

## **Erschütterungstechnische Untersuchung**

<b>VORHABEN:</b>	<b>Änderung BÜSA Herbolzheim</b> Strecke 4900 Bietigheim-Bissingen - Osterburken BÜ 73,2 Herbolzheim, Gernstraße
<b>UMFANG:</b>	Ermittlung und Beurteilung der aus dem Baubetrieb resultierenden Erschütterungsimmissionen
<b>AUFTRAGGEBER:</b>	<b>DB Netz AG</b> Regionalbereich Südwest Schwarzwaldstraße 86 76137 Karlsruhe
<b>BEARBEITUNG:</b>	<b>KREBS+KIEFER FRITZ AG</b> Heinrich-Hertz-Straße 2   64295 Darmstadt T 06151 885-383   F 06151 885-220
<b>AKTENZEICHEN:</b>	20198108-808-ABE-1
<b>DATUM:</b>	Darmstadt, 27.11.2019

Dieser Bericht umfasst 24 Seiten und 4 Anhänge mit 10 Blättern.

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftraggebers im Zusammenhang mit dem oben genannten Planvorhaben bestimmt. Eine darüberhinausgehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Sachverhalt und Aufgabenstellung</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Bearbeitungsgrundlagen</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Beschreibung des Baustellenbetriebes</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>Anforderungen an den Schwingungsschutz</b>	<b>8</b>
<b>5.1</b>	<b>Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden</b>	<b>8</b>
<b>5.2</b>	<b>Einwirkungen auf bauliche Anlagen</b>	<b>10</b>
5.2.1	Kurzzeitige Erschütterungen	11
5.2.2	Dauererschütterungen	12
<b>5.3</b>	<b>Einwirkungsbereiche</b>	<b>13</b>
<b>6</b>	<b>Arbeitsgrundsätze und Vorgehensweise</b>	<b>13</b>
<b>6.1</b>	<b>Emissionen</b>	<b>14</b>
6.1.1	Vibrationsrammen	15
<b>6.2</b>	<b>Transmission</b>	<b>16</b>
6.2.1	Transferfunktion $T_1$	16
6.2.2	Transferfunktionen $T_2$ und $T_3$	17
<b>6.3</b>	<b>Immissionen</b>	<b>17</b>
<b>7</b>	<b>Untersuchungsergebnisse</b>	<b>18</b>
<b>7.1</b>	<b>Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden</b>	<b>18</b>
7.1.1	Tagzeitraum	19
7.1.2	Nachtzeitraum	20
7.1.3	Maßnahmen	21
<b>7.2</b>	<b>Einwirkungen auf bauliche Anlagen</b>	<b>22</b>
<b>8</b>	<b>Abschließende Bemerkungen</b>	<b>23</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Graphische Darstellung der Fundament-Anhaltswerte	12
Abbildung 2:	Ursachen-Wirkungs-Prinzip	14
Abbildung 3:	Geometrische Abnahme der Schwingungsamplitude	17

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Erschütterungstechnische Anhaltswerte für Baumaßnahmen	9
Tabelle 2:	Anhaltswerte A für die Beurteilung von Erschütterungen	10
Tabelle 3:	Anhaltswerte für kurzzeitige Erschütterungen auf Gebäude	11
Tabelle 4:	Anhaltswerte für Dauererschütterungen auf Gebäude	13
Tabelle 5:	Anhaltswerte A für Erschütterungseinwirkungen	19

## Anhänge

Anhang 1:	Übersichtslageplan
Anhang 2:	Emissions-/Transmissionsansätze
Anhang 3:	Berechnung $KB_{Fmax}$ / $KB_{FTr}$
Anhang 4:	Maximale Schwinggeschwindigkeiten $v_{max}$

## Abkürzungsverzeichnis

A	Anhaltswert gemäß DIN 4150-2 [-]
A <sub>o</sub>	oberer 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 [-]
A <sub>v</sub>	Anhaltswert für die Schwinggeschwindigkeit gemäß DIN 4150-3 [mm/s]
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BImSchV	Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz
c <sub>p</sub>	Ausbreitungsgeschwindigkeit im Boden [m/s]
[d]	Tag
D	Dauer von Erschütterungseinwirkungen durch Baumaßnahmen [d]
D	Dämpfungsgrad [%]
f	Frequenz [Hz]
f <sub>0</sub>	Deckeneigenfrequenz [Hz]
GE	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind (Gewerbegebiet)
h	Stunde
Hb	Holzbalken
[Hz]	Hertz, Schwingung je Sekunde
I	impulsförmig
IP	Immissionspunkt
KB <sub>Fmax</sub>	maximale bewertete Schwingstärke [-]
KB <sub>FTr</sub>	Beurteilungsschwingstärke [-]
MI	Einwirkungsorte, in deren Umgebung weder vorwiegend Wohnungen noch vorwiegend Anlagen untergebracht sind (Mischgebiet)
n	Abnahmekoeffizient [-]
r	Radius um die Baumaßnahme / Abstand zur Baumaßnahme
Stb	Stahlbeton
T	Übertragungsfunktion
T <sub>E</sub>	Einsatzdauer [h]
T <sub>r</sub>	Beurteilungszeit [h]
v <sub>0</sub>	Referenzwert für die Schwingschnelle [5 • 10 <sup>-8</sup> m/s]
v <sub>i</sub>	Schwinggeschwindigkeit [mm/s]
v <sub>max</sub>	maximale Schwinggeschwindigkeit [mm/s]
v <sub>z</sub>	zulässige Schwinggeschwindigkeit auf Geschossdecken gemäß DIN 4150-3 [mm/s]

# 1 Zusammenfassung

Im Zusammenhang mit den Baumaßnahmen „Erneuerung BÜSA Herbolzheim (Jagst) – BÜ Gernstraße“ wurde geprüft, ob die aus dem Baubetrieb resultierenden Erschütterungsimmissionen zu erheblichen Belästigungen von Menschen in Gebäuden im Sinne der **DIN 4150-2** oder zu Schäden an baulichen Anlagen im Sinne der **DIN 4150-3** führen können. Die Ergebnisse der Untersuchung lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- ☐ Es wurden die Rammarbeiten während dem Rück- und Neubau der LST-Anlagen als erschütterungsintensivste Baumaßnahme untersucht.
- ☐ Es wurden die Auswirkungen auf den nächstgelegenen Immissionsort in einem Mischgebiet untersucht. Die Beurteilung der Erschütterungsimmissionen erfolgte für den Tag- und Nachtzeitraum.
- ☐ Während der Rammarbeiten im Tagzeitraum werden bei den gegebenen Abstandsverhältnissen zu dem exemplarisch untersuchten Immissionsort **IP01 (Gernstraße 47)** die Anhaltswerte der **Stufe III** der **DIN 4105-2** für Stahlbetondecken überschritten. Zur Einhaltung der **Stufe II** ist die Dauer der reinen Baumaßnahme auf

$$T_{E, \text{ Stufe II}} \leq 13 / 1,5 \text{ Stunden pro Tag (Hb/Stb)}$$

zu begrenzen. Es sind Maßnahmen zur Minderung erheblicher Belästigungen im Sinne der **DIN 4150-2** (siehe **Abschnitt 7.1.3**) zu ergreifen.

Ab einem Grenzabstand von etwa

$$d > 20 \text{ m} / 75 \text{ m (Hb/Stb)}$$

können erhebliche Belästigungen von Menschen in Gebäuden ohne besondere Vorinformation ausgeschlossen werden.

- ☐ Es ist zu prüfen, ob der Einsatz weniger erschütterungsintensiver Verfahren möglich ist.
- ☐ Aus Erschütterungstechnischer Sicht ist auf Rammarbeiten während der Nacht zu verzichten, da im Nahbereich mit erheblichen Belästigungen von Menschen in Gebäuden im Sinne der **DIN 4150-2** zu rechnen ist.
- ☐ Schäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes von Gebäuden nach **DIN 4150-3** sind aufgrund der Intensität der Erschütterungseinwirkungen durch die untersuchten Baumaßnahmen nicht zu erwarten.

## 2 Sachverhalt und Aufgabenstellung

Der Bahnübergang Herbolzheim I befindet sich an der Gernstraße des Ortsteils Herbolzheim im Gemeindegebiet der Stadt Neudenu am Bahnkilometer 73,290 der zweigleisigen elektrifizierten Strecke 4900 Bietigheim-Bissingen - Osterburken. Innerhalb des Ortsteils Herbolzheim befinden sich zwei weiteren BÜs. Die drei BÜs sind voneinander abhängig und bilden eine BÜ-Kette aus. Aufgrund der überdurchschnittlich hohe Störanfälligkeit werden die drei BÜs erneuert.

Aufgabenstellung der vorliegenden Untersuchung ist es, die Schwingungsmissionen, die aus den erforderlichen Bauaktivitäten resultieren, sowohl hinsichtlich der Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden als auch auf bauliche Anlagen im Umfeld der Baumaßnahmen zu ermitteln und zu beurteilen. So können mögliche Konfliktpotentiale infolge der baubetrieblichen Aktivitäten aufgezeigt werden. Soweit erforderlich, sind geeignete planerische, organisatorische und / oder bauliche Maßnahmen zur Vermeidung oder zumindest zur Minimierung dieser Immissionskonflikte zu erarbeiten.

## 3 Bearbeitungsgrundlagen

Der durchgeführten erschütterungstechnischen Untersuchung liegen die folgenden Gesetze, Verordnungen, Richtlinien, Planunterlagen und Fachbeiträge zu Grunde:

- /1/ Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigung, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) in der aktuell gültigen Fassung
- /2/ Hinweise zur Messung, Beurteilung und Verminderung von Erschütterungsmissionen (Erschütterungs-Leitlinie), Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI), Mai 2000 Urteil des Bundesverwaltungsgerichtes vom 21.12.2010, Az: BVerwG 7 A 14.09
- /3/ DIN 4150, Teil 1 „Erschütterungen im Bauwesen: Vorermittlung von Schwingungsgrößen“, Juni 2001
- /4/ DIN 4150, Teil 2 „Erschütterungen im Bauwesen: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden“, Juni 1999
- /5/ DIN 4150, Teil 3 „Erschütterungen im Bauwesen – Einwirkungen auf bauliche Anlagen“, Dezember 2016
- /6/ Übertragung vom Erdreich auf das Gebäudefundament, Ankopplungsspektren für verschiedene Gebäudetypen, 18. Symposium-Bauwerksdynamik und Erschütterungsmessungen, Ziegler Consultants, Empa Dübendorf, Stand vom Mai 2015

- /7/ Erläuterungsbericht: BÜSA Herbolzheim; Strecke 4900, Bahn-km 73,2 – 74,0; Vössing Ingenieurgesellschaft mbH; aufgestellt am 30.04.2019
- /8/ Rahmenterminplan, Erneuerung BÜSA Herbolzheim; Vössing Ingenieurgesellschaft mbH; aufgestellt am 02.05.2019
- /9/ Excel-Datei Übersicht Baumaßnahme BÜSA Herbolzheim BÜ 73,2; Vössing Ingenieurgesellschaft mbH; gemäß E-Mail vom 25.07.2019
- /10/ LoD1 Daten und DGM-Daten, zur Verfügung gestellt von DB Netz AG, gemäß E-Mail vom 27.06.2019
- /11/ Flächennutzungsplan zur Einordnung der Gebietsnutzung, Geoportal Raumordnung BW, Stand 23.07.2019

## 4 Beschreibung des Baustellenbetriebes

Im Ortsteil Herbolzheim im Gemeindegebiet der Stadt Neudenau wird der Neubau des Bahnübergangs über die Gernstraße geplant, da es derzeit auf der Strecken 4900 zu erhöhten Störanfälligkeiten der Signaltechnik kommt. Die Beschreibung des Projektumfangs ist dem Erläuterungsbericht zur Entwurfsplanung /7/ zu entnehmen. Gemäß Rahmenterminplan /8/ lässt sich der Bauablauf zur Erneuerung des Bahnübergangs in 5 Bauphasen gliedern.

Aus Sicht des Erschütterungsschutzes sind diejenigen Bauaktivitäten von Bedeutung, bei denen erschütterungsintensive Geräte in der Nähe von schutzbedürftiger Bebauung zum Einsatz kommen. Die erschütterungstechnisch relevante Bauarbeit, welche in der vorliegenden Unterlage untersucht wird, ist in der folgenden Auflistung hervorgehoben.

### ☐ **Bauphase 1:** Anpassung Straßen- und Schienenanlage (10.06.2022-30.06.2022)

- Herstellung Straßenquerung
- Anpassung Asphaltbereich
- Wegverbreiterung in Schotterbauweise
- Herstellung Straßenmarkierung
- Austausch Schwellen und Schienen
- Austausch BÜ-Befestigung

### ☐ **Bauphase 2:** Tiefbau / Kabeltiefbau (01.07.2022-20.07.2022)

- Kabeltiefbauarbeiten
- Demontage Betonschaltheus
- Setzen Betonschaltheus
- Rückbau und Herstellung von Gründungen (Spannbetonpfosten)

- ☐ **Bauphase 3:** Anpassungsmaßnahmen EEA / TK (21.07.2022-03.08.2022)
  - Anpassungen der elektrischen Anlagen und Telekommunikation
- ☐ **Bauphase 4:** Neu- und Rückbau LST-Anlagen (04.08.2022-02.09.2022)
  - **Rückbau und Herstellung von Gründungen (Betonfuß-Monolith)**
  - Aufstellen von Lichtzeichen, Antrieben und Schranken
- ☐ **Bauphase 5:** Restarbeiten (06.09.2022-17.09.2022)
  - Geländewiederherstellung
  - Restliche Kleinarbeiten

In der vorliegenden Unterlage wird das **Einbringen der Gründungen unter Einsatz einer Vibrationsramme** als erschütterungstechnisch relevante Bauarbeit untersucht.

Die Lage des Baustellenbereiches mit dem relevanten Immissionspunkt ist in **Anhang 1** dargestellt.

## 5 Anforderungen an den Schwingungsschutz

### 5.1 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Für die Ermittlung von Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden wird das in **DIN 4150-2 /4/** beschriebene Beurteilungsverfahren angewendet. Hierfür sind

- ☐ die maximale bewertete Schwingstärke **KB<sub>Fmax</sub>** und
- ☐ die Beurteilungsschwingstärke **KB<sub>FTr</sub>**

als maßgebende Beurteilungsgrößen mit den Anhaltswerten der Norm zu vergleichen.

Zunächst erfolgt ein Vergleich der maximal für den Baubetrieb zu erwartenden bewerteten Schwingstärke **KB<sub>Fmax</sub>** mit den Anhaltswerten **A<sub>u</sub>** und **A<sub>o</sub>** gemäß **DIN 4150-2**. Ist **KB<sub>Fmax</sub>** kleiner oder gleich dem unteren Anhaltswert **A<sub>u</sub>**, dann ist die Anforderung der Norm eingehalten. Ist **KB<sub>Fmax</sub>** größer als der obere Anhaltswert **A<sub>o</sub>**, dann ist die Anforderung der Norm nicht eingehalten.

Für Einwirkungen, bei denen **KB<sub>Fmax</sub>** größer als **A<sub>u</sub>**, jedoch kleiner als **A<sub>o</sub>** ist, ist in einem weiteren Prüfschritt die Beurteilungsschwingstärke **KB<sub>FTr</sub>** zu ermitteln und mit dem Beurteilungsanhaltswert **A<sub>r</sub>** zu vergleichen. Ist **KB<sub>FTr</sub>** kleiner oder gleich **A<sub>r</sub>**, so sind die Anforderungen der Norm eingehalten.

Für die zeitlich begrenzten Erschütterungseinwirkungen durch Baumaßnahmen werden die Anhaltswerte nach Tabelle 2 der **DIN 4150-2** herangezogen. Sie sind in **Tabelle 1** zusammengestellt und werden in Abhängigkeit von der Dauer an denen die Erschütterungseinwirkungen stattfinden unterschieden. Bei der Ermittlung der Einwirkdauer der



Erschütterungen ist gemäß **DIN 4150-2**, Abschnitt 6.5.4.2 nicht die gesamte Dauer der Baumaßnahme, sondern die zusammenhängende Anzahl der Tage zu verstehen, an denen tatsächlich relevante Erschütterungseinwirkungen entstehen. Bei einer Einwirkdauer **D** zwischen einem Tag und sechs Tagen sind die Anhaltswerte entsprechend zu interpolieren.

Dauer	<b>D ≤ 1 Tag</b>			<b>6 d &lt; D ≤ 26 d</b>			<b>26 d &lt; D ≤ 78 d</b>		
Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Anhaltswerte	A <sub>u</sub>	A <sub>o</sub> *)	A <sub>r</sub>	A <sub>u</sub>	A <sub>o</sub> *)	A <sub>r</sub>	A <sub>u</sub>	A <sub>o</sub> *)	A <sub>r</sub>
Stufe I	0,8	5	0,4	0,4	5	0,3	0,3	5	0,2
Stufe II	1,2	5	0,8	0,8	5	0,6	0,6	5	0,4
Stufe III	1,6	5	1,2	1,2	5	1,0	0,8	5	0,6

\*) Für Gewerbe- und Industriegebiete gilt A<sub>o</sub> = 6

**Tabelle 1:** Erschütterungstechnische Anhaltswerte für Baumaßnahmen

Die in **Tabelle 1** benannten Anhaltswerte gelten **ausschließlich** für den Tagzeitraum (06.00 Uhr bis 22.00 Uhr). Die Beurteilung erfolgt in drei Stufen:

☐ **Stufe I:**

Bei Unterschreitung ist auch ohne besondere Vorinformation nicht mit erheblichen Belästigungen zu rechnen.

☐ **Stufe II:**

Bei Unterschreitung ist ebenfalls noch nicht mit erheblichen Belästigungen zu rechnen, sofern Maßnahmen zur Minderung erheblicher Belästigungen im Sinne von Abschnitt 6.5.4.3 der **DIN 4150-2** ergriffen werden. Bei zunehmender Überschreitung auch dieser Stufe werden mit wachsender Wahrscheinlichkeit erhebliche Belästigungen auftreten. Ist zu erwarten, dass Erschütterungseinwirkungen auftreten, die oberhalb der Stufe II liegen, so ist zu prüfen, ob der Einsatz weniger erschütterungsintensiver Verfahren möglich ist.

☐ **Stufe III:**

Bei Überschreitung sind die Einwirkungen unzumutbar. In diesem Fall wird die Vereinbarung besonderer Maßnahmen notwendig.

Bei der Ermittlung der Beurteilungsschwingstärken ist zu beachten, dass der Zeitraum von 06.00 Uhr bis 22.00 Uhr als Tagzeitraum anzusehen ist. Die Zeiträume von 06.00 Uhr bis 07.00 Uhr und von 19.00 Uhr bis 22.00 Uhr sind gemäß **DIN 4150-2**, Ziffer 3.7.4 als Ruhezeiten einzustufen.

Für nachts auftretende Erschütterungen durch Baumaßnahmen gelten die Anhaltswerte aus Tabelle 1 der **DIN 4150-2**. Diese Anforderungen sind in **Tabelle 2** zusammengestellt.

Bei Einwirkdauern von mehr als 78 Tagen muss nach **DIN 4150-2** eine Beurteilung nach den besonderen Gegebenheiten des Einzelfalles individuell erfolgen. Abweichend hierzu wird in der Erschütterungsleitlinie des Immissionsschutz /2/ für Einwirkdauern von mehr als 78 Tagen eine Beurteilung nach den Anhaltswerten aus Tabelle 1 der **DIN 4150-2** für zeitlich unbegrenzte Einwirkungen gefordert.

Zeile	Einwirkungsort	tags			nachts		
		A <sub>u</sub>	A <sub>o</sub>	A <sub>r</sub>	A <sub>u</sub>	A <sub>o</sub>	A <sub>r</sub>
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	6,0	0,20	0,30	0,60	0,15
2	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind	0,30	6,0	0,15	0,20	0,40	0,10
3	Einwirkungsorte, in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind	0,20	5,0	0,10	0,15	0,30	0,07
4	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind	0,15	3,0	0,07	0,10	0,20	0,05
5	Besonders schutzbedürftige Einwirkungsorte, z. B. in Krankenhäusern, Kurkliniken, soweit sie in dafür ausgewiesenen Sondergebieten liegen	0,10	3,0	0,05	0,10	0,15	0,05

**Tabelle 2:** Anhaltswerte A für die Beurteilung von Erschütterungen

## 5.2 Einwirkungen auf bauliche Anlagen

Zur Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen auf bauliche Anlagen werden die Vorgaben der **DIN 4150-3** /5/ herangezogen. Die Norm nennt Anhaltswerte, bei deren Einhaltung keine Schäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes von Gebäuden zu erwarten sind.

Eine Verminderung des Gebrauchswertes von Gebäuden oder Gebäudeteilen durch Erschütterungseinwirkungen im Sinne dieser Norm stellt z. B. die Beeinträchtigung der Standsicherheit von Gebäuden und Bauteilen sowie die Verminderung der Tragfähigkeit von Decken dar. Bei Wohngebäuden wird auch bei Rissbildung in Putz und Wänden von einer Minderung des Gebrauchswertes ausgegangen.

Gemäß **DIN 4150-3** ist hinsichtlich Erschütterungseinwirkungen auf Gebäude zwischen „**kurzzeitigen Erschütterungen**“ und „**Dauererschütterungen**“ zu unterscheiden.

Die durch die **Rammarbeiten** hervorgerufenen Erschütterungsimmissionen sind gemäß **DIN 4150-3** als **Dauererschütterungen** (stationäre Einwirkungen) einzustufen. Beim Normalbetrieb und während der An- und Auslaufphase der Vibrationsramme erfolgt ein Eintrag harmonischer Schwingungen in den Untergrund und somit auch in nahe gelegene Bauwerke. Diese sind grundsätzlich geeignet, Resonanzerscheinungen an Bauwerken hervorzurufen.

### 5.2.1 Kurzzeitige Erschütterungen

Kurzzeitige Erschütterungen sind Erschütterungen, deren Häufigkeit des Auftretens nicht ausreicht, um Materialermüdungserscheinungen hervorzurufen, und deren zeitliche Abfolge nicht geeignet ist, um in der betroffenen Gebäudestruktur Resonanzen zu erzeugen. Unter Dauererschütterungen versteht die **DIN 4150-3** Erschütterungen, auf die die obige Definition für kurzzeitige Erschütterungen nicht zutrifft.

Die **DIN 4150-3** nennt für kurzzeitige Erschütterungen Anhaltswerte für zulässige Schwinggeschwindigkeiten am Fundament, bei deren Einhaltung Schädigungen im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes von Gebäuden nicht zu erwarten sind. Diese sind in der nachfolgenden Tabelle 3 für unterschiedliche Gebäudearten zusammengefasst.

Zeile	Gebäudeart	Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit $v_{i,max}$ in mm/s				
		Fundament Frequenzen			Oberste Decken- ebene, horizontal	Decken, vertikal
		1 Hz bis 10 Hz	10 Hz bis 50 Hz	50 Hz bis 100 Hz *	alle Frequenzen	alle Frequenzen
1	Gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten	20	20 bis 40	40 bis 50	40	20
2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder Nutzung gleichartige Bauten	5	5 bis 15	15 bis 20	15	20
3	Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschütterungsempfindlichkeit nicht denen nach Zeile 1 und Zeile 2 entsprechen und besonders erhaltenswert (z. B. unter Denkmalschutz stehend) sind	3	3 bis 8	8 bis 10	8	20
* Bei Frequenzen über 100 Hz dürfen mindestens die Anhaltswerte für 100 Hz angesetzt werden						

**Tabelle 3:** Anhaltswerte für kurzzeitige Erschütterungen auf Gebäude

Die Interpolation der Anhaltswerte für verschiedene Erschütterungsfrequenzen ist in **Abbildung 1** dargestellt.

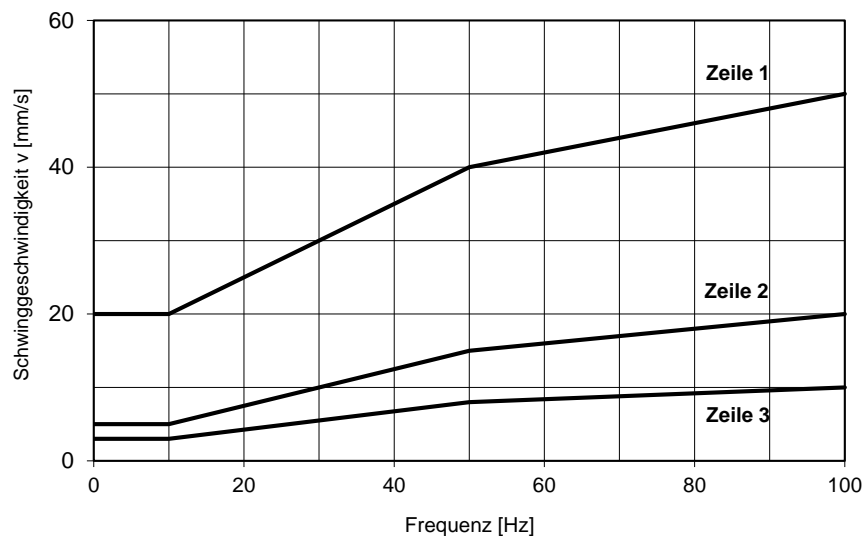


Abbildung 1: Graphische Darstellung der Fundament-Anhaltswerte

Neben den in **Abbildung 1** genannten Anhaltswerten nennt die **DIN 4150-3** einen Anhaltswert von

$$v_z = 20 \text{ mm/s}$$

für das Auftreten kurzzeitiger **vertikaler** Deckenschwingungen.

### 5.2.2 Dauererschütterungen

Für die Beurteilung der auftretenden Dauererschütterungen sind die größten horizontalen Schwinggeschwindigkeiten maßgebend, die in der Regel in der obersten Deckenebene auftreten. Vertikale Schwinggeschwindigkeiten bis 10 mm/s führen bei Geschossdecken erfahrungsgemäß nicht zu Schäden. Diese Schwingungen sind sehr stark spürbar.

Die **DIN 4150-3** nennt für Dauererschütterungen keine expliziten Anhaltswerte für zulässige Schwinggeschwindigkeiten in vertikaler Richtung am Fundament. Da jedoch in der Regel am Gebäudefundament keine Resonanzerscheinungen resultieren, werden die Anhaltswerte für kurzzeitige Erschütterungen auch zur Beurteilung von Dauererschütterungen herangezogen. Diese sind in **Tabelle 4** für unterschiedliche Gebäudearten zusammengefasst.

Zeile	Gebietsnutzung	Anhaltswerte für $v_{i,max}$ [mm/s]	
		oberste Deckenebene, horizontal	Decken, vertikal
		alle Frequenzen	alle Frequenzen
1	gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten	10	10
2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und / oder Nutzung gleichartige Bauten	5	10
3	Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschütterungsempfindlichkeit nicht denen nach Zeile 1 und 2 entsprechen und besonders erhaltenswert sind (z. B. unter Denkmalschutz stehend)	2,5	10 <sup>a</sup>
<sup>a</sup> Zur Verhinderung leichter Schäden kann eine deutliche Abminderung notwendig sein			

**Tabelle 4:** Anhaltswerte für Dauererschütterungen auf Gebäude

## 5.3 Einwirkungsbereiche

Im Einwirkungsbereich der BÜ Herbolzheim I – Gernstraße befinden sich schutzbedürftige Nutzungen, die östlich der Bahnstrecke in Mischgebieten (MI) liegen. Exemplarisch ist ein Immissionspunkt untersucht worden. Der Abstand des exemplarischen Immissionspunktes **IP01** zum Baufeld beläuft sich auf

$$r_{IP01} = 11 \text{ m (Gernstraße 47 - MI)}.$$

Die Abstände sich als Entfernung zwischen den geplanten Bauarbeiten und den Gebäudekanten zu verstehen. Beim **IP01** handelt es sich um eine Bebauung mit schutzwürdiger Nutzung im direkten Umfeld der Baustelle.

## 6 Arbeitsgrundsätze und Vorgehensweise

Die Ermittlung und Beurteilung der aus dem Baustellenbetrieb zu erwartenden Erschütterungsimmissionen wird für repräsentative Ausbreitungsbedingungen und

Gebäudetypen durchgeführt. Da erschütterungsrelevante Bauaktivitäten in unterschiedlichen Abständen zu schutzwürdig genutzten Gebäuden stattfinden, werden die Erschütterungsimmissionen anhand von Ausbreitungskurven ermittelt, für die eine Beurteilung in beliebigen Abständen möglich ist.

Zur Berechnung der Ausbreitungskurven werden für die erschütterungstechnisch relevanten Bauaktivitäten empirisch ermittelte Emissionsspektren herangezogen und mit Hilfe von Ausbreitungs- und Übertragungsmodellen in Abhängigkeit des Abstandes zur Immissionsquelle ausgewertet. Die Ermittlung der aus den Baumaßnahmen resultierenden Schwingungsimmissionen an und in Gebäuden erfolgt auf der Grundlage von Ausbreitungsberechnungen. Hierbei wird für die Übertragung der Schwingungen stets von dem in **Abbildung 2** dargestellten Ursachen-Wirkungs-Prinzip ausgegangen.

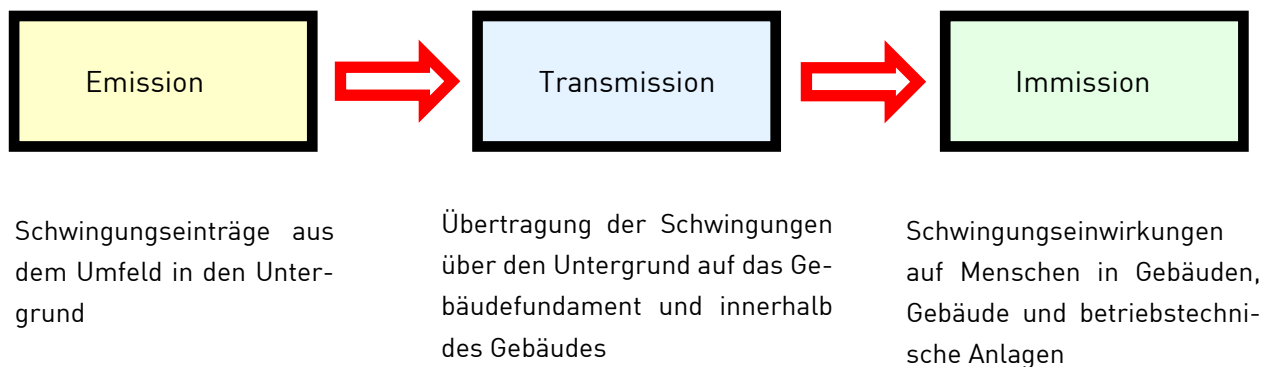


Abbildung 2: Ursachen-Wirkungs-Prinzip

## 6.1 Emissionen

Erschütterungsemissionen sind Schwingungen, die von Baumaschinen in den Untergrund eingeleitet werden. Bei der Durchführung von Baumaßnahmen können durch die Anwendung bestimmter Bauverfahren verfahrensbedingt nennenswerte Erschütterungen auftreten. Hierbei sind solche Bauverfahren von Bedeutung, die mit dem Einleiten hoher Wechselkräfte in den Untergrund verbunden sind. Diese Emissionsquellen lassen sich in der Regel als impulsförmige oder stationäre Punktquellen charakterisieren.

Da die dynamischen Beanspruchungen im Regelfall in vertikaler Richtung in den Untergrund eingeleitet werden und üblicherweise die Vertikalkomponenten der Schwingschnelle am Fundament und auf den Geschossdecken die Schwingschnellen in den übrigen beiden Raumrichtungen deutlich überschreiten, werden die Prognosebetrachtungen ausschließlich für die Vertikalkomponenten der Erschütterungseinwirkungen vorgenommen.

Bei den geplanten Baumaßnahmen sind die Erschütterungsimmissionen, die durch Rammgründungen hervorgerufen werden, gemäß **DIN 4150-3** als Dauererschütterungen einzustufen. Die

im vorliegenden Fall maßgebenden erschütterungsrelevanten Bauaktivitäten werden **im Folgenden** beschrieben. Sie sind in **Anhang 2.1** als Emissionen mittels Terzbandspektren der Schwingschnelle grafisch dargestellt. Die angegebenen Schwingschnellen beziehen sich in der Regel jeweils auf eine Messposition im Boden und auf einen Bezugsabstand zum Emittenten. Die Emissionsspektren sind keine exemplarischen Spektren, sondern stellen eine obere Einhüllende der bei unterschiedlichen Bodenverhältnissen anzutreffenden Emissionen dar.

### 6.1.1 Vibrationsrammen

Beim Einsatz von **Vibrationsrammen** werden stationäre Erschütterungen erzeugt. Aus erschütterungstechnischer Sicht sind für den Einsatz von Vibrationsrammen normalerweise hohe Arbeitsfrequenzen ( $f > 35 \text{ Hz}$ ) günstiger als tiefe, da damit der Resonanzbereich von Geschossdecken in Gebäuden im Allgemeinen und insbesondere der schwingungsempfindlichen Holzbalkendecken nicht erreicht wird. Vibratoren mit tiefer Arbeitsfrequenz ( $f < 35 \text{ Hz}$ ) können, insbesondere beim Auftreffen von Rammwiderständen, durch das Absenken der Betriebsfrequenz in den Deckenresonanzbereich und durch die stärkere Energieabstrahlung auch in größerer Entfernung noch starke Erschütterungen hervorrufen. Im Nahbereich zu schutzwürdig genutzten Gebäuden werden daher grundsätzlich nur hochfrequente Vibratoren ( $f \geq 35 \text{ Hz}$ ) mit regelbarer Frequenz und ausreichender Leistung eingesetzt, um das Absinken der Betriebsfrequenz in den Deckenresonanzbereich zu verhindern und deshalb sowieso zur Anwendung kommen muss, um dem Minimierungsgebot gerecht zu werden.

Beim Anfahren und Abschalten von Vibratoren mit einem unveränderlichen statischen Moment können beim Durchfahren von Deckeneigenfrequenzen kurzzeitig Resonanzüberhöhungen auftreten. Das Durchlaufen von Resonanzfrequenzen beim Anfahren und Abschalten kann durch die Verwendung moderner Geräte mit im Betrieb regelbarem, veränderlichem statischen Moment verhindert werden.

In der vorliegenden Untersuchung wird davon ausgegangen, dass eine Vibrationsramme mit einem veränderlichen statischen Moment zum Einsatz kommt, was dem derzeitigen Stand der Technik entspricht. Die Arbeitsfrequenz wird mit

$$f \approx 35 \text{ Hz}$$

angenommen.

Es handelt es sich auch hier um eine Punktquelle, die jedoch harmonische Schwingungsanregung an der Oberfläche erzeugt. In den Ausbreitungsberechnungen wurde daher ein Exponent

$$n = 0,5$$

berücksichtigt.

Gemäß der Übersicht Baumaßnahme wird die Erschütterungseinwirkungen infolge der Gründungsarbeiten an **6 Tagen** erfolgen. Die Arbeiten können tags und nachts stattfinden.

## 6.2 Transmission

Die Schwingungsübertragungen (Transmissionen) von den Emissionsquellen auf die Geschossdecken der Gebäude bzw. Räume mit schutzwürdigen Nutzungen gliedern sich in folgende 3 Übertragungsfunktionen:

- ☐ T<sub>1</sub>: Übertragung im Untergrund bis vor das Gebäude
- ☐ T<sub>2</sub>: Übertragung vom Boden auf das Gebäudefundament
- ☐ T<sub>3</sub>: Übertragung vom Fundament auf die Geschossdecken

### 6.2.1 Transferfunktion T<sub>1</sub>

Die Transferfunktion T<sub>1</sub> beschreibt die geometrische Amplitudenabnahme, die durch die Verminderung der Energiedichte mit wachsender Entfernung von der Erschütterungsquelle hervorgerufen wird und die vom Quellentyp und der Ausbreitungsform (Wellenart) abhängig ist. Für die T<sub>1</sub>-Funktion wird die entfernungsbedingte Erschütterungsabnahme nach **DIN 4150-1** /3/ zu Grunde gelegt.

Die zusätzliche Minderung der Amplituden durch Absorption der Schwingungsenergie im Boden (Materialdämpfung) erfolgt frequenzabhängig und wird durch den Dämpfungsgrad **D**, die Ausbreitungsgeschwindigkeit im Boden und den Abnahmeexponent **n** quantifiziert. Unter Berücksichtigung der Vorgaben der **DIN 4150-1** werden dabei folgende Parameter berücksichtigt:

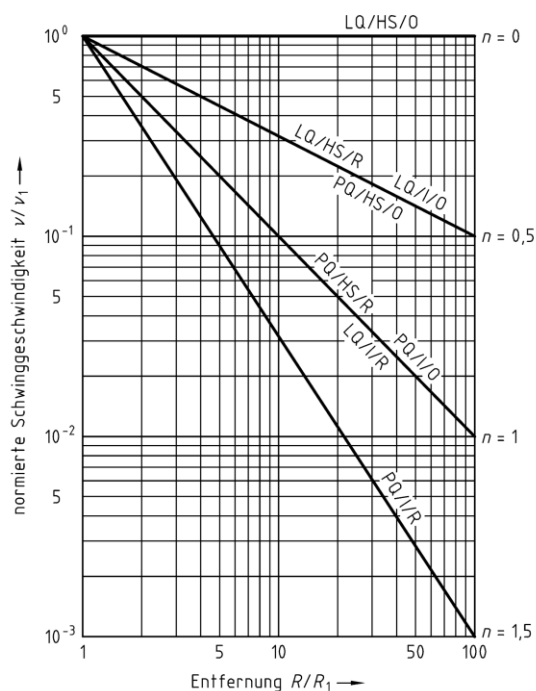
$$D = 1 \%$$
$$c_p = 200 \text{ m/s}$$

Der Abnahmeexponent **n** ergibt sich aus

- ☐ dem geometrischen Quellentyp: Punktquelle (PQ) oder Linienquelle (LQ);
- ☐ dem zeitlichen Quellentyp: harmonisch / stationär (HS) oder impulsförmig (I);
- ☐ der Wellenart: Raumwelle (R) oder Oberflächenwelle (O).

In **Abbildung 3** wird die geometrische Abnahme der Schwingungsamplitude in Abhängigkeit von der Entfernung zur Quelle für verschiedenen Quellentypen und Wellenarten dargestellt.





**Abbildung 3:** Geometrische Abnahme der Schwingungsamplitude

### 6.2.2 Transferfunktionen $T_2$ und $T_3$

Die Übertragung von Erschütterungen vom Boden auf ein Gebäudefundament ( $T_2$ -Funktion) wird im Sinne einer oberen Abschätzung mit der in **Anhang 2.2** angegebenen standardisierten Übertragungsfunktion für ein- bis zweigeschossige Gebäude ermittelt.

Innerhalb von Gebäuden unterscheidet sich das Übertragungsverhalten je nach Bauart der Geschossdecken. Es wird davon ausgegangen, dass die im Einwirkungsbereich der Baumaßnahme befindlichen Gebäude sowohl Holzbalkendecken als auch Deckenkonstruktionen aus Stahlbeton aufweisen. Daher werden die erforderlichen Berechnungen für beide Deckenkonstruktionen durchgeführt.

Die Eigenfrequenzen von Holzbalkendecken zwischen 10 Hz und 20 Hz, die von Stahlbetondecken liegen in der Regel zwischen 20 Hz und 31,5 Hz. Die der Berechnung zu Grunde gelegten Übertragungsfunktionen für die jeweils ungünstigste Geschossdeckenresonanzfrequenz sind für Holzbalkendecken in **Anhang 2.3** und für Stahlbetondecken in **Anhang 2.4** dargestellt. Hierbei wird jeweils der Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung der  $T_3$ -Funktion berücksichtigt.

## 6.3 Immissionen

Die z. B. durch Rammarbeiten induzierten Schwingungen wirken sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Raumrichtung. Da im Regelfall die in vertikaler Richtung in Bauwerke eingeleiteten

dynamischen Beanspruchungen bedingt durch das Übertragungsverhalten der Gebäude zu maximalen Schwinggeschwindigkeiten führen, werden hier ausschließlich die vertikalen Schwingungskomponenten betrachtet.

Die Beurteilung der Erschütterungsimmissionen aus dem Baustellenbetrieb erfolgt hinsichtlich

- ☐ Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden gemäß **DIN 4150-2** und
- ☐ Einwirkungen auf bauliche Anlagen gemäß **DIN 4150-3**.

Für die beurteilungsrelevanten erschütterungstechnischen Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden werden unter Zugrundelegung der angegebenen Transferfunktionen die gemäß **DIN 4150-2** relevanten Beurteilungsgrößen **KB<sub>Fmax</sub>** und **KB<sub>FTr</sub>** ermittelt. Zur Beurteilung der Einwirkungen auf bauliche Anlagen ist gemäß **DIN 4150-3** der Maximalwert der unbewerteten Schwingschnelle **v<sub>max</sub>** [mm/s] zu bestimmen.

Unter Berücksichtigung der oben angegebenen Parameter werden zunächst flächendeckende Ausbreitungsberechnungen durchgeführt. Anhand von Ausbreitungskurven in Abhängigkeit der Abstandsverhältnisse können für die jeweiligen Baumaßnahmen, differenziert für typische Räume in Gebäuden, **Grenzabstände** ermittelt werden, innerhalb derer nicht ausgeschlossen werden kann, dass es zu Überschreitungen der relevanten Anforderungswerte kommen wird. Soweit sich Objekte außerhalb der rechnerisch ermittelten Grenzabstände befinden, kann mit Sicherheit davon ausgegangen werden, dass aus Sicht des Erschütterungsschutzes keine Konflikte zu erwarten sind.

## 7 Untersuchungsergebnisse

In den Ergebnisdiagrammen (**Anhang 3.1** bis **Anhang 4.2**) ist exemplarisch ein Immissionsort **IP01** dargestellt, welcher in einer Entfernung zum Baufeld von

$$r_{IP01} = 11 \text{ m (Gernstraße 47 - MI)}$$

liegt. Dieser Abstand ist als die geringste Entfernung zwischen der nächstgelegenen Bautätigkeit und der Gebäudekante zu verstehen.

### 7.1 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Gemäß der Übersicht der Baumaßnahme /9/ beträgt die Gesamtdauer der hier untersuchten Baumaßnahmen etwa **3 Monate**. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass die erschütterungsintensiven Bautätigkeiten während der Gründungsarbeiten innerhalb von **6 Tagen** durchgeführt werden. Nach Aussage der Vorhabenträgerin können, zum jetzigen Zeit der Planung, sämtliche Baumaßnahmen sowohl am Tag als auch in der Nacht durchgeführt werden.

Dauer	D = 6 Tage		
Spalte	1	2	3
Anhaltswerte	$A_u$	$A_o$	$A_r$

Anhaltswerte Tag			
Stufe I	0,47	5	0,32
Stufe II	0,87	5	0,63
Stufe III	1,27	5	1,03

Anhaltswerte Nacht			
Einwirkungsorte, in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind	0,15	0,3	0,07

**Tabelle 5:** Anhaltswerte A für Erschütterungseinwirkungen

Die Beurteilung der Erschütterungseinwirkungen der Baumaßnahmen erfolgen für die jeweils ungünstigsten Deckeneigenfrequenzen für Stahlbeton- bzw. Holzbalkendecken, die in **Anhang 2.3** und **Anhang 2.4** grafisch und tabellarisch dargestellt sind:

- ☐  $f_0 = 20,0 \text{ Hz}$  bei Holzbalkendecken bzw.
- ☐  $f_0 = 31,5 \text{ Hz}$  bei Stahlbetondecken.

### 7.1.1 Tagzeitraum

Die maximalen bewerteten Schwingstärken für Rammarbeiten, die im Tagzeitraum stattfinden, wurden anhand der Ausbreitungskurven in **Anhang 3.1** dargestellt. Demnach kann der obere Anhaltswert am Tag  $A_{o, \text{Tag}}$  (5,0 bei Mischgebiete) unabhängig von der Deckenkonstruktion selbst bei geringen Abständen von

$$r_{\text{Tag}} \leq 2,5 \text{ m}$$

zum Baufeld eingehalten werden.

Die unteren Anhaltswerte  $A_{u, \text{Tag}}$  der Stufe II nach **DIN 4150-2** für Holzbalken- bzw. Stahlbetondecken werden ab einem Abstand von

$$r_{\text{Tag}} \geq 6,5 \text{ m} / 38,0 \text{ m (Hb/Stb)}$$

unterschritten.

Bei den gegebenen Abstandsverhältnissen zu dem exemplarisch untersuchten Immissionsort **IP01** werden die oberen Anhaltswerte **A<sub>o,Tag</sub>** nach **DIN 4150-2** unterschritten. Die unteren Anhaltswerte **A<sub>u,Tag</sub>** der Stufe II werden unterschritten sofern es sich um ein Gebäude mit Holzbalkendecken handelt. Wenn es sich um ein Gebäude mit Stahlbetondecken handelt, wird der untere Anhaltswert **A<sub>u,Tag</sub>** der Stufe III zwar überschritten, jedoch der obere Anhaltswert **A<sub>o,Tag</sub>** für Mischgebiete unterschritten.

Folglich wird der 2. Beurteilungsschritt gemäß **DIN 4150-2**, die Ermittlung der Beurteilungsschwingstärke **KB<sub>FTr</sub>**, für den Immissionsort **IP01** erforderlich.

Die Beurteilungsschwingstärke für Vibrationsrammen ist in **Anhang 3.3** für Stahlbetondecken in Abhängigkeit von der tatsächlichen Einwirkzeit während des Tagzeitraumes dargestellt. Daraus kann entnommen werden, dass für die maßgebliche Deckenkonstruktion (Stahlbetondecke) die Anforderungen an die Stufe II der **DIN 4150-2** beim **IP01** bei einer Begrenzung der reinen Rammarbeiten auf maximal

**$T_E \leq 1,5$  Stunden pro Tag**

eingehalten wird. Es sind Maßnahmen a) bis e) zur Minderung erheblicher Belästigungen im Sinne der **DIN 4150-2** (siehe **Abschnitt 7.1.3**) zu ergreifen. Diese Einsatzzeit des Rammgeräts sollte zur Ausführung des geplanten Verbaus ausreichend sein. Sollte jedoch dies nicht der Fall sein so kann die reine Einsatzzeit des erschütterungsintensiven Geräts bis auf

**$T_E \leq 4,0$  Stunden pro Tag**

erhöht werden. Gleichzeitig sind baubegleitenden Beweissicherungsmessungen (Maßnahme f gemäß **Abschnitt 7.1.3**) durchzuführen.

### **7.1.2 Nachtzeitraum**

Bei der Durchführung von Rammarbeiten im Nachtzeitraum werden strengere Anhaltswerte in Betracht gezogen. Die maximalen Schwingstärken für die Rammarbeiten wurden für den Nachtzeitraum anhand der Ausbreitungskurven in **Anhang 3.2** dargestellt. Demnach kann der obere Anhaltswert in der Nacht **A<sub>o,Nacht</sub>** (0,3 in Mischgebieten) bei Abständen von

**$r_{\text{Nacht}} \geq 35 \text{ m} / 100 \text{ m (Hb/Stb)}$**

eingehalten werden. Die unteren Anhaltswerte für Mischgebiete **A<sub>u,Nacht</sub>** werden ab einem Abstand von etwa

**$r_{\text{Nacht}} \geq 75 \text{ m} / 150 \text{ m (Hb/Stb)}$**

ebenfalls eingehalten.

Für den exemplarisch betrachteten Immissionsort **IP01** sind die oberen Anhaltswerte der **DIN 4150-2** in der Nacht überschritten und somit nicht eingehalten. Sofern Baumaßnahmen im Nachtzeitraum stattfinden müssen, sind hierbei gesonderte Maßnahme, z.B. Bereitstellung von Ersatzwohnraum, zu vereinbaren.

### 7.1.3 Maßnahmen

Aus erschütterungstechnischer Sicht sind, auf Grund der gegebenen geringen Abstandsverhältnisse, Rammarbeiten im **Nachtzeitraum** zu vermeiden, da mit erheblichen Belästigungen von Menschen in Gebäuden im Sinne der **DIN 4150-2** zu rechnen ist. Werden dennoch Baumaßnahmen nachts durchgeführt, sind Ersatzwohnungen für Betroffene bereitzustellen.

Im **Tagzeitraum** werden die Anhaltswerte eingehalten, wenn die Einsatzzeit des erschütterungsintensiven Geräts auf maximal 1,5 Stunden beschränkt wird. Hierzu sind jedoch die im folgenden Absatz aufgelisteten Maßnahmen zu ergreifen

Bei Überschreitungen der Anhaltswerte der Stufe I nach **DIN 4150-2** sind vor Beginn der erschütterungsverursachenden Baumaßnahmen die in Abschnitt 6.5.4.3 der **DIN 4150-2** aufgeführten Maßnahmen a) bis e) durchzuführen. Demnach können die psychischen Auswirkungen von Erschütterungseinwirkungen vermindert werden durch

- a) umfassende Informationen der Betroffenen über die Baumaßnahmen, die Bauverfahren, die Dauer und die zu erwartenden Erschütterungen aus dem Baubetrieb;*
- b) Aufklärung über die Unvermeidbarkeit von Erschütterungen infolge der Baumaßnahmen und die damit verbundenen Belästigungen;*
- c) zusätzliche baubetriebliche Maßnahmen zur Minderung und Begrenzung der Belästigungen (Pausen, Ruhezeiten, Betriebsweise der Erschütterungsquelle usw.);*
- d) Benennung einer Ansprechstelle, an die sich Betroffene wenden können, wenn sie besondere Probleme durch Erschütterungseinwirkungen haben;*
- e) Information der Betroffenen über die Erschütterungseinwirkungen auf das Gebäude;*

Bei Überschreitung der Anhaltswerte für die Stufe II sind zudem die in Abschnitt 6.5.4.3 der **DIN 4150-2** aufgeführte Maßnahme f) zu entnehmen:

- f) Nachweis der tatsächlich auftretenden Erschütterungen durch Messungen sowie deren Beurteilung bezüglich der Wirkungen auf Menschen und Gebäude*

Zusätzlich ist zu prüfen, ob der Einsatz weniger erschütterungsintensiver Verfahren möglich ist.

Eine Überschreitung der Stufe III sollte aufgrund der unzumutbaren Erschütterungseinwirkungen vermieden werden, da ggf. die Vereinbarung besonderer Maßnahmen, die über die oben beschriebenen Maßnahmen hinausgehen, notwendig ist.

## 7.2 Einwirkungen auf bauliche Anlagen

Die Schwinggeschwindigkeiten in Abhängigkeit vom Abstand der Gründungsarbeiten mit Vibrationsramme zu den Gebäuden sind für Holzbalkendecken in **Anhang 4.1** und für Stahlbetondecken in **Anhang 4.2** dargestellt.

Für die exemplarisch betrachtete Bebauung am **IP01** ergeben sich am Fundament maximalen Schwinggeschwindigkeiten von

$$v_{\max} = 0,52 \text{ mm/s.}$$

Der heranzuziehende Anhaltswert gemäß **DIN 4150-3** für die Erschütterungseinwirkungen am Fundament von

$$v_{\text{Fundament}} = 5 \text{ mm/s}$$

wird für den exemplarischen Immissionsort unterschritten.

Für die maßgebenden Geschossdecken an dem exemplarischen Immissionsort **IP01** werden maximale Werte

$$v_{\max} < 1,20 / 3,87 \text{ mm/s (Hb/Stb)}$$

ausgewiesen. Der Vergleich mit dem Anhaltswert

$$v_z = 10 \text{ mm/s}$$

gemäß **DIN 4150-3** für Dauererschütterungen auf Geschossdecken belegt, dass während der Rammarbeiten **nicht mit Gebäudeschäden** durch baubedingte Erschütterungen zu rechnen ist.

## 8 Abschließende Bemerkungen

Nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (**BImSchG**) soll jede Baustelle so geplant oder eingerichtet und betrieben werden, dass Erschütterungen verhindert werden, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind. Demgemäß sind die mit den Bauleistungen beauftragten Unternehmen dahingehend vertraglich zu verpflichten, dass sie ausschließlich Bauverfahren und Baugeräte einsetzen, die dem (fortschreitenden) Stand der Technik entsprechen.

Die durchgeführte erschütterungstechnische Untersuchung belegt, dass **erhebliche Belästigungen** im Sinne der **DIN 4150-2** während der geplanten Bauarbeiten mit den gegebenen Abstandsverhältnissen zur nächstgelegenen schutzwürdigen Bebauung **nicht ausgeschlossen werden können**.

Aus Erschütterungstechnischer Sicht ist auf Arbeiten mit der Vibrationsramme während der Nacht zu verzichten, da im Nahbereich mit erheblichen Belästigungen von Menschen in Gebäuden im Sinne der **DIN 4150-2** zu rechnen ist.

Zur Minimierung der Erschütterungsauswirkungen sind Maßnahmen zu ergreifen. Gleichwohl kommt einer ausführlichen Kommunikation mit den betroffenen Nachbarn hinsichtlich der Konfliktminderung eine besondere Bedeutung zu. Daher sollten die Hinweise zu Information der Nachbarn und zum Umgang mit vorgetragenen Beschwerden dringend beachtet werden. Zusätzlich ist zu prüfen, ob der Einsatz weniger erschütterungsintensiver Verfahren möglich ist.

Gebäudeschäden im Sinne der **DIN 4150-3** sind während der geplanten Baumaßnahmen nicht zu erwarten.

AUFGESTELLT:



Carlos Chilet M. Sc.

GEPRÜFT:



Dipl.-Ing. Tabea Wackler

# ANHANG





Maßstab 1:3000

0 30 60 90 120 150 m

Legende:

- Immissionsort
- Einwirkungsorte, in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind
- Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind
- Gebäude
- Schienen
- Baumaßnahme: Rück- und Neubau der LST-Anlagen

**KREBS+KIEFER**  
FRITZ AG

Heinrich-Hertz-Straße 2  
64295 Darmstadt  
Telefon (06151) 885-383  
www.kuk.de

05.08.2019; Bericht Nr. 20198108-808-ABE-1

DB Netz AG

**BÜSA Herbolzheim (Jagst) - Gernstarße**  
**74861 Herbolzheim**

**- ÜBERSICHTLAGEPLAN -**

Emissions- und Immissionsorte

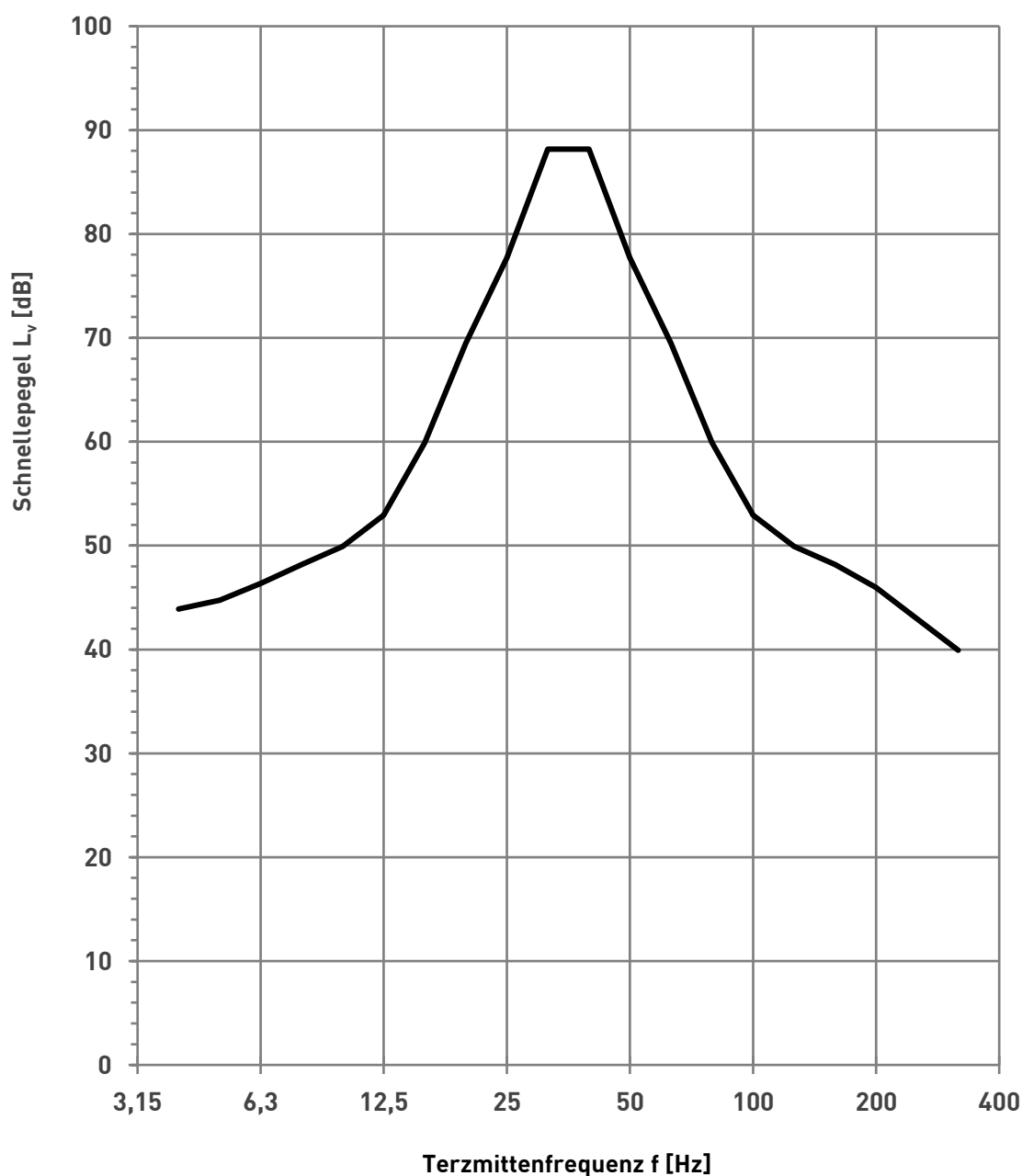
**ANHANG 1**

# Emissionsspektrum

## Vibrationsramme (Normalbetrieb)

\\kuk\da\Bauphysik\B\_Projekte\2019\8108\_808\_DBNetz\_BUE\_Herbolzheim\_I-III\C\_Bearbeitung\BUE-I\Anhang ABE\20198108-ABE-1-BUE-I.xlsx]Emission

**Messpunkt (Abstand):** 9 m  
**Arbeitsfrequenz:** 35 Hz  
**Schwingrichtung:** z  
**Quellentyp:** Punktquelle (PQ)  
 harmonisch/stationär (HS)  
**Wellenart:** Oberflächenwelle



L <sub>v</sub> [dB]	f [Hz]
43,9	4
44,8	5
46,3	6,3
48,2	8
49,9	10
52,9	12,5
59,9	16
69,5	20
77,7	25
88,2	31,5
88,2	40
77,7	50
69,5	63
59,9	80
52,9	100
49,9	125
48,2	160
45,9	200
42,9	250
39,9	315
91,6	Σ
1,90	v <sub>Fmax</sub>

# T<sub>2</sub>-Funktion

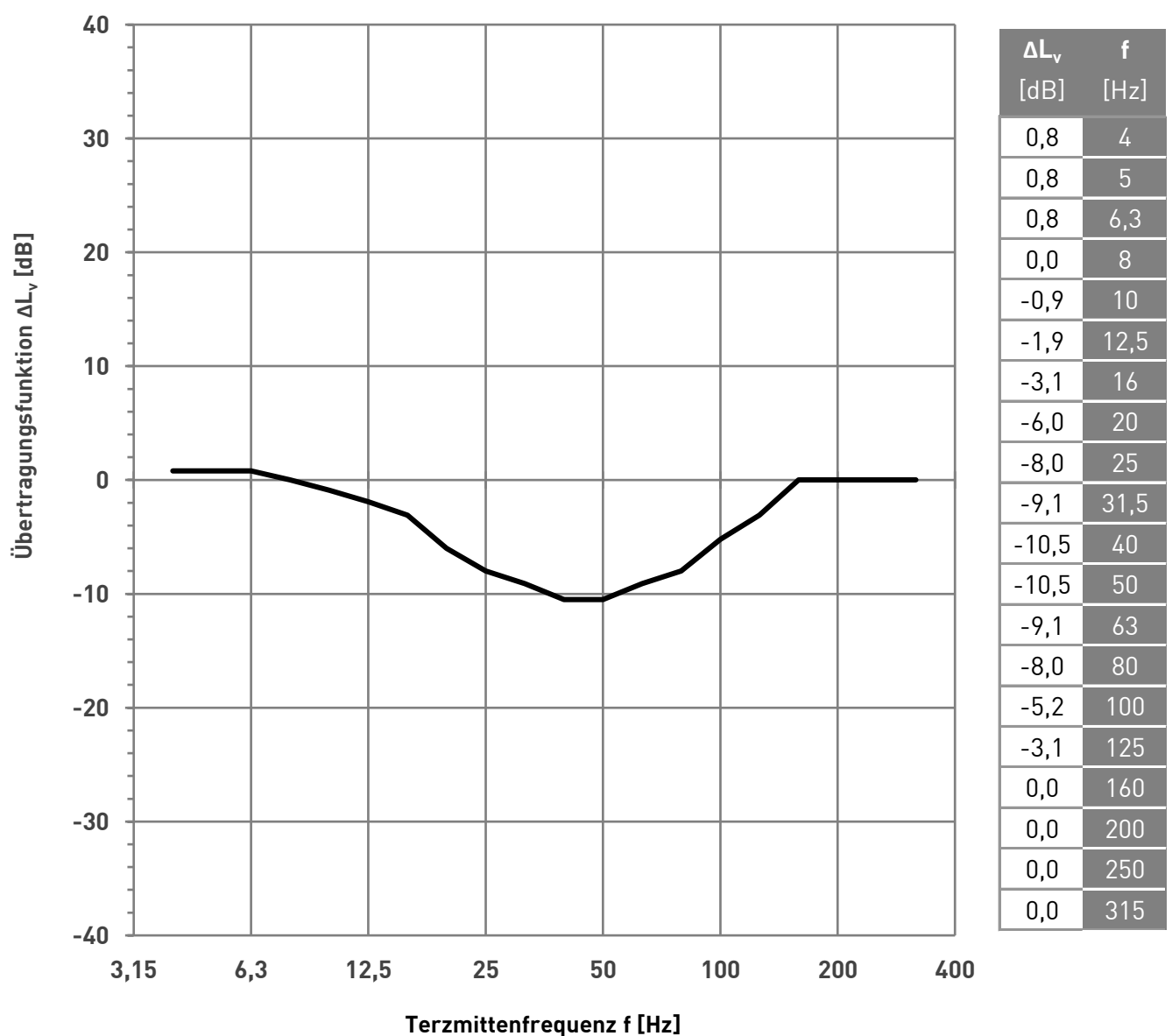
## Übertragung Erdreich - Fundament

\\kuk\da\Bauphysik\B\_Projekte\2019\8108\_808\_DBNetz\_BUE\_Herbolzheim\_I-III\C\_Bearbeitung\BUE-I\Anhang ABE\20198108-ABE-1-BUE-I.xlsx]T2

**Quelle:** 18. Symposium - Bauwerksdynamik und Erschütterungsmessungen  
ZIEGLER CONSULTANTS  
an der Empa Dübendorf, 29. Mai 2015  
Bild 4.1 Ankopplungsspektren für verschiedene Gebäudetypen  
Übertragung vom Erdreich auf das Gebäudefundament

**Gebäudetyp:** Mehrfamilienhäuser

**Schwingrichtung:** vertikal (z)

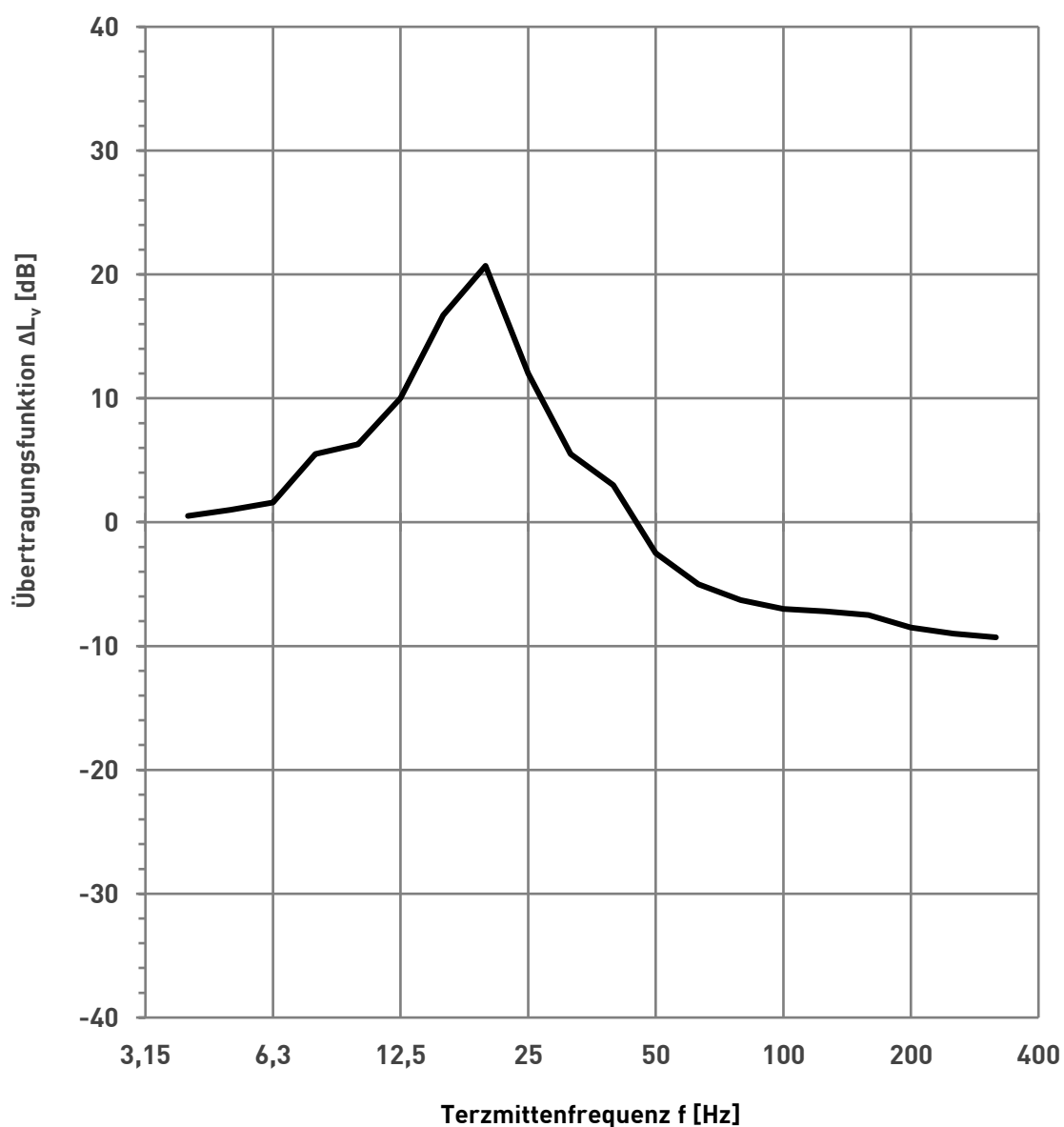


# T<sub>3</sub>-Funktion

## Übertragung Fundament - Geschossdecke

\\kuk\da\Bauphysik\B\_Projekte\2019\8108\_808\_DBNetz\_BUE\_Herbolzheim\_I-III\C\_Bearbeitung\BUE-I\Anhang ABE\20198108-ABE-1-BUE-I.xlsx]T3-Holz

**Deckenart:** Holzbalkendecke  
**Schwingrichtung:** z  
**Quelle:** DB Leitfaden für den Planer  
Körperschall- und Erschütterungsschutz  
**Deckeneigenfrequenz:** f = 20 Hz



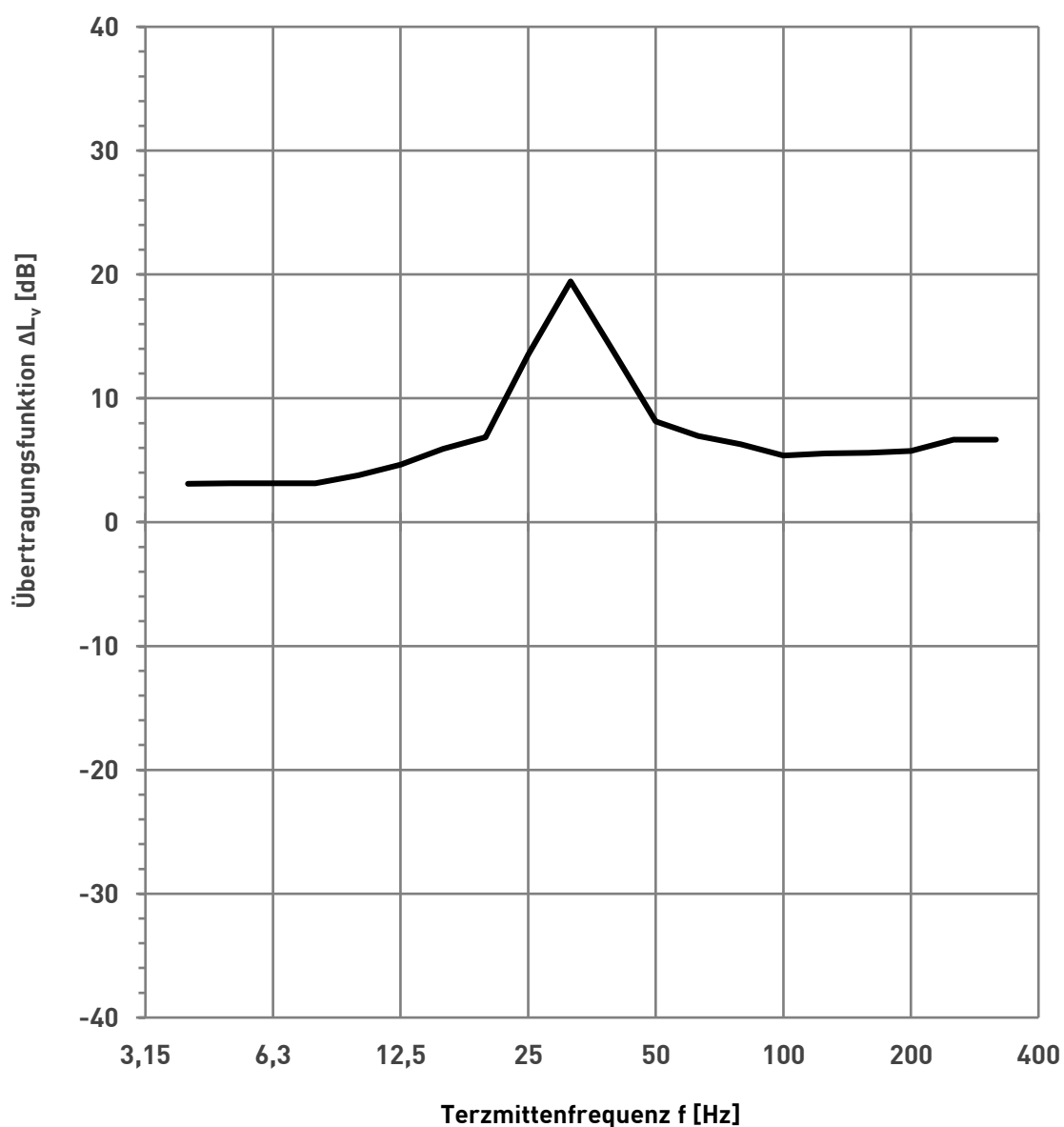
$\Delta L_v$ [dB]	$f$ [Hz]
0,5	4
1,0	5
1,6	6,3
5,5	8
6,3	10
10,0	12,5
16,7	16
20,7	20
12,0	25
5,5	31,5
3,0	40
-2,5	50
-5,0	63
-6,3	80
-7,0	100
-7,2	125
-7,5	160
-8,5	200
-9,0	250
-9,3	315

# T<sub>3</sub>-Funktion

## Übertragung Fundament - Geschossdecke

\\kuk\da\Bauphysik\B\_Projekte\2019\8108\_808\_DBNetz\_BUE\_Herbolzheim\_I-III\C\_Bearbeitung\BUE-I\Anhang ABE\20198108-ABE-1-BUE-I.xlsx]T3-Beton

**Deckenart:** Stahlbetondecke  
**Schwingrichtung:** z  
**Quelle:** DB Leitfaden für den Planer  
Körperschall- und Erschütterungsschutz  
**Deckeneigenfrequenz:**  $f = 31,5$  Hz



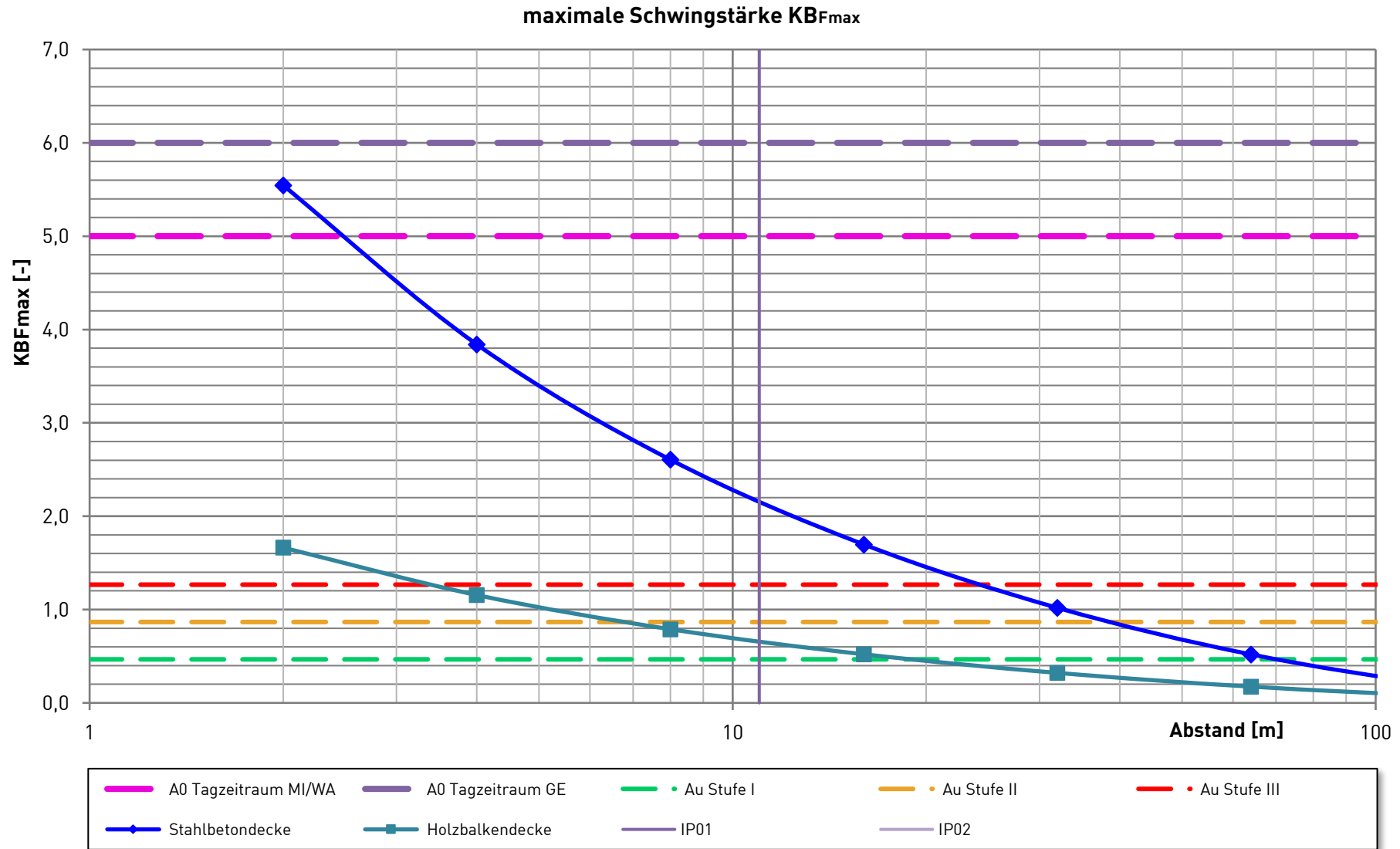
$\Delta L_v$ [dB]	f [Hz]
3,1	4
3,1	5
3,2	6,3
3,2	8
3,8	10
4,6	12,5
5,9	16
6,9	20
13,5	25
19,4	31,5
13,8	40
8,2	50
7,0	63
6,3	80
5,4	100
5,6	125
5,6	160
5,7	200
6,7	250
6,7	315

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

## Tagzeitraum

Vibrationsramme (Normalbetrieb)

\\kuk\da\Bauphysik\B\_Projekte\2019\8108\_808\_DBNetz\_BUE\_Herbolzheim\_I-III\C\_Bearbeitung\BUE-I\Anhang ABE\20198108-ABE-1-BUE-I.xlsx\KB<sub>Fmax</sub>T



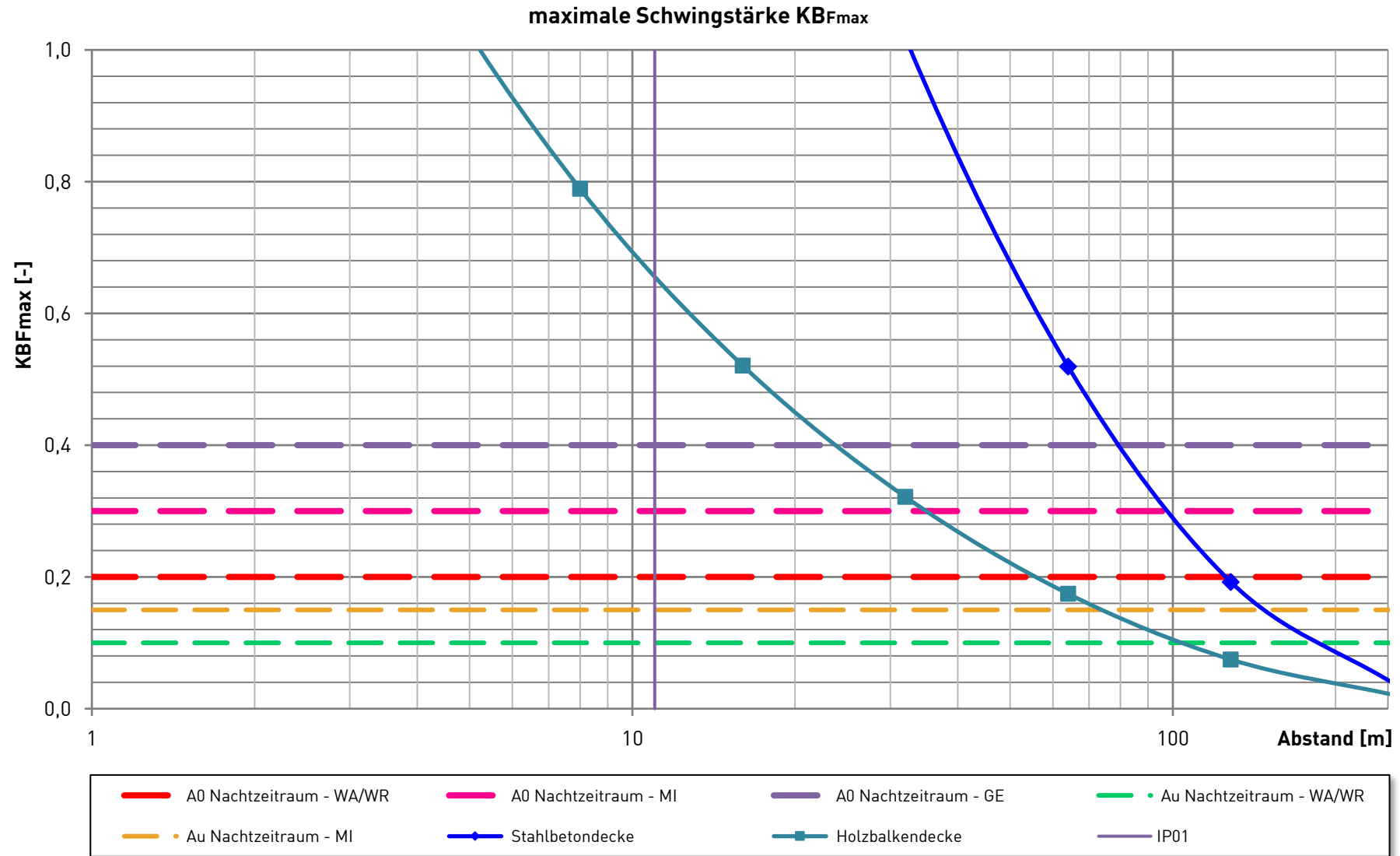
09.08.2019

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

## Nachtzeitraum

Vibrationsramme (Normalbetrieb)

\\kuk\da\Bauphysik\B\_Projekte\2019\8108\_808\_DBNetz\_BUE\_Herbolzheim\_I-III\C\_Bearbeitung\BUE-I\Anhang ABE\20198108-ABE-1-BUE-I.xlsx\KBFmaxN



09.08.2019

KREBS+KIEFER FRITZ AG - Heinrich-Hertz-Str. 2 - 64295 Darmstadt

Tel. (06151) 885-383 - [www.kuk.de](http://www.kuk.de)

# KB<sub>FTr</sub> in typischen Geschossbauten

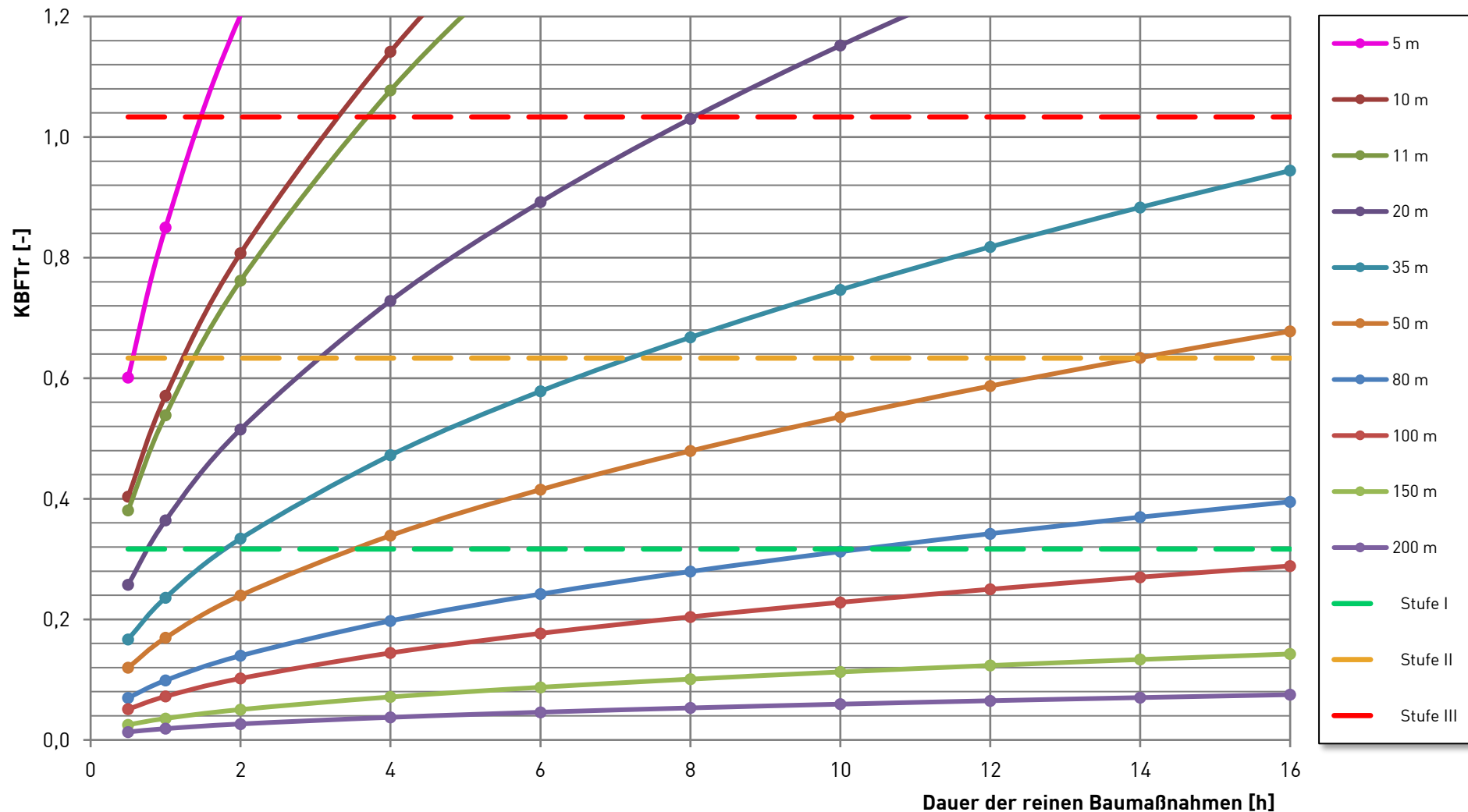
Tagzeitraum

Stahlbetondecken

Vibrationsramme (Normalbetrieb)

\\kuk\da\Bauphysik\B\_Projekte\2019\8108\_808\_DBNetz\_BUE\_Herbolzheim\_I-III\C\_Bearbeitung\BUE-I\Anhang ABE\20198108-ABE-1-BUE-I.xlsx\KBFT<sub>r</sub>\_Beton\_T

Beurteilungsschwingstärke KB<sub>FTr</sub>



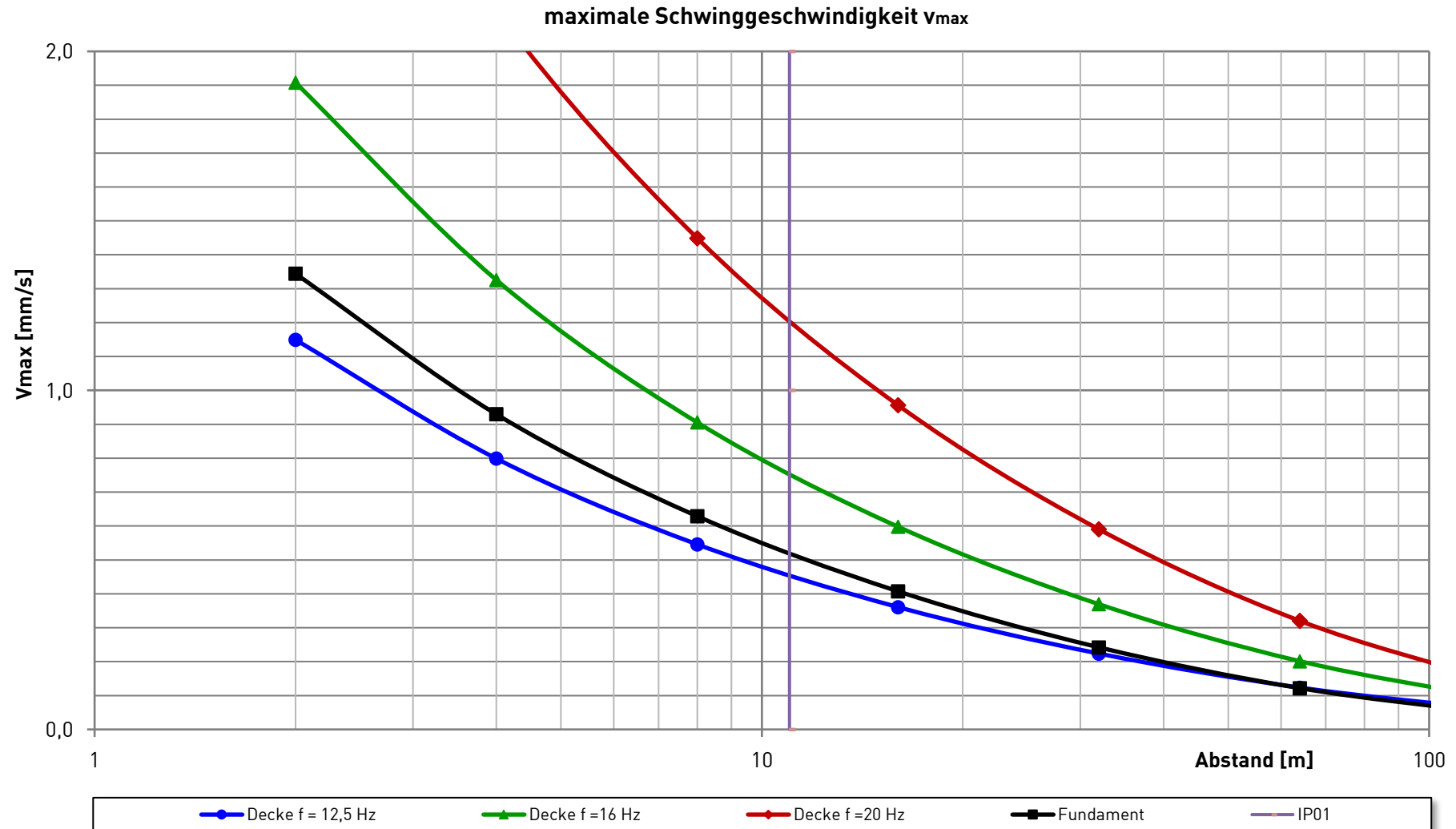
09.08.2019



# Maximale Schwinggeschwindigkeit in typischen Geschossbauten mit Holzbalkendecken

Vibrationsramme (Normalbetrieb)

\\kuk\da\Bauphysik\B\_Projekte\2019\8108\_808\_DBNetz\_BUE\_Herbolzheim\_I-III\C\_Bearbeitung\BUE-I\Anhang ABE\20198108-ABE-1-BUE-I.xlsx\Vmax\_Holz

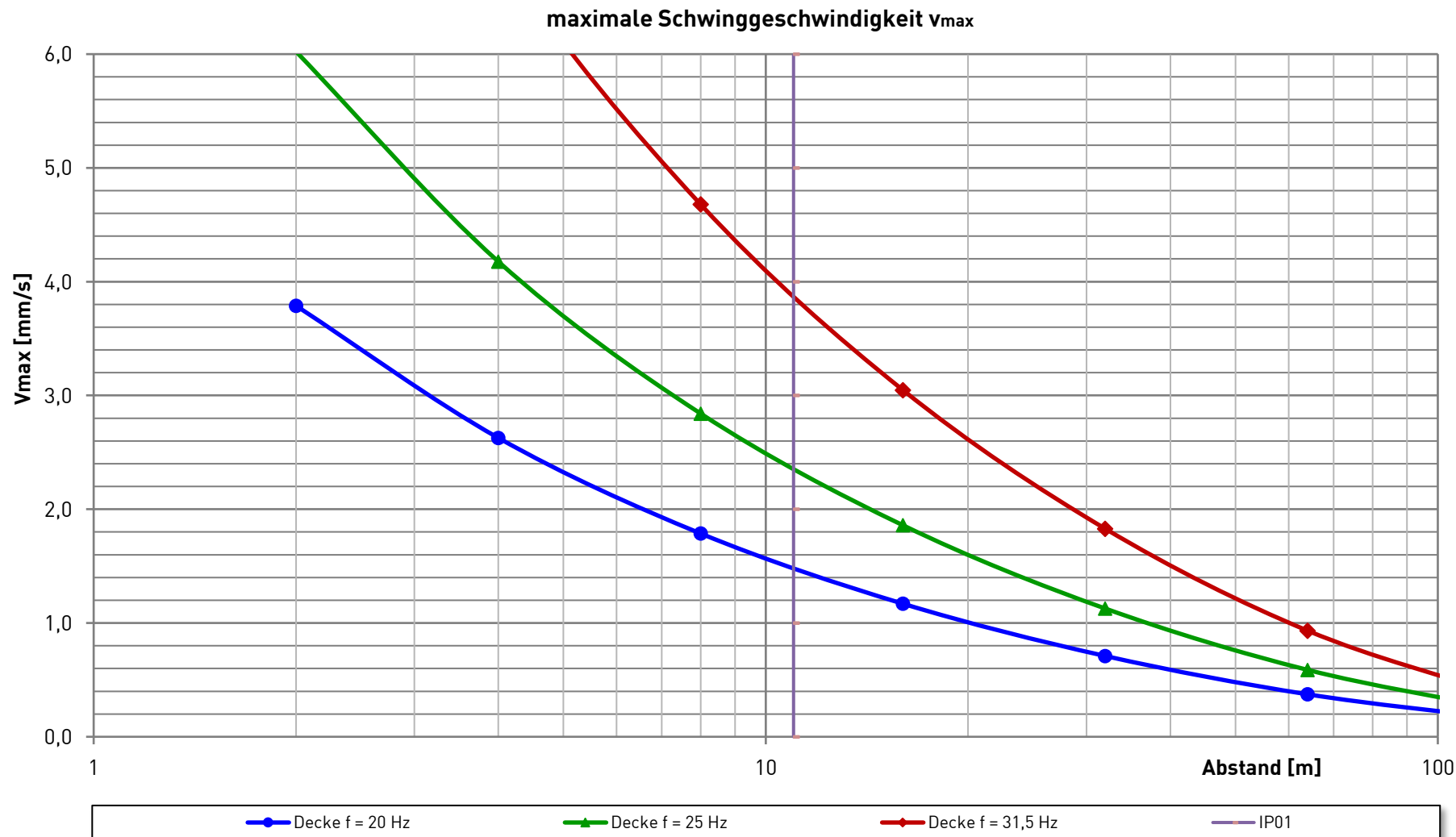


09.08.2019

# Maximale Schwinggeschwindigkeit in typischen Geschossbauten mit Stahlbetondecken

Vibrationsramme (Normalbetrieb)

\\kuk\da\Bauphysik\B\_Projekte\2019\8108\_808\_DBNetz\_BUE\_Herbolzheim\_I-III\C\_Bearbeitung\BUE-I\Anhang ABE\20198108-ABE-1-BUE-I.xlsx\Vmax\_Stb



09.08.2019