

Projekt Stuttgart 21

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

Planfeststellungsunterlagen

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

Anlage 17.2 Nur zur Information

Erschütterungstechnische Untersuchung

Baubetrieb

Vorhabenträger:

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

gez. i.V. Jacobi
gez. i.V. Schade

M. Leskovar



Bearbeitung:

Ingenieurgemeinschaft Stuttgart 21 - PFA 1.3

 OBERMEYER

 SPIEKERMANN

Hasenbergstraße 31
70178 Stuttgart

gez. ppa Lederhofer
gez. ppa Lederhofer



Stuttgart, den ~~16.09.2013~~

29.05.2015

Anlage 17.2
Nur zur Information

ERSCHÜTTERUNGSTECHNISCHE UNTERSUCHUNG

Vorhaben:

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

Abschnitt:

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

Umfang:

Ermittlung und Beurteilung der Erschütterungsimmissionen
aus dem Baustellenbetrieb
unter Berücksichtigung der Baustellenlogistik

SCHALLIMMISSIONSSCHUTZ
ERSCHÜTTERUNGSSCHUTZ
BAUDYNAMIK & BAUPHYSIK
TECHNISCHE AKUSTIK

Messstelle zur Ermittlung der Emission
und Immission von Geräuschen und
Erschütterungen

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

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

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

Bericht Nr.: **97521-ABE-12**
Datum: **31.07.2013**
29.05.2015

Auftraggeber:

Obermeyer
Planen + Beraten GmbH
Hansastraße 40
80686 München

Sachbearbeiter:

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

Umfang des Dokumentes

Textteil: 24 Seiten

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

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	7
2	Sachverhalt und Aufgabenstellung	7
3	Beschreibung Baustellenbetrieb	8
3.1	Vibrationsrammungen	9
3.2	Schwerlastverkehr	9
4	Bearbeitungsgrundlagen	10
4.1	Gesetze, Normen, Richtlinien	10
4.2	Literaturquellen und Planunterlagen	11
5	Arbeitsgrundsätze / Vorgehensweise	12
6	Anforderungen an den Erschütterungsschutz	14
6.1	Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden	14
6.2	Einwirkungen auf bauliche Anlagen	16
6.3	Einwirkungen auf betriebstechnische Anlagen	18
7	Untersuchungsergebnisse	19
7.1	Bebauung Angriffspunkt Station NBS	19
7.1.1	Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden	20
7.1.2	Einwirkungen auf bauliche Anlagen	21
7.1.3	Einwirkungen auf betriebstechnische Anlagen	23
8	Abschließende Bemerkungen	23

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Fahrzeugaufkommen auf den Baustraßen	10
Tabelle 2:	Anhaltswerte für Erschütterungseinwirkungen durch Baumaßnahmen außer Sprengungen	14
Tabelle 3:	Anhaltswerte A für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen nach DIN 4150-2, Juni 1999 /3/	16
Tabelle 4:	Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit v_i zur Beurteilung der Wirkung von kurzzeitigen Erschütterungen auf Bauwerke nach DIN 4150-3 /4/	17

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Graphische Darstellung der Fundament-Anhaltswerte	18
Abbildung 2:	Zulässige Erschütterungsimmissionen für EDV-Anlagen nach Herstellerangaben	19

Anhänge

Anhang 1A	Übersichtsplan	
Anhang 2.1	Emissionsspektrum – Schwerlastverkehr	
Anhang 2.2	Emissionsspektrum – Vibrationsramme An- und Auslaufphase	
Anhang 2.3	Emissionsspektrum – Vibrationsramme Normalbetrieb	
Anhang 3.1	Übertragungsfunktion Erdreich – Fundament (T2)	
Anhang 3.2	Übertragungsfunktion Fundament – Geschosdecke (T3)	
Anhang 4.1	KB_{Fmax} in typischen Geschossbauten durch Schwerlastverkehr auf schlechter Straße	
Anhang 4.2	KB_{Fmax} in typischen Geschossbauten durch Vibrationsramme	
Anhang 5.1	Maximale Schwinggeschwindigkeit in typischen Geschossbauten durch Schwerlastverkehr auf schlechter Straße	
Anhang 5.2	Maximale Schwinggeschwindigkeit in typischen Geschossbauten durch Vibrationsramme	
Anhang 6	Maßnahmen zur Minderung erheblicher Belästigungen	

Abkürzungsverzeichnis

A	Anhaltswert
ABS	Ausbaustrecke
A_o	oberer Anhaltswert gemäß DIN 4150-2 [-]
A_r	Beurteilungs-Anhaltswert gemäß DIN 4150-2 [-]
A_u	unterer Anhaltswert gemäß DIN 4150-2 [-]
AVV	Allgemeine Verwaltungsvorschrift
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
c	Ausbreitungsgeschwindigkeit der Welle [m/s]
D	Dauer von Erschütterungseinwirkungen durch Baumaßnahmen
D	Dämpfungsgrad [%] nach DIN 4150-1
dB	Dezibel
f	Frequenz [Hz]
f_0	Deckeneigenfrequenz [Hz]
Hz	Hertz, Schwingung je Sekunde
KB_{Fmax}	maximale bewertete Schwingstärke [-]
KB_{FTr}	Beurteilungsschwingstärke [-]
LAI	Landesausschuss für Immissionsschutz
n	Exponent der Wellenart nach DIN 4150-1
NBS	Neubaustrecke
PFA	Planfeststellungsabschnitt
s_{min}	Mindestabstand [m]
T_2	Übertragung vom Erdreich auf das Gebäudefundament
T_3	Übertragung vom Gebäudefundament auf die Geschossdecken
v_0	Referenzwert für die Schwingschnelle [$5 \cdot 10^{-8}$ m/s]
v_i	Schwinggeschwindigkeit [mm/s]
v_z	zulässige Schwinggeschwindigkeit auf Geschossdecken gemäß DIN 4150-3

1 Zusammenfassung

Die erschütterungstechnischen Untersuchungen zu Einwirkungen aus dem Baustellenbetrieb im Planfeststellungsabschnitt 1.3 des Projektes „Stuttgart 21“ unter Berücksichtigung der Baustellenlogistik haben zu den folgenden Ergebnissen geführt:

- Während des Baustellenbetriebes werden maßgebliche Erschütterungsemissionen beim Einbau von Spundwänden zur Baugrubensicherung des Zwischenangriffspunktes auftreten. Ferner werden vom Schwerlastverkehr auf der Baustraße „Angriff Station NBS“ ~~nördlich des Mövenpick-Hotels nahe des Gebäudes Flughafenstraße 51~~ relevante Erschütterungsemissionen entstehen.
- Die einzigen schutzwürdigen Gebäude, die im direkten Einwirkungsbereich erschütterungsrelevanter Bauaktivitäten liegen, sind im Bereich des Angriffs Station NBS das ~~Hotel Mövenpick Gebäude Flughafenstraße 51~~, das FSG-Verwaltungsgebäude sowie das Kongresszentrum. Infolge des Schwerlastverkehrs auf der oben genannten Baustraße sind keine Erschütterungseinwirkungen zu erwarten, die zu erheblichen Belästigungen von Menschen in Gebäuden, zu Bauschäden oder Beeinträchtigungen des Betriebes von EDV-Anlagen führen. Beim Einbringen des Baugrubenverbaus mittels Vibrationsrammungen kann durch organisatorische Maßnahmen die Gewährleistung des Immissionsschutzes erreicht werden. Bei den zu erwartenden Schwinggeschwindigkeiten kann davon ausgegangen werden, dass es weder zu Bauschäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes der Gebäude oder einzelner Gebäudeteile, noch zu erheblichen Beeinträchtigungen der Funktionsfähigkeit von EDV-Anlagen kommen wird.

2 Sachverhalt und Aufgabenstellung

Das Projekt „Stuttgart 21“ hat die Umgestaltung des Bahnknotens Stuttgart sowie den Bereich Stuttgart-Wendlingen (mit Flughafenanbindung) der Aus- und Neubaustrecke (ABS/NBS) Stuttgart-Augsburg zum Gegenstand.

Der **Planfeststellungsabschnitt 1.3, Teilabschnitt 1.3a** umfasst den autobahnparallelen, oberirdischen Verlauf der Neubaustrecke Stuttgart-Ulm im Flughafenbereich. Er beginnt im Westen anschließend an den PFA 1.2 (Fildertunnel), und endet im Osten im Übergang zum PFA 1.4 (Filderbereich bis Wendlingen). Ein weiterer Bestandteil des PFA 1.3a ist der Flughafentunnel, welcher den Flughafen Stuttgart über die Station NBS an die Neubaustrecke anbindet. ~~Die Flughafenkurve stellt eine Verbindung zwischen der Neubaustrecke und der im S-Bahn~~

Stuttgart 21 - PFA 1.3a

Anlage 17.2: Bauerschütterungen

~~Verkehr bereits genutzten Station Terminal am Flughafen her. Im Bereich Stuttgart Rohr entsteht eine neue Verbindung zwischen den vorhandenen Strecken 4860 und 4861.~~

Zur Realisierung des Projektes werden im Geltungsbereich des PFA 1.3a in verschiedenen Bereichen umfangreiche Bauaktivitäten und Tunnelvortriebsmaßnahmen erforderlich. Für den oberirdischen Teil der Neubaustrecke werden zahlreiche Eisenbahnüberführungen erstellt. Die zur Autobahn parallele Lage der NBS erfordert weiterhin Eingriffe an Straßenüberführungen über die BAB A8 sowie an der Anschlussstelle Flughafen. ~~Während dDer Flughafen-tunnel und die Station NBS werden mit Ausnahme der Anfangs- und Endbereiche in bergmännischer Bauweise aufgeföhren. werden, entsteht die Flughafenkurve vollständig in offener Bauweise innerhalb einer geböschten Baugrube. Für die Veränderungen an der Rohrer Kurve sind ebenfalls bergmännische Tunnelabschnitte erforderlich um die Unterquerung der BAB A8 in einer neuen eingleisigen Röhre zu ermöglichen.~~

Im Rahmen der Baudurchführung werden sich bis zur Fertigstellung der Baumaßnahmen der einzelnen Bauaktivitäten Erschütterungsimmissionen aus dem Baustellenbetrieb ergeben. Die Einwirkungen resultieren zum einen aus dem Schwerverkehr auf der Baustraße am Angriffspunkt Station NBS sowie durch den Einbau von Spundwänden zur Sicherung der Baugrube im Bereich des zentralen Schachtes der Station NBS.

Im Rahmen der zum Baustellenbetrieb und zum Logistikkonzept durchgeführten erschütterungstechnischen Untersuchungen ist zu prüfen, ob zum Schutz vor einwirkenden Erschütterungen im Rahmen der Baustellenplanung Vorsorgemaßnahmen zu treffen sind. Gegebenenfalls sind geeignete planerische, organisatorische oder bauliche Maßnahmen zur Vermeidung von Immissionskonflikten zu erarbeiten.

3 Beschreibung Baustellenbetrieb

Aus Sicht des Erschütterungsschutzes sind die Bauaktivitäten von Bedeutung, die mit dem Einleiten hoher Wechselkräfte in den Untergrund verbunden sind. Dies sind in der Regel Ramm- und Verdichtungsarbeiten. Aber auch vom baustellenbedingten Schwerverkehr gehen insbesondere bei schlechter Beschaffenheit von Fahrbahnoberflächen relevante Emissionen aus.

Bezüglich der geplanten Bauaktivitäten im Planfeststellungsabschnitt 1.3a des Projektes „Stuttgart 21“ werden die wesentlichen Erschütterungsemissionen durch das Herstellen des Baugrubenverbau im Bereich des zentralen Schachtbauwerkes ~~bei km 1.6+15.97~~ für das oberirdisch zu errichtende Hochbauwerk

hervorgerufen. Die Baugrubensicherung für das Schachtbauwerk selbst bis zur Unterkante der Kreisringplatte erfolgt mittels der Spritzbetonmethode. Ebenso wird die Station NBS vom zentralen Schacht aus mit der Spritzbetonmethode aufgefahren. Von diesem Bauverfahren gehen keine erschütterungstechnisch relevanten Emissionen aus. Als weitere maßgebliche Erschütterungsemission ist der Schwerverkehr auf der geplanten Baustraße „Angriffspunkt-Station NBS“ zu nennen.

Verdichtungsarbeiten mit großem Gerät, z. B. mit Vibrationswalzen der Intensivverdichtungen, sind nach derzeitigem Planungsstand nicht erforderlich. Soweit Verdichtungsarbeiten erforderlich werden, werden diese mit baustellenüblichen Geräten durchgeführt, so dass sich hieraus kleinräumige Auswirkungen ergeben werden. Eine diesbezügliche erschütterungstechnische Betrachtung hinsichtlich der Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden bzw. hinsichtlich der Einwirkungen auf bauliche Anlagen ist daher nicht erforderlich.

Erschütterungstechnisch relevante Einwirkungen durch Arbeiten zur Baugrubensicherung (Trog- und Tunnelbauwerke in offener Bauweise), außer für den oben genannten Bereich, sind aufgrund der großen Abstände der Baustellenbereiche zu schutzwürdigen Nutzungen nicht zu erwarten.

Im Folgenden werden die erschütterungstechnisch relevanten Emissionsvorgänge detailliert beschrieben und die Auswirkungen auf das Mövenpick Hotel Gebäude Flughafenstraße 51, das FSG-Gebäude sowie das Kongresszentrum untersucht.

3.1 Vibrationsrammungen

Zur Herstellung des Baugrubenverbau im Bereich des zentralen Schachtbauwerkes werden Stahlspundwände mit Hilfe von Vibrationsrammen in das Erdreich eingebracht. Stahlspundwände bestehen aus einzelnen Spundbohlen, die durch ein Schloss miteinander verbunden werden. Diese werden bei der Vibrationsrammung mittels eines Erregers in Längsschwingungen versetzt. Als Erreger dient meist ein Unwuchterreger, mit dem die dynamischen Lasten aufgebracht werden. Durch die dynamische Belastung und durch die statische Belastung aus dem Eigengewicht der Spundbohle wird die in Längsrichtung schwingende Spundbohle in den Boden gedrückt. Sofern dies möglich ist, werden die Spundbohlen nach Abschluss der Bauaktivität wieder gezogen.

3.2 Schwerlastverkehr

In dem hier behandelten PFA 1.3a ist die Baustraße „Station NBS“, über die die Anbindung der BE-Fläche „Angriffspunkt-Station NBS“ an das öffentliche Ver-

kehrnetz erfolgt, in erschütterungstechnischer Hinsicht relevant. Nur dort befinden sich schutzwürdige Gebäude im näheren Einwirkungsbereich der Baustraße.

Über die Baustraße „Station NBS“ erfolgt die Abfuhr von Aushub- und Ausbruchmaterial. Ferner findet die Baustoffzulieferung, z. B. die Betonzulieferung, über die Baustraße statt. Die Betonproduktion wird in einer Betonmischanlage auf der Baulogistikfläche der Angriffspunkte West und Ost erfolgen.

Die zu erwartenden stündlichen Verkehrsstärken für die erschütterungstechnisch relevante Baustraße sind in **Tabelle 1** aufgeführt:

Tabelle 1: Fahrzeugaufkommen auf den Baustraßen

Baustraße	Verkehrsstärke [LKW/h] Beurteilungszeiten nach AVV-Baulärm		Verkehrsstärke [LKW/h] Beurteilungszeiten nach DIN 4150-2	
	7 – 20 Uhr	20 – 7 Uhr	6 – 22 Uhr	22 – 6 Uhr
Angriffspunkt Station NBS	30	-	24,5	-

Für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen nach **DIN 4150-2 /3/** sind abweichend zur AVV Baulärm die durchschnittlichen Verkehrsstärken in den Zeiträumen 6.00 bis 22.00 Uhr (Tagzeit) und 22.00 bis 6.00 Uhr (Nachtzeit) maßgebend.

4 Bearbeitungsgrundlagen

4.1 Gesetze, Normen, Richtlinien

Für die Ermittlung und die Beurteilung der vom Baustellenbetrieb verursachten Erschütterungsimmissionen werden die im Folgenden aufgeführten Gesetze, Normen und Richtlinien herangezogen:

- /1/ Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigung, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) in der aktuell gültigen Fassung
- /2/ DIN 4150, Teil 1, „Erschütterungen im Bauwesen“, Vorermittlung von Schwingungsgrößen, Juni 2001
- /3/ DIN 4150, Teil 2, „Erschütterungen im Bauwesen“, Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden, Juni 1999

- /4/ DIN 4150, Teil 3, „Erschütterungen im Bauwesen“, Einwirkungen auf bauliche Anlagen, Februar 1999
- /5/ Hinweise zur Messung, Beurteilung und Verminderung von Erschütterungsimmissionen (Erschütterungs-Leitlinie), Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI), Mai 2000

4.2 Literaturquellen und Planunterlagen

Für die Ermittlung von Emissionsansätzen werden die im Folgenden benannten Literaturquellen und Planunterlagen herangezogen:

- /6/ Vibrationen, Ursachen, Messung, Analysen und Maßnahmen; Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Dokumentation zur D-A-CH-Studentagung 1991
- /7/ Bodendynamik, Grundlagen und Anwendungen, Hrsg. Wolfgang Haupt 1986
- /8/ Ausbreitung von Erschütterungen im Boden und Bauwerk DGEB-Publikation Nr. 1, Hrsg. Martin Steinwachs 1988
- /9/ Baudynamik praxisgerecht, Rainer Flesch, Bauverlag GmbH, Wiesbaden 1993
- /10/ Durchführung von Immissionsprognosen für Schwingungs- und Körperschalleinwirkungen, Landesanstalt für Immissionsschutz Nordrhein-Westfalen, Bericht Nr. 107“
- /11/ Lageplan Bauzustände und Baulogistik, Ingenieurgemeinschaft Stuttgart 21 – PFA 1.3
- /12/ Bauwerkspläne Flughafentunnel Station NBS, Schnitte , Maßstab 1:200 / 1:500, Ingenieurgemeinschaft Stuttgart 21 – PFA 1.3
- /13/ Erläuterungsbericht zur Baustellenlogistik und zu den Bauzuständen, Ingenieurgemeinschaft Stuttgart 21 – PFA 1.3
- /14/ Angabe zum erforderlichen Verkehrsaufkommen an den bergmännischen Angriffspunkten, Ingenieurgemeinschaft Stuttgart 21 – PFA 1.3

5 Arbeitsgrundsätze / Vorgehensweise

Gegenstand der erschütterungstechnischen Untersuchung ist der Baustellenbetrieb im Bereich des Flughafentunnels (Angriffspunkt Station NBS). Nur dort befinden sich schutzwürdige Gebäude im direkten Einwirkungsbereich von Baustellenaktivitäten, die erschütterungsrelevante Emissionen erzeugen. In allen anderen Bereichen ist der Abstand der erforderlichen Bauaktivitäten zur nächstliegenden schutzwürdigen Bebauung so groß, dass dort mit keinen relevanten Einwirkungen aus Bauerschütterungen zu rechnen ist.

Im Wesentlichen ist für den Bereich „Angriffspunkt Station NBS“ davon auszugehen, dass maßgebliche Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden bzw. auf bauliche Anlagen ausschließlich infolge des Einbaus der Spundwände zur Baugrubensicherung des Hochbauwerkes im zentralen Schachtbereich sowie durch verkehrsinduzierte Erschütterungsemissionen auf der Baustraße hervorgerufen werden können.

Die Ermittlung und Beurteilung der aus dem Baustellenbetrieb zu erwartenden Erschütterungsimmissionen wird für repräsentative Ausbreitungsbedingungen und typische Gebäudetypen durchgeführt. Die Erschütterungsimmissionen werden anhand von Ausbreitungskurven ermittelt, für die eine Beurteilung in beliebigen Abständen möglich ist.

Für die relevanten Bauaktivitäten werden empirisch ermittelte Emissionsspektren herangezogen und mit Hilfe von Ausbreitungs- und Übertragungsmodellen in Abhängigkeit des Abstandes zur Immissionsquelle ausgewertet. Die Emissionen werden mittels Terzbandspektren der Schwingschnelle in dB dargestellt. Erschütterungsemissionen sind hierbei Schwingungen, die von Baumaschinen in den Untergrund eingeleitet werden, und beziehen sich jeweils auf eine Messposition im Boden und in 8 m Abstand zum Emittenten (Bezugsabstand). Die Emissionsspektren sind keine exemplarischen Spektren, sondern stellen eine obere Einhüllende der bei unterschiedlichen Bodenverhältnissen anzutreffenden Emissionen dar. Die für die Prognoseberechnung berücksichtigten Emissionsspektren sind in **Anhang 2** dokumentiert.

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

Dem Ausbreitungsmodell wird die entfernungsbedingte Erschütterungsabnahme nach **DIN 4150-1** /2/ zu Grunde gelegt. Hierin enthalten ist die geometrische

Amplitudenabnahme, die durch die Verminderung der Energiedichte mit wachsender Entfernung von der Erschütterungsquelle hervorgerufen wird und abhängig ist vom Quellentyp und der Wellenart. Die zusätzliche Minderung der Amplituden durch Absorption der Schwingungsenergie im Boden (Materialdämpfung) erfolgt frequenzabhängig und beinhaltet den Dämpfungsgrad D und die Ausbreitungsgeschwindigkeit im Boden. Für Voruntersuchungen sind im Sinne einer oberen Abschätzung günstige Ausbreitungsbedingungen zu berücksichtigen. Der Dämpfungsgrad D kann mit maximal 0,01 (entsprechend Lockergestein) angesetzt werden.

Da für die Beurteilung der Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden ein Immissionsort innerhalb von schutzwürdigen Räumen jeweils in Raummitte maßgeblich ist, ist für die Durchführung von Prognoseberechnungen das Übertragungsverhalten des Bauwerkes zu berücksichtigen. Im Rahmen der Beurteilung der vom Baustellenbetrieb auf Menschen einwirkenden Erschütterungsimmissionen werden hierzu typische „Übertragungsfunktionen“ angenommen. Die Übertragung von Erschütterungen vom Boden auf ein Gebäudefundament (T_2 -Funktion) wird mit der in **Anhang 3.1** angegebenen Übertragungsfunktion ermittelt. Für die Berücksichtigung des Übertragungsverhaltens innerhalb von Gebäuden wird die in **Anhang 3.2** angegebene Übertragungsfunktion (T_3 -Funktion) berücksichtigt. Diese angegebene „Übertragungsfunktion“ ist nicht eine repräsentative Übertragungsfunktion, sondern stellt wie auch bereits bei den Emissionsspektren praktiziert die obere Einhüllende aller möglichen Übertragungsfunktionen von Gebäuden dar. Die Anwendung dieser Übertragungsfunktion berücksichtigt, dass zwischen 12 und 63 Hz resonanzbedingte Übertragungsfaktoren in einzelnen Frequenzbändern bis zu einem Übertragungsmaß von 15 dB auftreten können. Die Anwendung dieser Funktion gewährleistet, dass die Betrachtungen zu den Baustellenerschütterungen im Sinne oberer Abschätzungen der tatsächlich auftretenden Erschütterungen erfolgen werden.

Die Beurteilung der Erschütterungseinwirkungen aus dem Baustellenbetrieb erfolgt hinsichtlich

- Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden
- Einwirkungen auf bauliche Anlagen
- Einwirkungen auf betriebstechnische Anlagen

Für die maßgeblichen Vorgänge werden unter Zugrundelegung der angegebenen Transferfunktionen die gemäß **DIN 4150-2** /3/ relevanten Beurteilungsgrößen, die maximale bewertete Schwingstärke (KB_{Fmax}) und die Beurteilungsschwingstärke (KB_{FTr}) ermittelt. Zur Beurteilung der Einwirkungen auf bauliche Anlagen ist gemäß **DIN 4150-3** /4/ der Maximalwert der unbewerteten Schwingschnelle (v_{max}) zu bestimmen. Für die Beurteilung der Einwirkungen auf betriebstechnische An-

lagen, im Regelfall EDV-Anlagen, wird ebenfalls der Maximalwert der unbewerteten Schwingschnelle herangezogen.

6 Anforderungen an den Erschütterungsschutz

6.1 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Für die Ermittlung von Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden wird das in **DIN 4150-2 /3/** beschriebene Beurteilungsverfahren angewendet. Hierfür sind die Beurteilungsgrößen KB_{Fmax} und $KB_{FT,r}$ mit den Anhaltswerten der Norm zu vergleichen. Zunächst erfolgt ein Vergleich der maximalen bewerteten Schwingstärke KB_{Fmax} mit den Anhaltswerten A_u und A_o . Ist KB_{Fmax} kleiner oder gleich dem Anhaltswert A_u , dann ist die Anforderung der Norm eingehalten. Ist KB_{Fmax} größer als der Anhaltswert A_o , dann ist die Anforderung der Norm nicht eingehalten. Für Einwirkungen bei denen KB_{Fmax} größer als A_u aber kleiner als A_o ist, ist in einem weiteren Prüfschritt die Beurteilungsschwingstärke $KB_{FT,r}$ zu ermitteln und mit dem Anhaltswert A_r zu vergleichen. Ist $KB_{FT,r}$ kleiner oder gleich A_r , sind die Anforderungen der Norm eingehalten.

Tabelle 2: Anhaltswerte für Erschütterungseinwirkungen durch Baumaßnahmen außer Sprengungen

Dauer	D ≤ 1 Tag			6 Tg. < D ≤ 26 Tg.			26 Tg. < D ≤ 78 Tg.		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Anhaltswerte	A_u	A_o *)	A_r	A_u	A_o *)	A_r	A_u	A_o *)	A_r
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 $A_o = 6$

Die Anhaltswerte gelten ausschließlich für den Tagzeitraum (6.00 Uhr bis 22.00 Uhr), die Beurteilung erfolgt in 3 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, falls 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.

Für die zeitlich begrenzten Erschütterungen bei Baumaßnahmen werden orientierend Anhaltswerte nach der **DIN 4150-2** /3/ herangezogen. Die Anhaltswerte richten sich nach der Anzahl von Tagen, an denen Erschütterungseinwirkungen stattfinden. Die zu berücksichtigenden Anhaltswerte sind in **Tabelle 2** festgehalten.

Bei einer Einwirkdauer D zwischen 1 Tag und 6 Tagen sind die Anhaltswerte entsprechend zu interpolieren. 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 Ländesausschusses für Immissionsschutz (LAI) /5/ für Einwirkdauern von mehr als 78 Tagen eine Beurteilung nach den Anhaltswerten der **DIN 4150-2**, Tabelle 1 für zeitlich unbegrenzte Einwirkungen gefordert. Bei der Dauer der einwirkenden Erschütterungen ist gemäß **DIN 4150-2**, Kapitel 6.5.4.2 nicht die Dauer der Baumaßnahme, sondern die zusammenhängende Anzahl der Tage zu verstehen, an denen tatsächlich Erschütterungseinwirkungen entstehen. Im vorliegenden Fall kann davon ausgegangen werden, dass für keine der erschütterungsrelevanten Bauaktivitäten eine zusammenhängende Einwirkdauer von mehr als 78 Tagen für die untersuchten Bereiche vorliegt. Demzufolge sind für die Beurteilung im Tagzeitraum die Anhaltswerte der **DIN 4150-2**, Tabelle 1 für die Beurteilung der im PFA 1.3 erschütterungsrelevanten Bauaktivitäten heranzuziehen.

Für im Nachtzeitraum (22.00 Uhr bis 6.00 Uhr) auftretende Erschütterungen gelten die Anhaltswerte nach **DIN 4150-2**. Eine Zusammenstellung der Anforderungen findet sich in **Tabelle 3**.

Tabelle 3: Anhaltswerte A für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen nach **DIN 4150-2**, Juni 1999 /3/

Zeile	Gebietsnutzung	Tag			Nacht		
		A _u	A _o	A _r	A _u	A _o	A _r
1	Industriegebiet	0,40	6,00	0,20	0,30	0,60	0,15
2	Gewerbegebiet	0,30	6,00	0,15	0,20	0,40	0,10
3	Mischgebiet	0,20	5,00	0,10	0,15	0,30	0,07
4	Wohngebiet	0,15	3,00	0,07	0,10	0,20	0,05
5	Sondergebiete*	0,10	3,00	0,05	0,10	0,15	0,05

*besonders schutzbedürftige Einwirkungsorte z. B. Krankenhäuser, Kurkliniken

Bei der Ermittlung der Beurteilungsschwingstärken ist zu beachten, dass der Zeitraum von 6.00 Uhr bis 22.00 Uhr als Tagzeitraum anzusehen ist. Die Zeiträume von 6.00 Uhr bis 7.00 Uhr und von 19.00 Uhr bis 22.00 Uhr sind gemäß **DIN 4150-2** Kapitel 3.7.4 als Ruhezeiten einzustufen. Nach Abschnitt 6.4.2 sind die Einwirkzeiten innerhalb der Ruhezeiträume mit dem Faktor 2 zu gewichten.

6.2 Einwirkungen auf bauliche Anlagen

Für die Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen auf bauliche Anlagen wird die **DIN 4150-3** /4/ herangezogen. Die Norm nennt Anhaltswerte, bei deren Einhaltung Schäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes von Gebäuden nicht zu erwarten sind. Eine Verminderung des Gebrauchswertes von Gebäuden oder Gebäudeteilen durch Erschütterungseinwirkungen im Sinne dieser Norm ist z. B. die Beeinträchtigung der Standsicherheit von Gebäuden und Bauteilen sowie die Verminderung der Tragfähigkeit von Decken. Bei Wohngebäuden wird auch bei Rissbildung in Putz und Wänden von einer Minderung des Gebrauchswertes ausgegangen. Die zu berücksichtigenden Anhaltswerte für Gebäudefundamente sowie die Deckenebene des obersten Vollgeschosses für kurzzeitige Erschütterungen sind in **Tabelle 4** ersichtlich.

Als kurzzeitige Erschütterungen sind Einwirkungen beim Betrieb von Fallrammen sowie bei Lkw-Vorbeifahrten zu werten. Neben den in **Tabelle 4** genannten Anhaltswerten nennt die **DIN 4150-3** einen Anhaltswert von

$$A_v = 20 \text{ mm/sec}$$

für das Auftreten kurzzeitiger **vertikaler** Deckenschwingungen.

Tabelle 4: Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit v_i zur Beurteilung der Wirkung von kurzzeitigen Erschütterungen auf Bauwerke nach **DIN 4150-3 /4/**

Zeile	Gebietsnutzung	Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit v_i in mm/s			
		Fundament Frequenz [Hz]			Oberste Deckenebene, horizontal,
		<10 Hz	10–50	50–100*	alle Frequenzen
1	Gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten	20	20 - 40	40 -	0,15
2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und / oder Nutzung gleichartige Bauten	0,30	6,00	0,15	0,10
3	Bauten die wegen ihrer besonderen Erschütterungsempfindlichkeit nicht denen nach Zeile 1 und 2 entsprechen und besonders erhaltenswert (z.B. unter Denkmalschutz stehend) sind.	0,20	5,00	0,10	0,07

* Bei Frequenzen über 100 Hz dürfen mindestens die Anhaltswerte für 100 Hz angesetzt werden

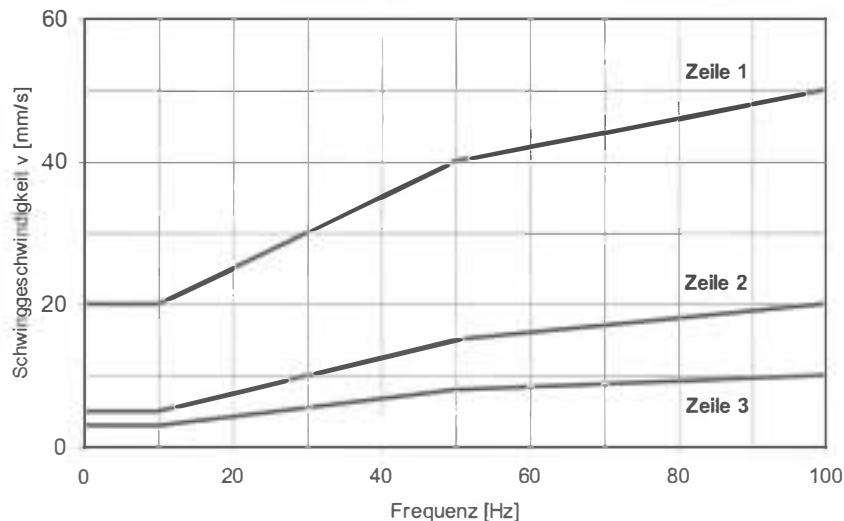
Das Einvibrieren der Spundbohle zählt im Sinne der DIN 4150 Teil 2 und Teil 3 nicht zu den kurzzeitigen sondern zu den stationären Erschütterungen.

Im Gegensatz zu den kurzzeitigen instationären Erschütterungen kann bei stationären dauerhaften Einwirkungen im Resonanzbereich der Geschossdecken zu Ermüdungserscheinungen der Bauteile kommen. Bei instationären Einwirkungen hingegen werden die Resonanzfrequenzen der Geschossdecken nur kurzzeitig angeregt, wodurch es zu keinen Ermüdungserscheinungen kommt. Die **DIN 4150-3 /4/** nennt in Abschnitt 6.2 einen Anhaltswert für die vertikale Schwinggeschwindigkeit v_i von bis zu

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

auf den Geschossdecken von gewerblich genutzten Gebäuden und Wohngebäuden, bei denen es erfahrungsgemäß nicht zu Schäden kommt, selbst wenn die bei der statischen Bemessung zulässigen Spannungen voll in Anspruch genommen sind.

Abbildung 1: Graphische Darstellung der Fundament-Anhaltswerte



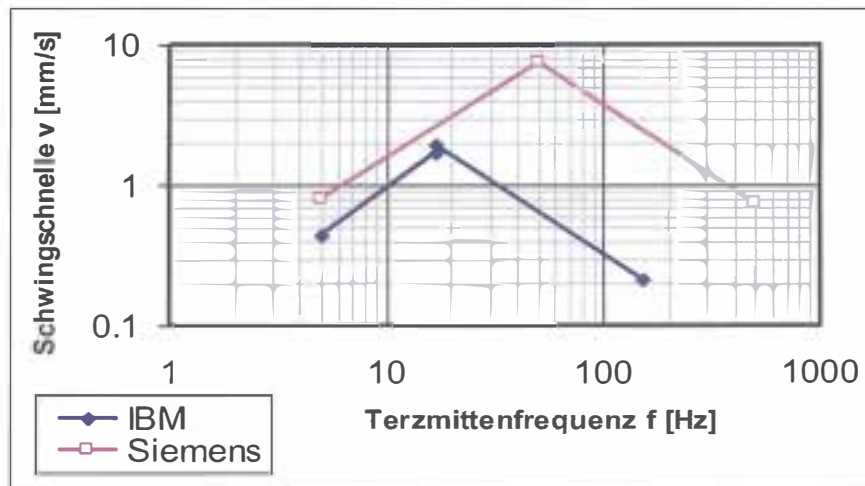
6.3 Einwirkungen auf betriebstechnische Anlagen

Bei der Beurteilung von Einwirkungen auf betriebstechnische Anlagen ist man in der Regel auf Herstellerangaben zu zulässigen Erschütterungseinwirkungen angewiesen. In der weit überwiegenden Anzahl der Fälle sind in diesem Zusammenhang die Schwingungen auf EDV-Anlagen zu beurteilen. Hierbei kommt es nicht nur darauf an, dass physikalische Schäden an den Geräten vermieden werden, sondern vielmehr auch darauf, dass es in Folge der dynamischen Beanspruchung der Geräte zu keinen „spontanen Abstürzen“ kommt, die im Normalfall zu Datenverlusten führen und eine erhebliche Beeinträchtigung von Betriebsabläufen bedeuten können.

In Abbildung 2 sind Grenzkurven der Firmen Siemens und IBM dargestellt.

Beim Baustellenbetrieb in Bereichen, in deren Umfeld sich EDV-Anlagen befinden, sollte ein Unterschreiten der angegebenen Grenzkurven angestrebt werden. Sollte dies aufgrund der erforderlichen Baumaßnahmen nicht möglich sein und auch der Einsatz anderer erschütterungsärmer Bauverfahren ausscheiden, so ist durch geeignete organisatorische Maßnahmen sicherzustellen, dass es zu keinen erheblichen Beeinträchtigungen kommt. Dies kann z. B. bedeuten, dass die erschütterungsintensiven Tätigkeiten in Zeiträumen ausgeführt werden, in denen die Rechneranlagen nicht betrieben werden.

Abbildung 2: Zulässige Erschütterungsimmissionen für EDV-Anlagen nach Herstellerangaben



7 Untersuchungsergebnisse

7.1 Bebauung Angriffspunkt Station NBS

Nordöstlich der Baustelleneinrichtungsfläche des Angriffspunktes Station NBS verläuft die Baustraße **Angriffspunkt** Station NBS. Der minimale Abstand zur Mitte des nächstgelegenen Fahrstreifens wird hier für die drei Gebäude ca.

Hotel Mövenpick Flughafenstraße 51:	$s_{min} \cong 18$ 10 m
FSG-Verwaltungsgebäude:	$s_{min} \geq 100$ m
Kongresszentrum:	$s_{min} \geq 100$ m

betragen. Ferner werden am Angriffspunkt Station NBS im Bereich des zentralen Schachtes Spundwände mittels einer Vibrationsramme eingebracht. Diese sind zur Baugrubensicherung vorgesehen. Die Abstände zu den beiden Gebäuden betragen hier

Hotel Mövenpick Flughafenstraße 51:	$s_{min} \approx 30$ 45 m
FSG-Verwaltungsgebäude:	$s_{min} \approx 80$ 67 m
Kongresszentrum:	$s_{min} \approx 90$ 74 m.

7.1.1 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Die sich ergebende maximal bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} die auf den Geschoßdecken von repräsentativen Räumen aus der Anregungen von LKW-Verkehr auf schlechter Fahrbahn resultiert, ist in **Anhang 5.1**, Seite 1 dargestellt. Im ~~Hotel Mövenpick~~ Gebäude Flughafenstraße 51 liegt diese Schwingstärke bei

$$KB_{Fmax} \leq \del{0,10} \mathbf{0,15}.$$

Der untere Anhaltswert der **Stufe I** gemäß **DIN 4150-2** für den Tagzeitraum von

$$A_u = \mathbf{0,30}$$

wird somit unterschritten. Aufgrund der Unterschreitung ist davon auszugehen, dass durch den Schwerlastverkehr auf der Baustraße ~~Angriffspunkt~~-Station NBS nicht mit erheblichen Belästigungen durch Erschütterungen während des Tagzeitraumes zu rechnen ist. Für das FSG-Verwaltungsgebäude und das Kongresszentrum ergibt sich eine maximale bewertete Schwingstärke von

$$KB_{Fmax} < \mathbf{0,1}.$$

Diese Schwingstärke liegt im Bereich der Fühlschwelle des menschlichen Empfindens und führt daher auch bei einer Vielzahl von Fahrzeugen im Tagzeitraum nicht zu erheblichen Belästigungen.

Die maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} in Abhängigkeit vom Abstand resultierend aus den Vibrationsrammungen ist in **Anhang 4.2**, Seite 1 graphisch dargestellt. Bei einem Abstand von ca. ~~30~~ **45 m zum Gebäude Flughafenstraße 51 am Hotel Mövenpick** für den ungünstigsten Fall (An- und Auslaufphase) sind bewertete Schwingstärken in der Größenordnung von

$$KB_{Fmax} \cong \del{4,7} \mathbf{2,2}$$

zu erwarten. Für das FSG-Verwaltungsgebäude und das Kongresszentrum werden maximale Schwingstärken im Bereich von

$$KB_{Fmax} \leq \cong \mathbf{1,5}$$

erreicht. Die angegebenen Schwingstärken unterschreiten den in **Tabelle 2** angegebenen, für Mischgebietsnutzungen zu Grunde zu legenden oberen Anhaltswert von

$$A_o = \mathbf{5,0}$$

Stuttgart 21 - PFA 1.3a

Anlage 17.2: Bauerschütterungen

für den Tagzeitraum, so dass sich durch geeignete organisatorische Maßnahmen die Gewährleistung des Immissionsschutzes erreichen lässt. Der zeitliche Umfang der reinen Vibrationsrammarbeiten ist so zu wählen, dass die angegebenen Beurteilungsschwingstärken eingehalten werden können.

Die sich ergebenden Beurteilungsschwingstärken in Abhängigkeit von der täglichen Einsatzdauer sind in **Anhang 4.2**, Seite 2 dargestellt. Der maßgebende Abstand ist der ~~Gebäude~~Abstand des ~~Hotel Mövenpicks~~ Gebäudes Flughafenstraße 51 zum Emittenten. Es wird davon ausgegangen, dass die Baumaßnahme zur Herstellung der Baugrubensicherung infolge Spundwände eine Einwirkdauer von weniger als 26 Tagen haben wird. Wie zu erkennen ist, ~~kann~~ wird der Beurteilungsanhaltswert A_r der **Stufe III** ~~bei einer Reduzierung der täglichen reinen Einsatzdauer auf~~ selbst bei einer Einsatzdauer von

$$T_E = 9 \text{ 16 Stunden}$$

~~noch unterschritten werden.~~ Zur Einhaltung der Anhaltswerte der **Stufe II** ist die Reduzierung der täglichen Einsatzdauer auf

$$T_E = 3 \text{ 7 Stunden}$$

erforderlich. Des Weiteren sind die in **Anhang 6** genannten Maßnahmen gemäß DIN 4150-2, Abschnitt 6.5.4.3 a) bis e) zu ergreifen um erhebliche Belästigungen zu vermeiden. Sollte die Reduzierung der täglichen Einsatzdauer auf **3 7 Stunden** zur Einhaltung der Anhaltswerte der **Stufe II** aus betrieblichen Gründen nicht möglich sein, so ist der Nachweis der tatsächlich auftretenden Erschütterungen durch Messungen bei Beginn der Vibrationsrammungen (siehe hierzu DIN 4150-2, Abschnitt 6.5.4.3 Maßnahme f)) durchzuführen. Sollten die Messungen ergeben, dass die Schwingungsimmissionen die Anhaltswerte der **Stufe III** unterschreiten, so ist ein weiterer Betrieb ohne besondere Maßnahmen möglich. Für den Fall, dass die KB-Werte die Anhaltswerte der **Stufe III** überschreiten, ist ein weiterer Betrieb nur mit besonderen Maßnahmen möglich.

Im Baustellenregelbetrieb finden während des Nachtzeitraums keine Logistikbewegungen statt. Ferner wird davon ausgegangen, dass keine Vibrationsrammungen zur Herstellung des Baugrubenverbaus im Nachtzeitraum durchgeführt werden. Dadurch entstehen keine erschütterungstechnisch relevanten Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden im Sinne der **DIN 4150-2**.

7.1.2 Einwirkungen auf bauliche Anlagen

Die maximalen Schwinggeschwindigkeiten in typischen Geschossbauten infolge des Schwerlastverkehrs auf den Baustraßen sind in **Anhang 5.1** dargestellt. Sie

Stuttgart 21 - PFA 1.3a

Anlage 17.2: Bauerschütterungen

werden für das FSG-Verwaltungsgebäude und das Kongresszentrum am Fundament ca.

$$v_{\max} < 0,1 \text{ mm/s}$$

und auf den Geschossdecken im Bereich von

$$v_{\max} < 0,1 \text{ 0,3 mm/s}$$

betragen. Für das ~~Hotel Mövenpick~~ Gebäude Flughafenstraße 51 ergeben sich Schwinggeschwindigkeiten am Fundament und auf der Geschosdecke infolge des Schwerverkehrs auf der Baustraße von

$$v_{\max} < 0,1 \text{ mm/s.}$$

Schwinggeschwindigkeiten dieser Größenordnung sind gemäß den Anforderungen der DIN 4150 Teil 3 als unkritisch einzustufen.

Die Schwinggeschwindigkeiten infolge der erforderlichen Vibrationsrammungen sind für die An- und Auslaufphase am Fundament des ~~Hotels Mövenpick Gebäu-~~ des Flughafenstraße 51 in der Größenordnung von

$$v_{\max} \leq 2 \approx 1,2 \text{ mm/s}$$

zu erwarten. Auf den Geschosdecke können sich Schwinggeschwindigkeiten ergeben von

$$v_{\max} \leq 7 \text{ 4,5 mm/s}$$

ergeben. Im Normalbetrieb resultieren maximale Schwinggeschwindigkeiten am Fundament / auf der Geschosdecke von

$$v_{\max} \leq 1 \text{ mm/s / 2 mm/s.}$$

Am FSG-Verwaltungsgebäude und ~~das~~ am Kongresszentrum werden für die An- und Auslaufphase am Fundament maximale Schwinggeschwindigkeiten von

$$v_{\max} < 0,1 \text{ mm/s}$$

erreicht. Auf den Geschosdecken sind Schwinggeschwindigkeiten von

$$v_{\max} < 3 \text{ 4 mm/s}$$

Stuttgart 21 - PFA 1.3a

Anlage 17.2: Bauerschütterungen

zu erwarten. Für den Normalbetrieb der Vibrationsramme resultieren am Fundament und auf der Geschossdecke Schwinggeschwindigkeiten von

$$v_{\max} \leq 1 \text{ mm/s.}$$

Beim Normalbetrieb der Vibrationsrammungen ergeben sich Erschütterungen, die gemäß **DIN 4150 Teil 1** und **3** nicht als kurzzeitige, sondern als stationäre Einwirkungen einzustufen sind. Es kann daher zu Resonanzerscheinungen kommen. Hier nennt die **DIN 4150-3** eine zulässige Schwinggeschwindigkeit auf der Geschossdecke von

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

Dieser Wert wird im ungünstigsten Fall zu **30 %** ausgeschöpft. Für die An- und Auslaufphase resultieren zwar höhere Immissionen, jedoch nennt die **DIN 4150-3** in Abschnitt 5.2 einen zulässigen Wert von

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

Dieser wird im ungünstigsten Fall zu ca. ~~35~~ **20 %** ausgeschöpft. Die resultierenden Schwinggeschwindigkeiten am Fundament sind sowohl für die An- und Auslaufphase, als auch für den Normalbetrieb für alle Gebäude als unkritisch einzustufen.

7.1.3 Einwirkungen auf betriebstechnische Anlagen

In den Büroräumen des FSG-Verwaltungsgebäudes und in den Räumen des Kongresszentrums können Schwinggeschwindigkeiten von bis zu 3 mm/s infolge der Vibrationsrammungen auftreten. Für das ~~Hotel Mövenpick~~ Gebäude Flughafenstraße 51 betragen die maximalen Schwinggeschwindigkeiten ca. ~~7~~ **4** mm/s. Somit werden die Anhaltswerte von EDV-Geräteherstellern für Frequenzen oberhalb von 10 Hz

$$A_{\text{EDV}} = 1 \dots 8 \text{ mm/s}$$

unterschritten. Es ist daher davon auszugehen, dass sich keine negativen Auswirkungen auf den Betrieb von EDV-Anlagen bedingt durch Baustellenerschütterungen ergeben werden.

8 Abschließende Bemerkungen

Die durchgeführten erschütterungstechnischen Untersuchungen zum Baustellenbetrieb im Bereich des PFA 1.3a belegen, dass aus dem Schwerverkehr auf den Baustraßen keine erheblichen Beeinträchtigungen durch Erschütterungsimmissionen

Stuttgart 21 - PFA 1.3a
Anlage 17.2: Bauerschütterungen

onen zu erwarten sind. Weder hinsichtlich der Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden noch hinsichtlich der Einwirkungen auf bauliche Anlagen oder betriebstechnische Anlagen, sind Konflikte zu erwarten.

Bei den Vibrationsrammungen zur Herstellung des Baugrubenverbaus ist die Einsatzdauer so zu reduzieren, dass es zu keinen erheblichen Belästigungen kommt. Ansonsten ist der Einsatz weniger erschütterungsintensiver Bauverfahren wie zum Beispiel ein Bohrträgerverbau in Erwägung zu ziehen.



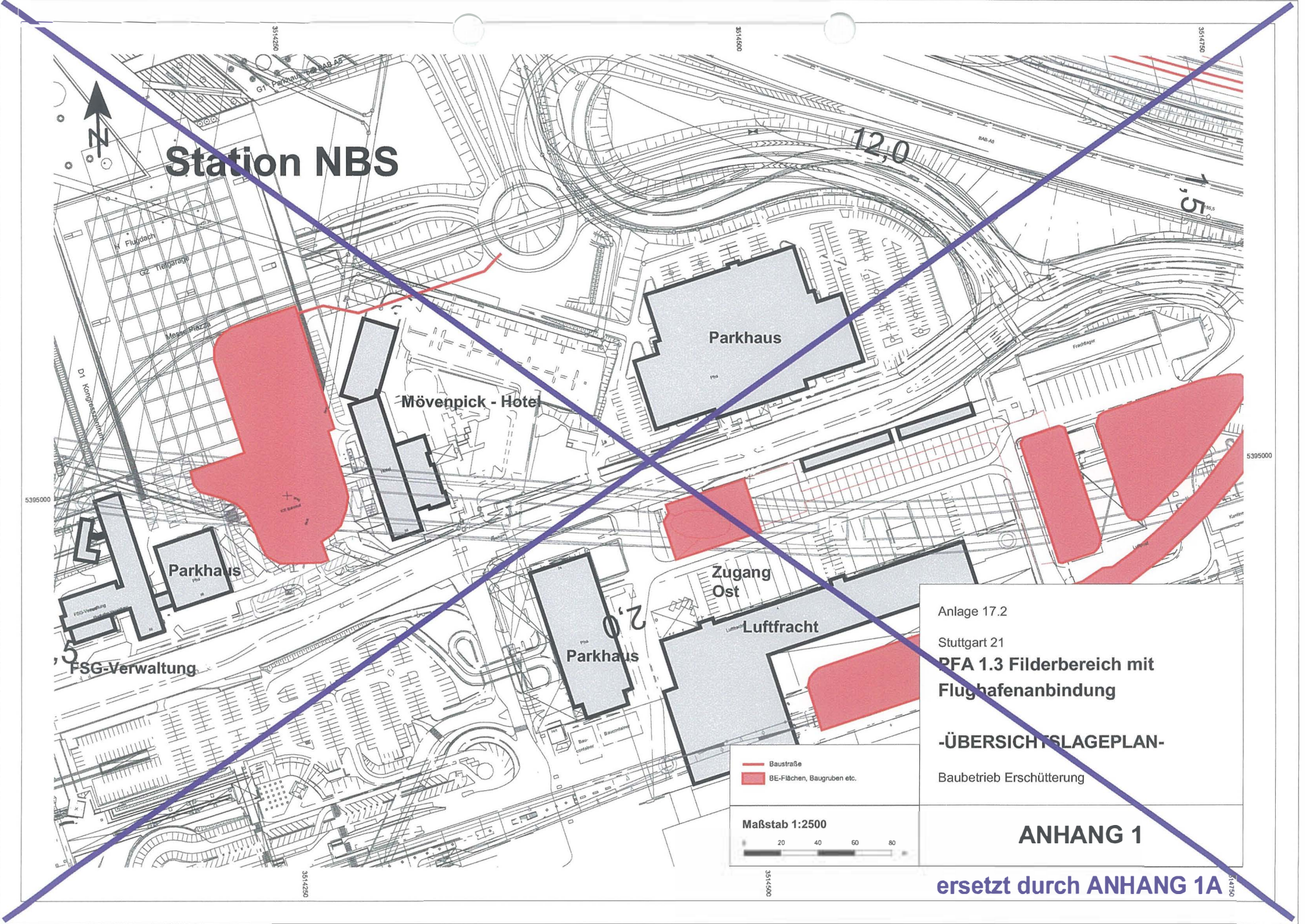
Dipl.-Phys. Peter Fritz



Dipl.-Ing. Rolf Schneider



ANHANG



Station NBS

Mövenpick - Hotel

Parkhaus

Parkhaus

PSG-Verwaltung

Parkhaus

Zugang Ost

Luftfracht

Anlage 17.2

Stuttgart 21

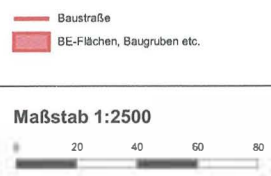
**PFA 1.3 Filderbereich mit
Flughafenanbindung**

-ÜBERSICHTSLAGEPLAN-

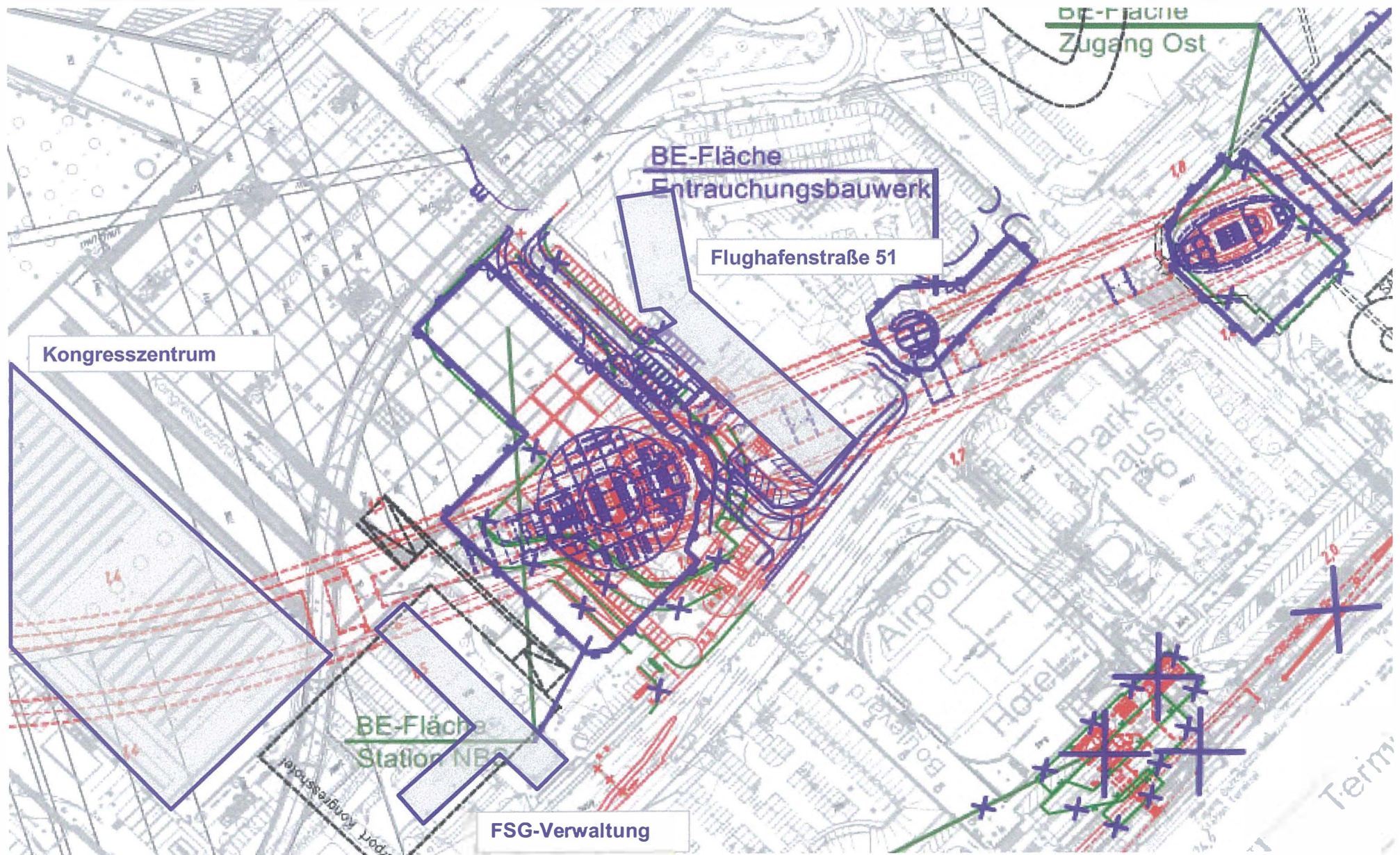
Baubetrieb Erschütterung

ANHANG 1

ersetzt durch ANHANG 1A



Übersichtslageplan - Baubetrieb Erschütterungen



— BE-Flächen, Baugruben, Baustraßen etc.

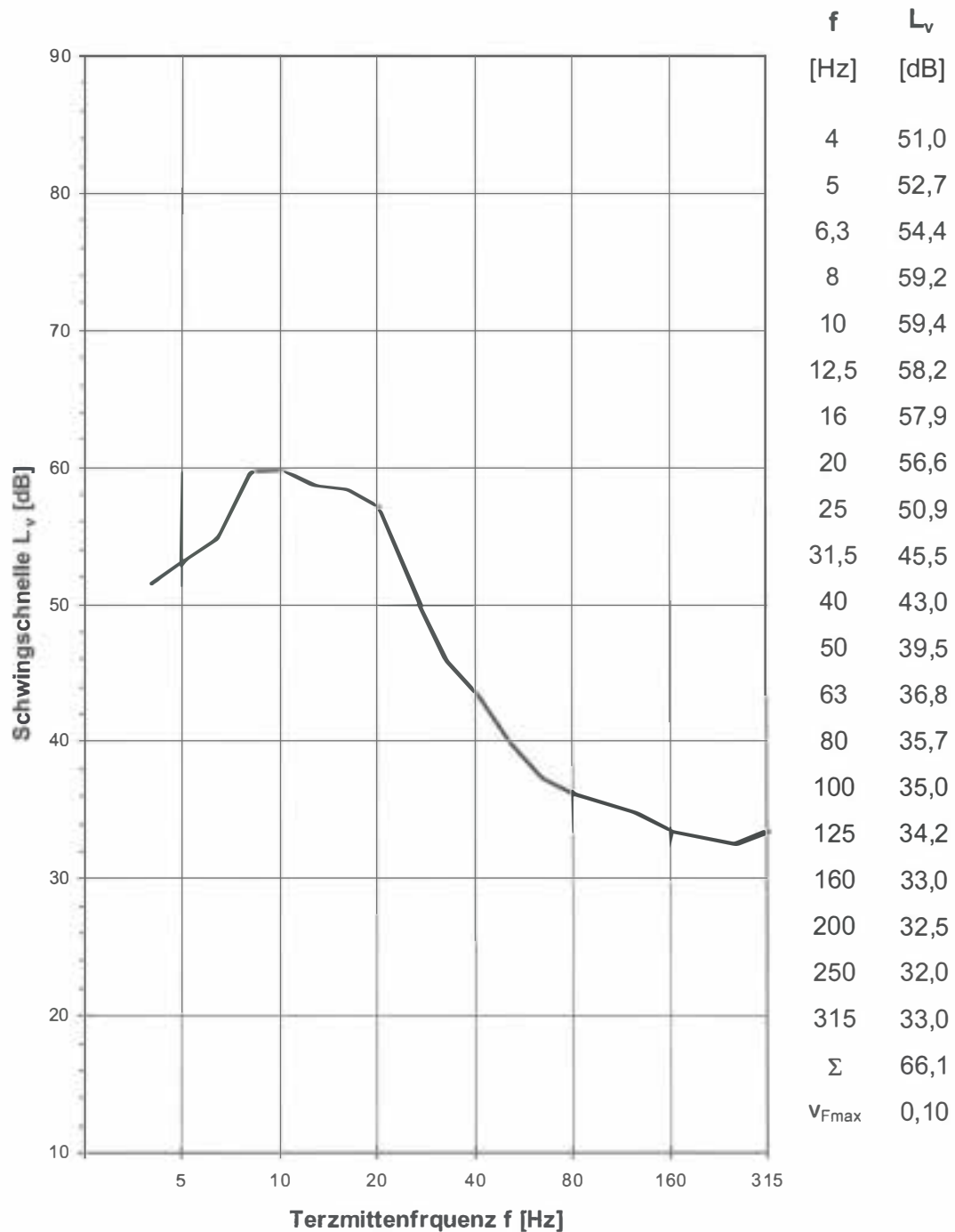


schutzbedürftige Bebauung

Emissionsspektrum Schwerlastverkehr

N:\1997\97400-Stuttgart-21\PIA_1.3\Bearbeitung ab 2009\IC-Bearbeitung\Erschütterungen\Bauerschütterungen\LKW.xls\jmax

Messpunkt (Abstand) 8 m
Schwingrichtung z
Fahrzeug LKW



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

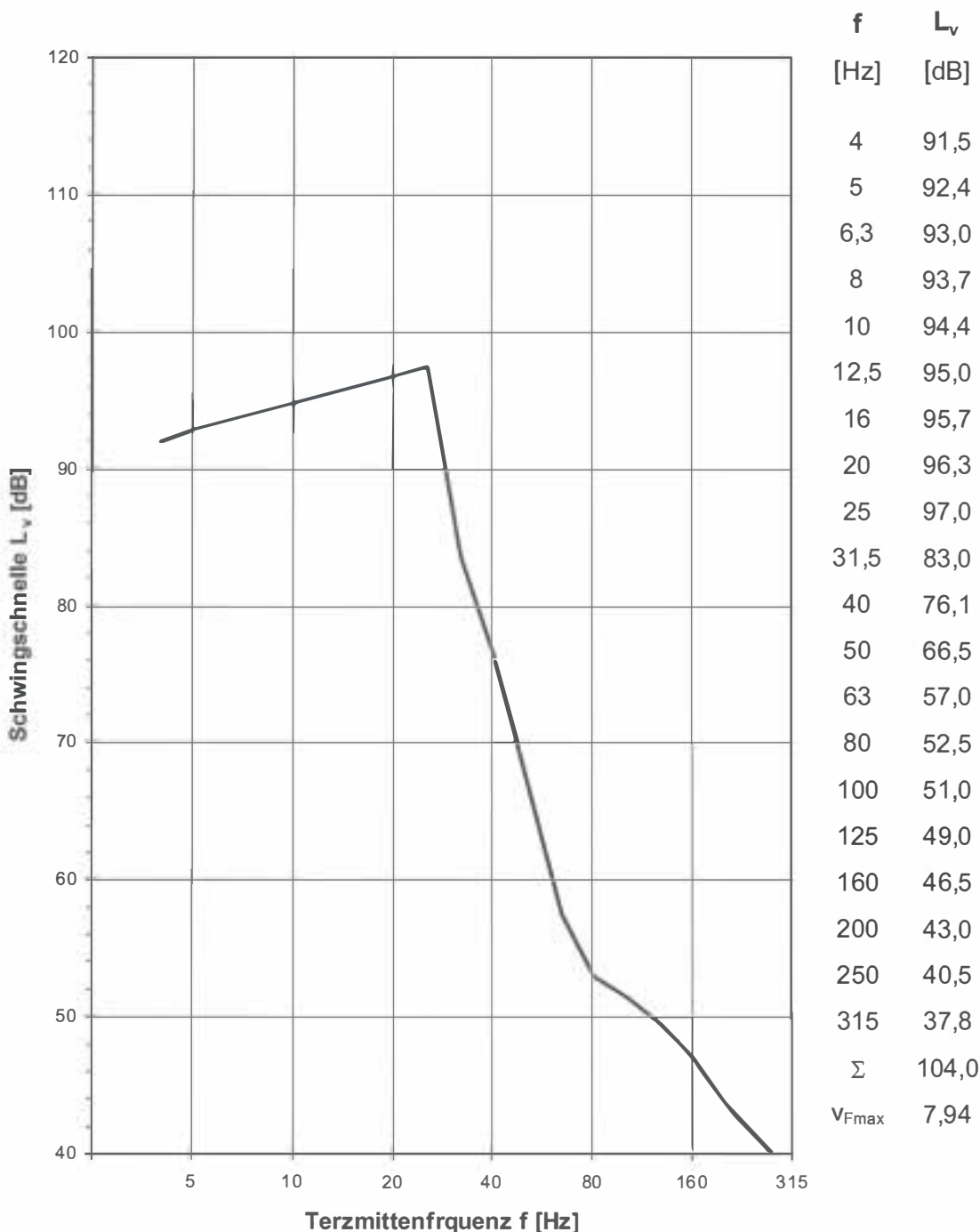
ANHANG 2.1

Emissionsspektrum

Vibrationsramme An- und Auslaufphase

N:\1997\97400-Stuttgart-21\PIA_1.3\Bearbeitung ab 2009\C-Bearbeitung\Erschütterungen\Bauerschütterungen\VRAMME.xls\Spektrum Normal

Messpunkt (Abstand) 8 m
 Schwingrichtung z
 Arbeitsfrequenz 25 Hz



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

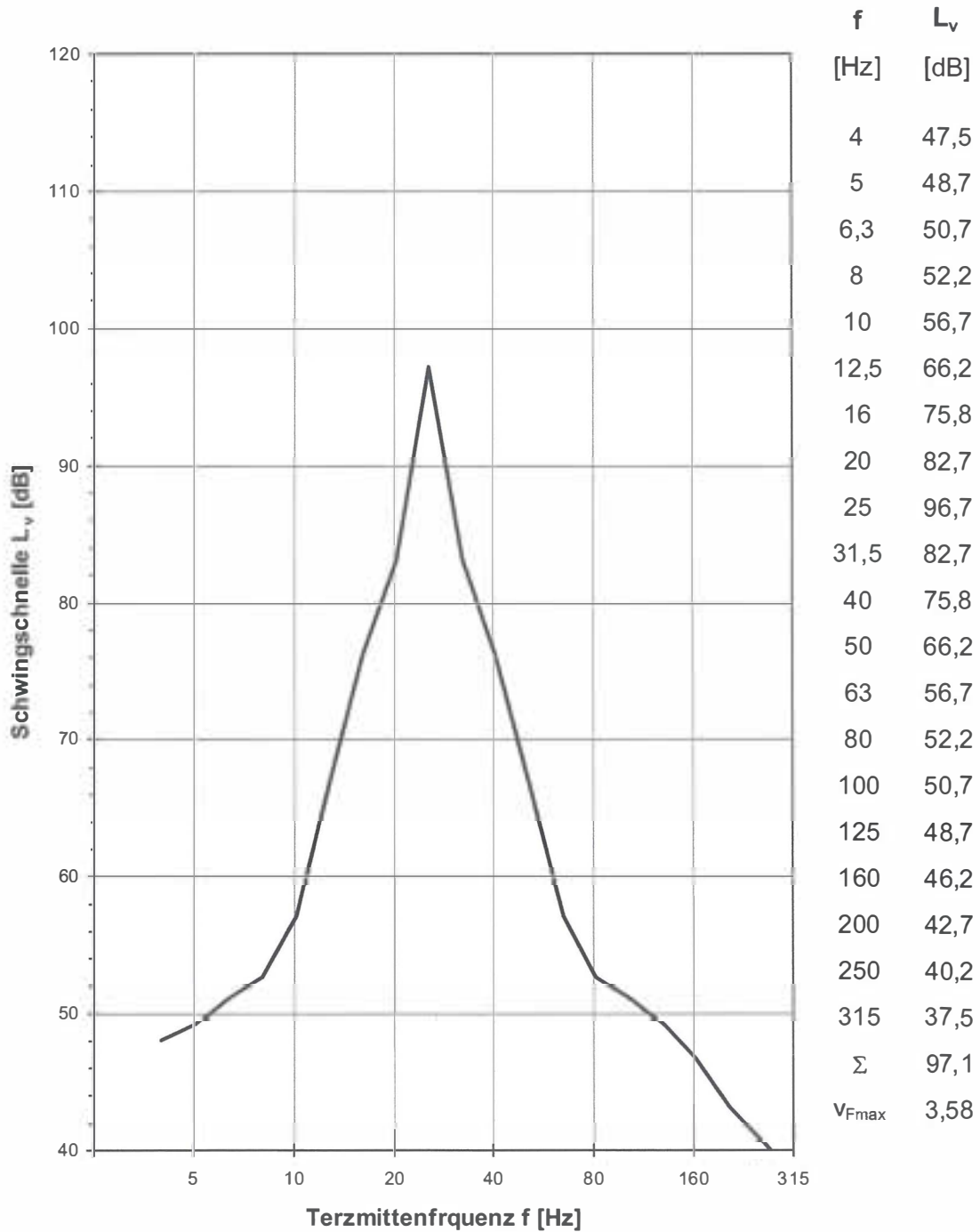
ANHANG 2.2

Emissionsspektrum

Vibrationsramme Normalbetrieb

N:\1997\97400-Stuttgart-21\IFA_1.3\Bearbeitung ab 2009\IC-Bearbeitung\Erschütterungen\Bauerschütterungen\VRAMME.xls\Spektrum Normal

Messpunkt (Abstand) 8 m
 Schwingrichtung z
 Arbeitsfrequenz 25 Hz



Referenz:

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

ANHANG 2.3

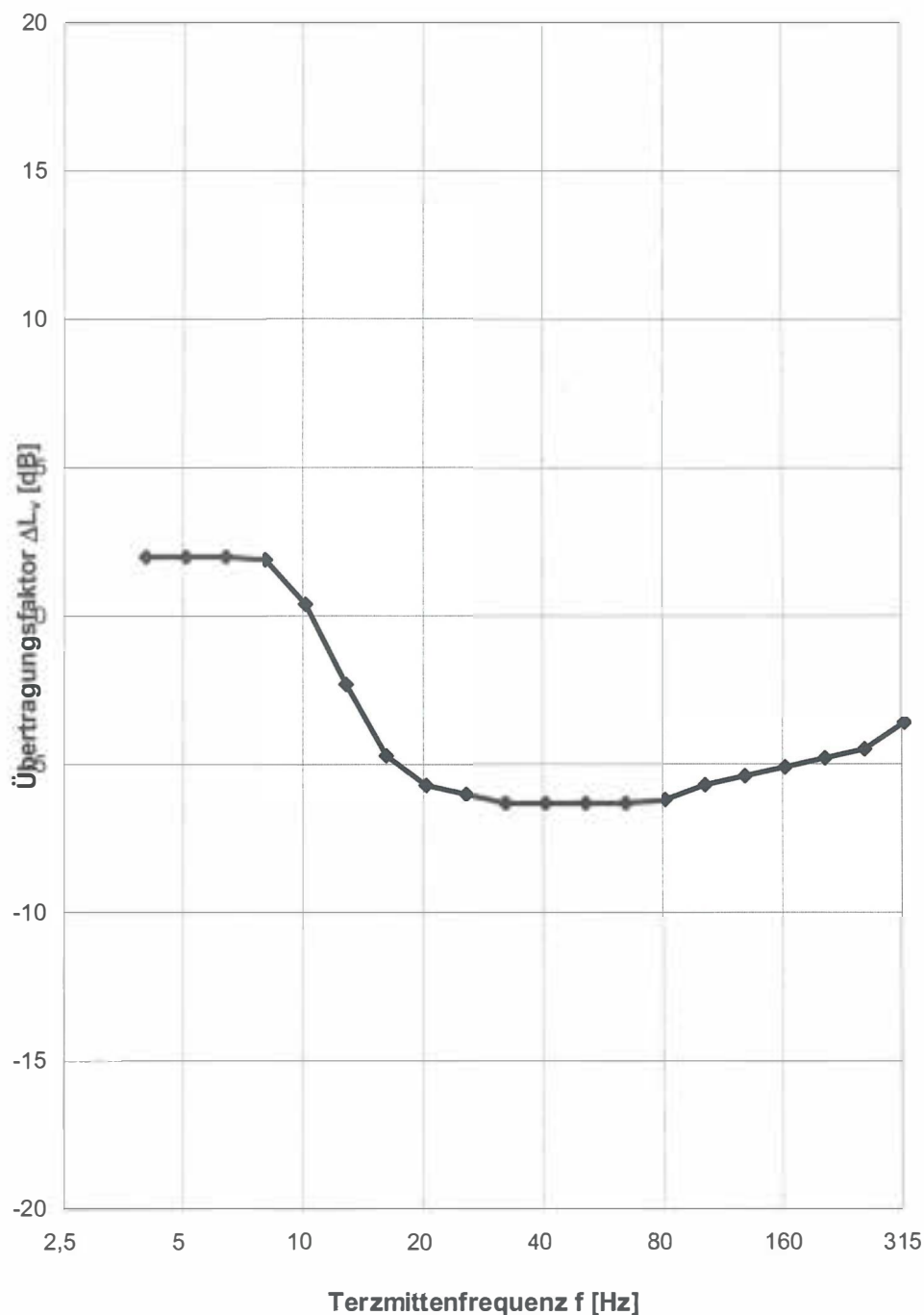
Übertragungsfunktion Erdreich-Fundament (T2) mehrgeschossige Gebäude

N:\1997\197400-Stuttgart 21\PfA_1.3\Bearbeitung ab 2009\IC-Bearbeitung\Erschütterungen\Bauerschütterungen\{LKW.xls\jmax

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

Gebäudetyp mehrgeschossige Gebäude in Massivbauweise

Schwingungsrichtung vertikal (z)



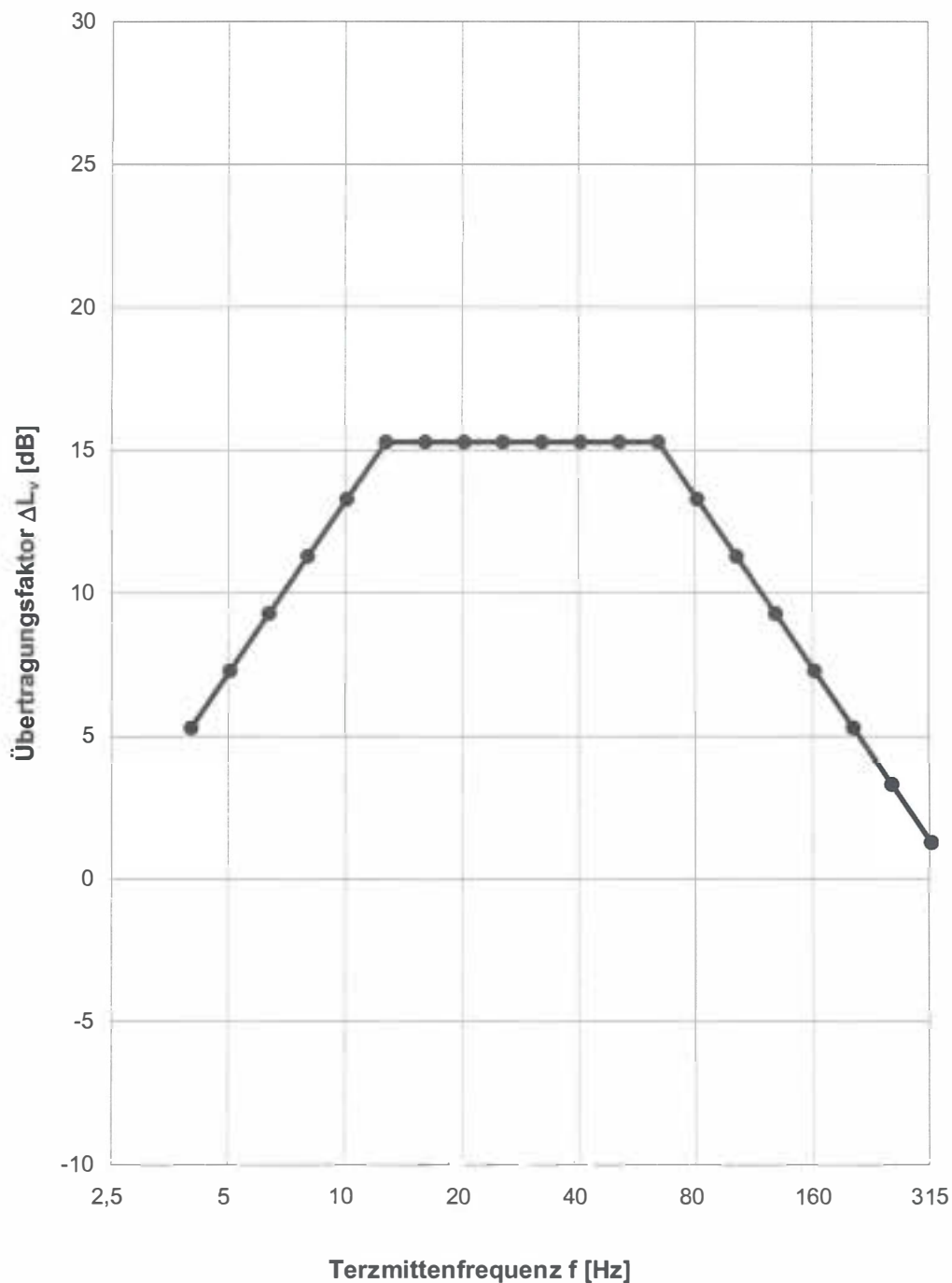
Übertragungsfunktion Fundament-Geschossdecke (T3)

N:\1997\97400-Stuttgart-21\PIA_1.3\Bearbeitung ab 2009\C-Bearbeitung\Erschütterungen\Bauerschütterungen\LKW.xls\ymax

Obere Einhüllende der Funktion für die Übertragung von Erschütterungen vom Gebäudefundament auf die Geschossdecken

Schwingungsrichtung

vertikal (z)

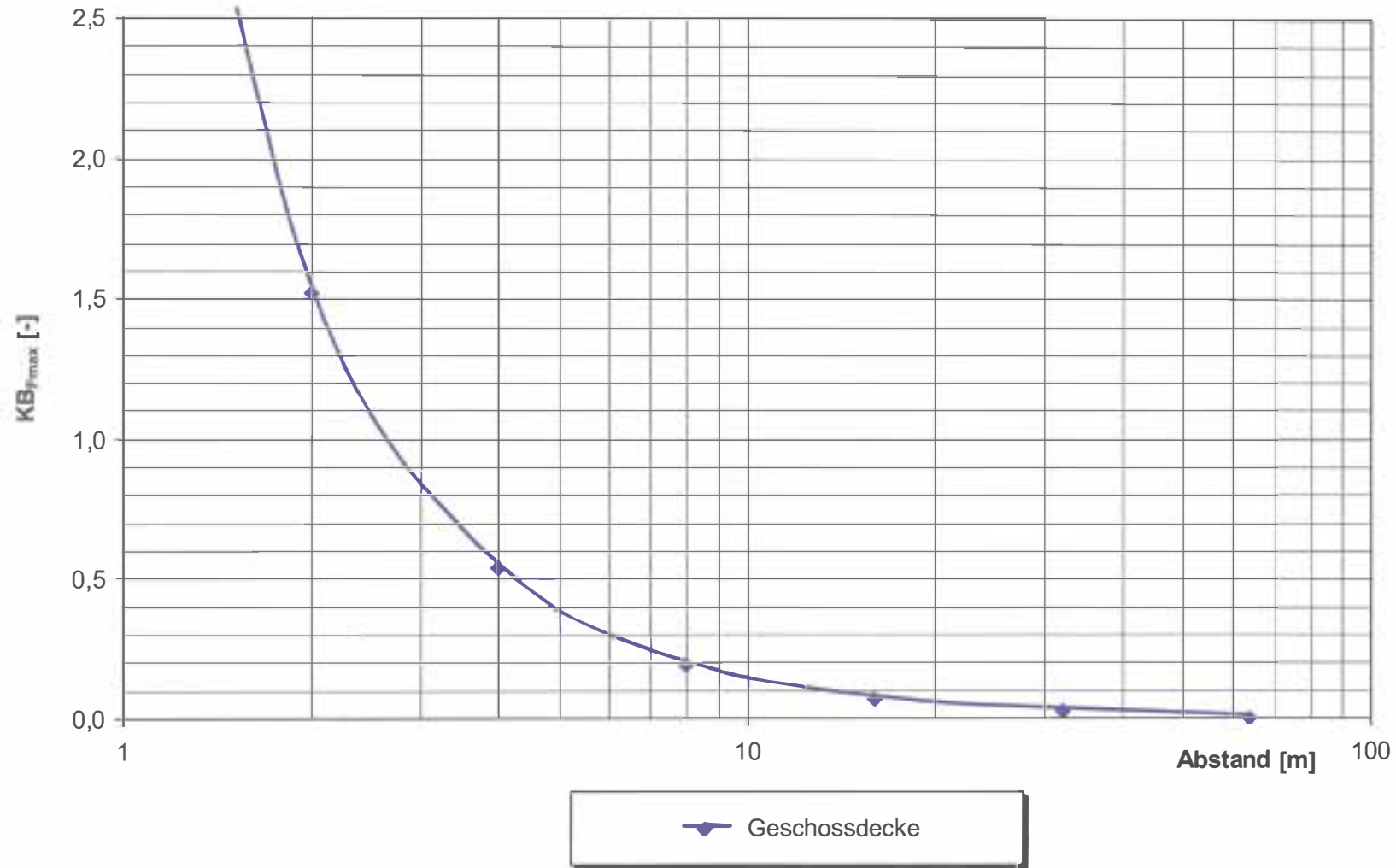


f [Hz]	ΔL_v [dB]
4	5,0
5	7,0
6,3	9,0
8	11,0
10	13,0
12,5	15,0
16	15,0
20	15,0
25	15,0
31,5	15,0
40	15,0
50	15,0
63	15,0
80	13,0
100	11,0
125	9,0
160	7,0
200	5,0
250	3,0
315	1,0

KB_{Fmax} in typischen Geschossbauten durch Schwerlastverkehr auf schlechter Straße

N:\1997\197400-Stuttgart-21\PIA_1.3\Bearbeitung ab 2009\IC-Bearbeitung\Erschütterungen\Bauerschütterungen\{LKW.xls}KB_{Fmax}

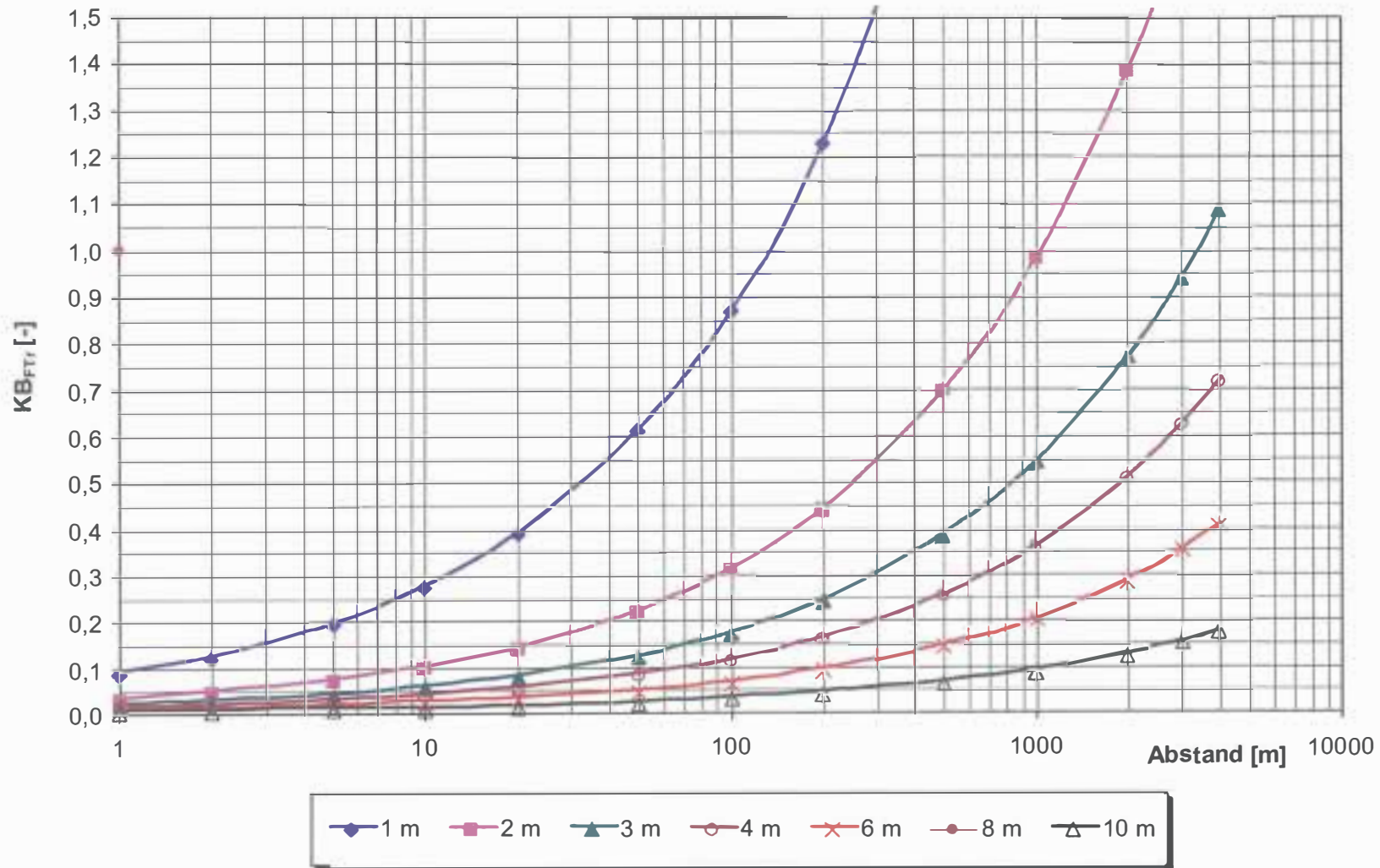
Maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax}



KB_{Fmax} in typischen Geschossbauten durch Schwerlastverkehr auf schlechter Straße

N:\1997\97400-Stuttgart-21\PA_1.3\Bearbeitung ab 2009\C-Bearbeitung\Erschütterungen\Bauerschütterungen\LKW.xls\KB_{Fmax}

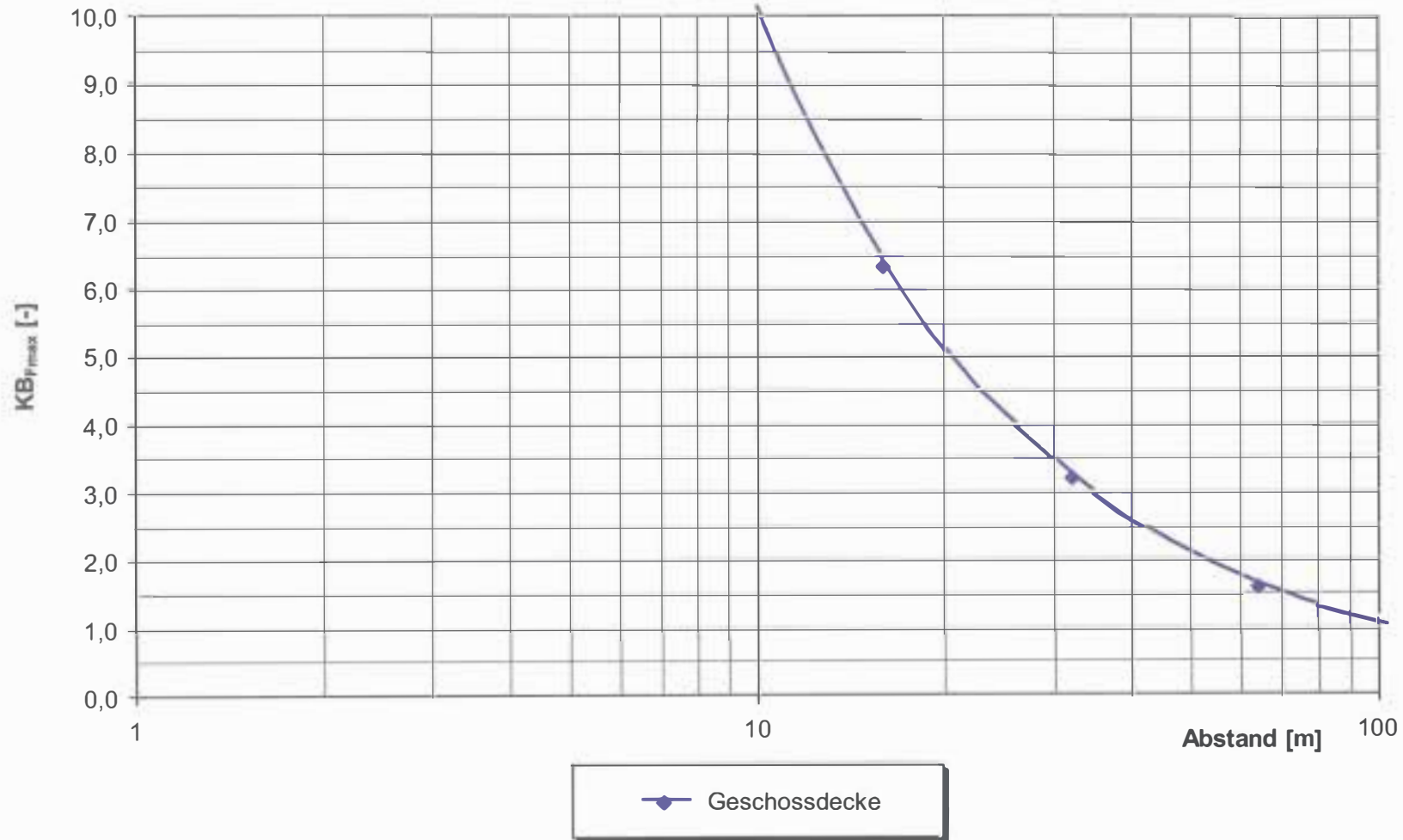
Beurteilungsschwingstärke KB_{FT_r}



KB_{Fmax} in typischen Geschossbauten durch Vibrationsramme

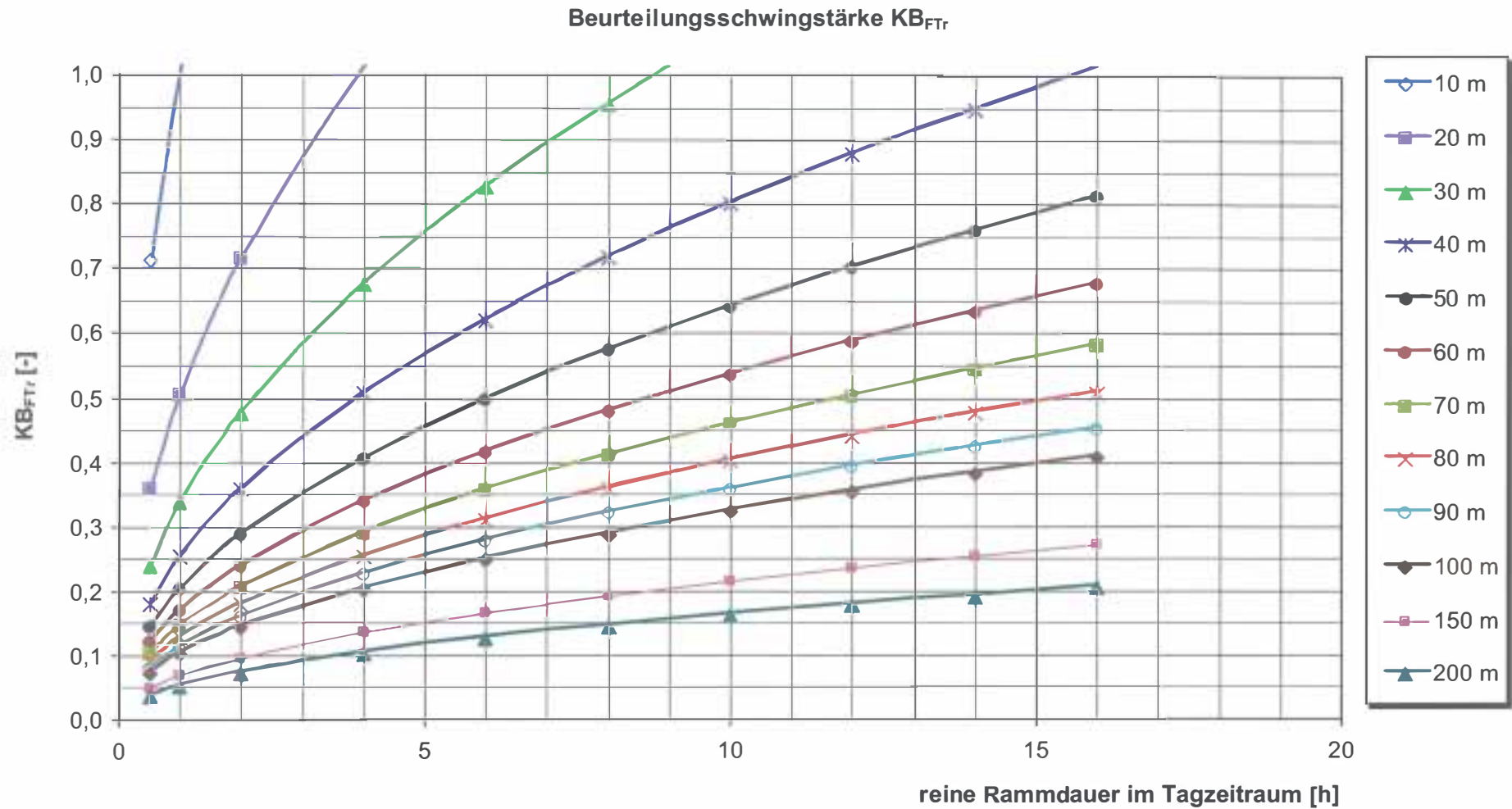
N:\1997\97400-Stuttgart-21\PIA_1.3\Bearbeitung ab 2009\IC-Bearbeitung\Erschütterungen\Bauerschütterungen\VRAMME.xls\KBFT.r

Maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} (bei An- und Auslaufphase)



KB_{Fmax} in typischen Geschossbauten durch Vibrationsramme

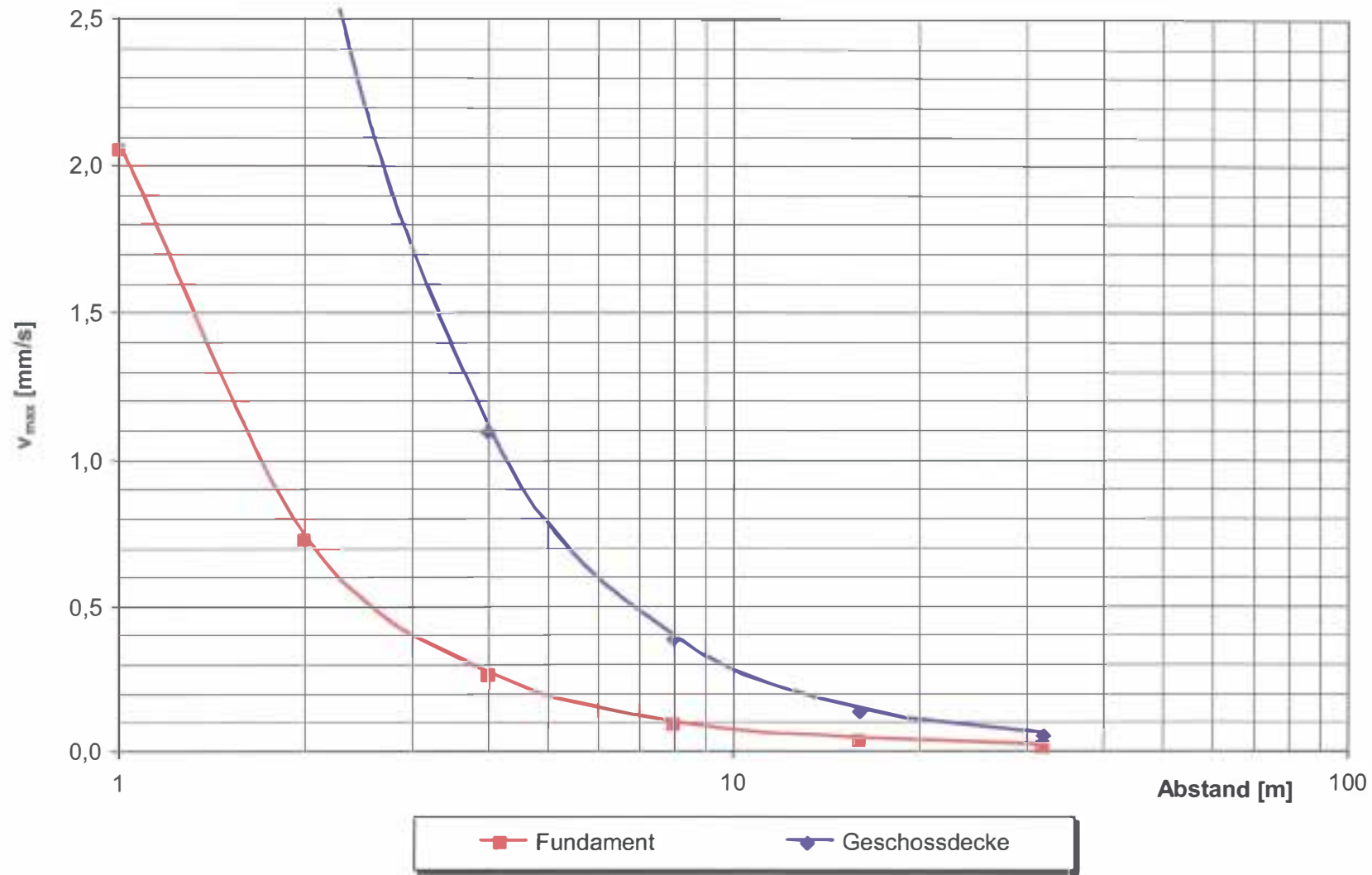
N:\1997\97400-Stuttgart-21\1A_1.3\Bearbeitung ab 2009\IC-Bearbeitung\Erschütterungen\Bauerschütterungen\VRAMME.xls\KBFT_r



Maximale Schwinggeschwindigkeit in typischen Geschossbauten durch Schwerlastverkehr auf schlechter Straße

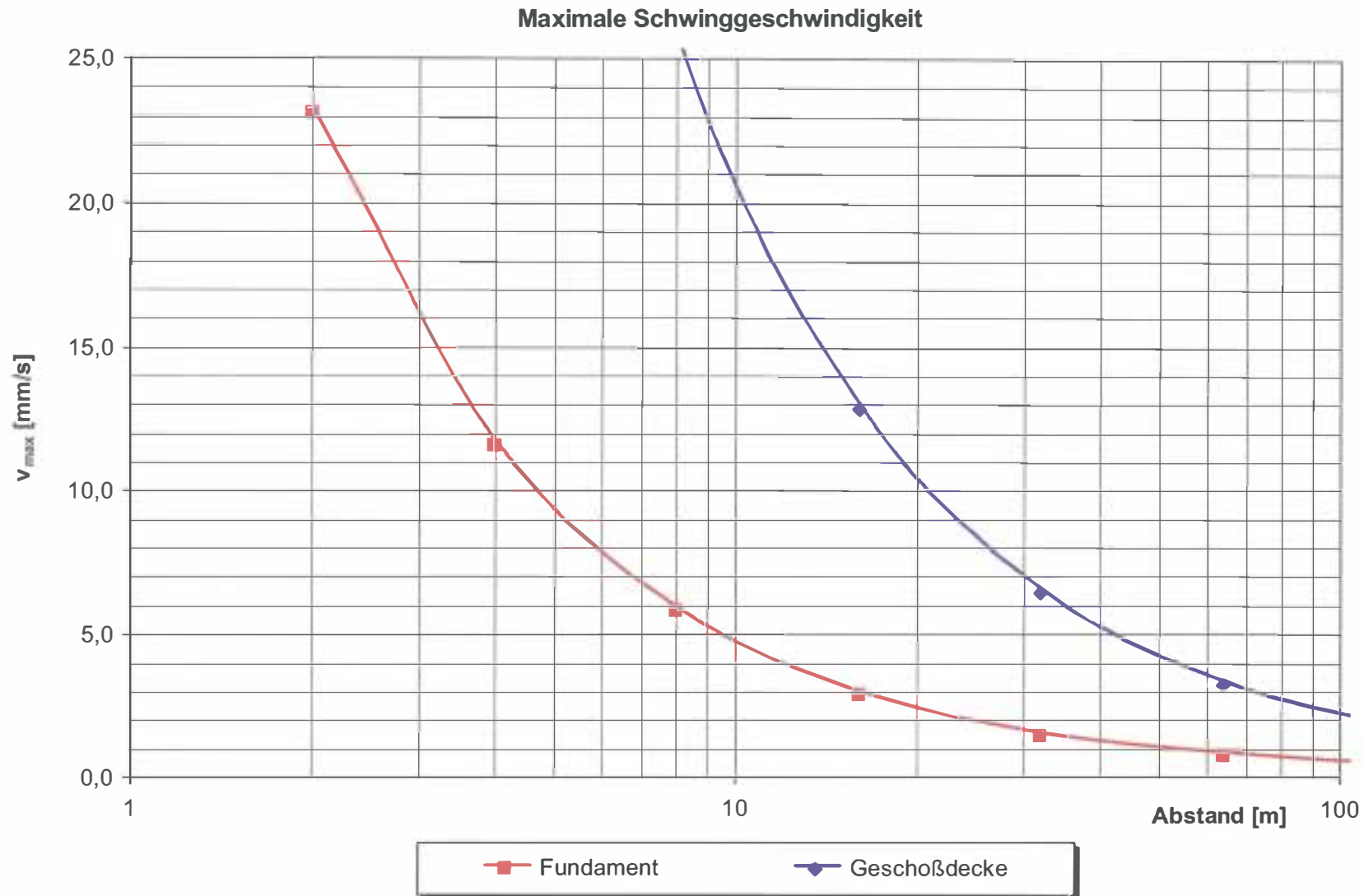
N:\1997\97400-Stuttgart_21\PFA_1.3\Bearbeitung ab 2009\C-Bearbeitung\Erschütterungen\Bauerschütterungen\{LKW.xls}max

Maximale Schwinggeschwindigkeit



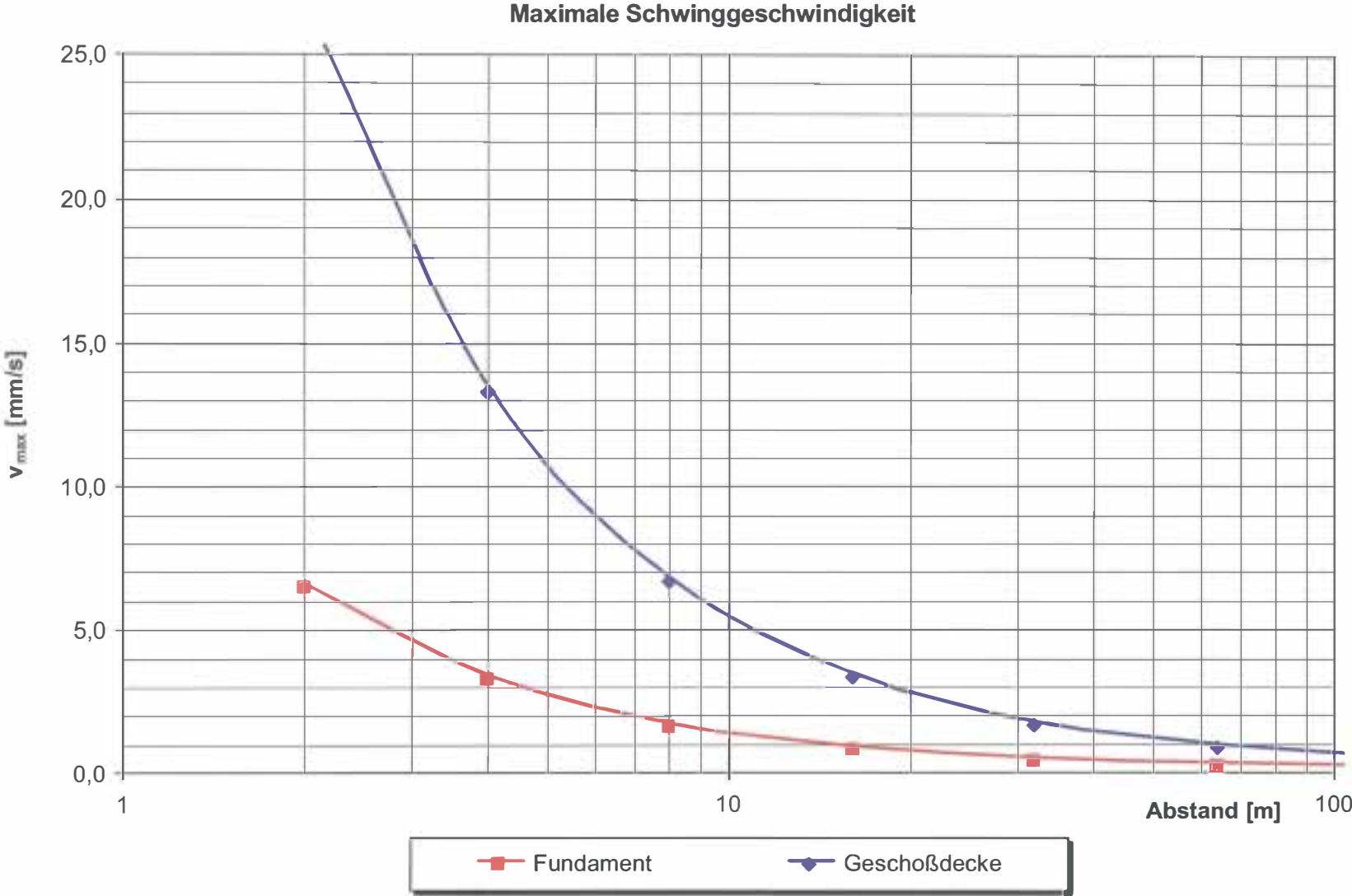
Max. Schwinggeschwindigkeit in typischen Geschossbauten durch Vibrationsramme (An- und Auslaufphase)

N:\1997\97400-Stuttgart-21\PfA_1.3\Bearbeitung ab 2009\C-Bearbeitung\Erschütterungen\Bauerschütterungen\VRAMME.xls\Spektrum Anlauf



Max. Schwinggeschwindigkeit in typischen Geschossbauten durch Vibrationsramme (Normalbetrieb)

N:\1997\97400-Stuttgart 21\PIA_1.3\Bearbeitung ab 2009\C Bearbeitung\Erschütterungen\Bauerschütterungen\VRAMME.xls\Spektrum Anlauf



Maßnahmen zur Minderung erheblicher Belästigungen

N:\1997\97400-Stuttgart-21\PIA_1.3\Bearbeitung a b 2009\C-Bearbeitung\Erschütterungen\Bauerschütterungen\[Maßnahmen DIN 4150.xls]DIn 4150-2

Maßnahmen zur Minderung erheblicher Belästigungen gemäß DIN 4150-2, Abschnitt 6.5.4.3:

Die psychischen Auswirkungen von Erschütterungseinwirkungen können vermindert werden durch:

- a) umfassende Information 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 Erschütterungswirkungen auf das Gebäude;
- f) Nachweis der tatsächlich auftretenden Erschütterungen durch Messungen sowie deren Beurteilung bezüglich der Wirkung auf Menschen und Gebäude.

Die Maßnahmen a) bis e) sind vor Beginn der erschütterungsverursachenden Baumaßnahme durchzuführen.

