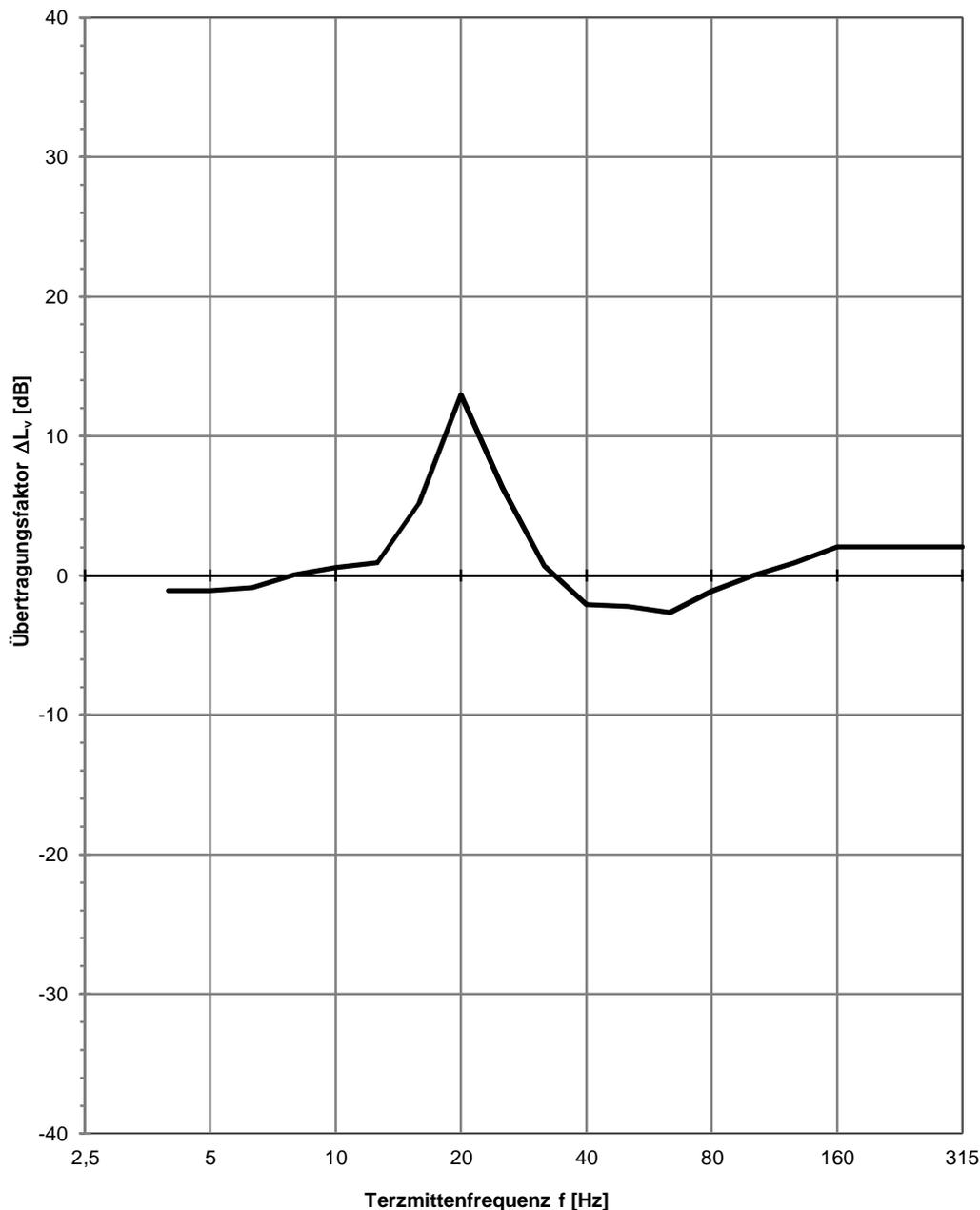
# T3-Funktion

## Übertragung Fundament - Geschossdecke

X:\Projekte\21997\97700-DBPSU-IBS21\PFA 1.1\B-Anfragen\113-Rammarbeiten BA 25 & LBBW\B-Prognose\Ramme\_Fuss.xls\T3\_Stb (2)

**Deckenart:** Stahlbetondecke  
**Schwingrichtung:** z  
**Quelle:** DB Leitfaden für den Planer  
 Körperschall- und Erschütterungsschutz  
**Resonanzfrequenz der Decke:** f = 20 Hz

### Mittelwert



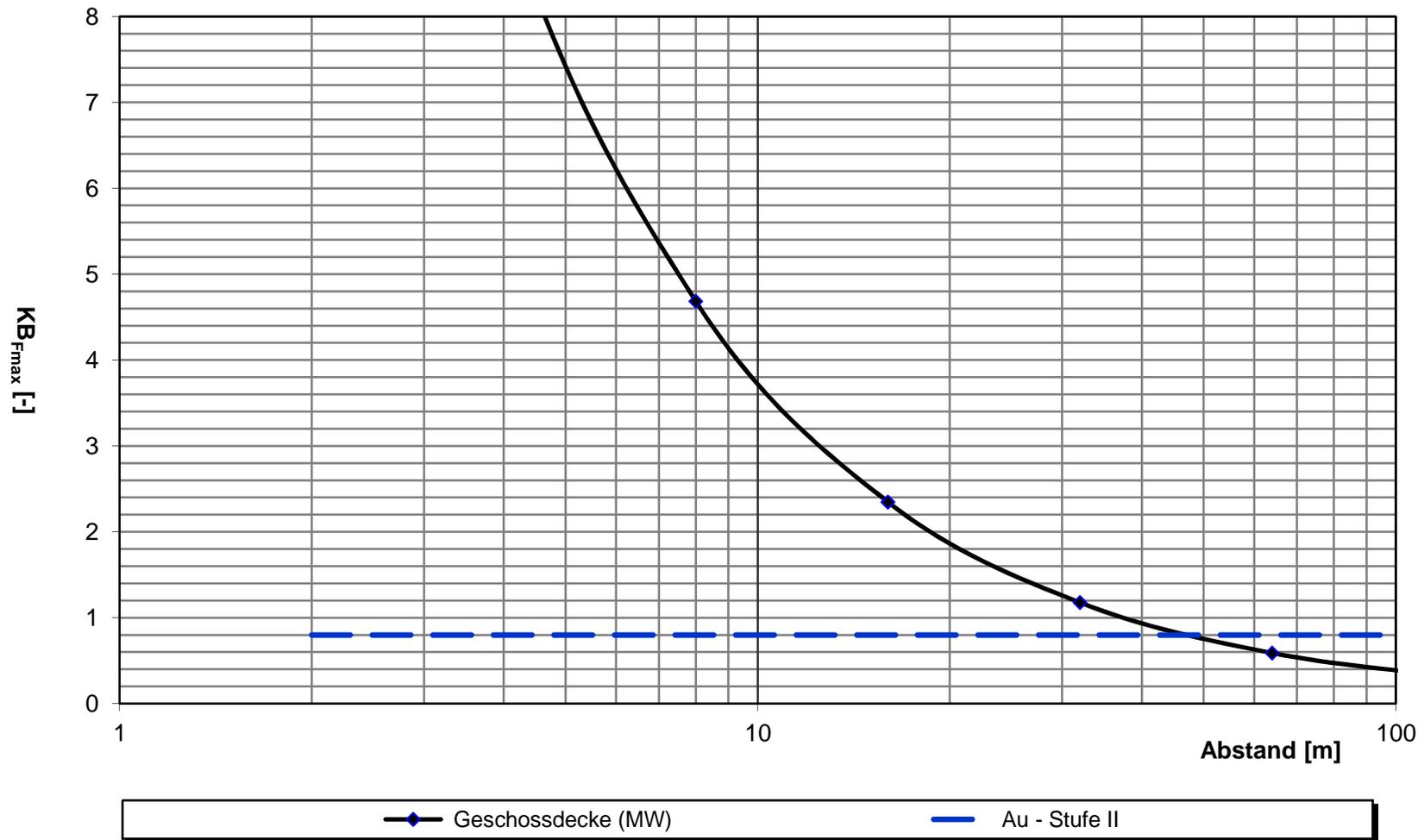
$\Delta L_v$ [dB]	f [Hz]
-1,1	4
-1,1	5
-0,9	6,3
0,0	8
0,6	10
0,9	12,5
5,2	16
13,0	20
6,3	25
0,7	31,5
-2,1	40
-2,2	50
-2,7	63
-1,1	80
0,0	100
0,9	125
2,0	160
2,0	200
2,0	250
2,0	315

06.10.2015

# KB<sub>Fmax</sub> in typischen Geschossbauten durch Ortbetonrammpfähle

X:\Projekte\21997\97700-DBPSU-IBS21\PFA 1.1\B-Anfragen\113-Rammarbeiten BA 25 & LBBW\B-Prognose[Ramme\_Fuss 2015-12-08.xls]KBFmaxN

maximale Schwingstärke KB<sub>Fmax</sub>



ANHANG 4

08.12.2015