



**DB**Projekt  
Stuttgart 21

---

# Planfeststellungsunterlagen

Umgestaltung des Bahnknotens Stuttgart

Ausbau- und Neubaustrecke Stuttgart - Augsburg  
Bereich Stuttgart - Wendlingen mit Flughafenbindung

Abschnitt 1.1

## Talquerung mit Hauptbahnhof

Bau-km -0.4 -42.0 bis +0.4 +32.0

---

### 17 Erschütterungstechnische Untersuchung

17.2 Erschütterungstechnische Untersuchung  
Baubetrieb - NUR ZUR INFORMATION



---

**DB**Projekt GmbH  
Stuttgart 21  
Deutsche Bahn Gruppe  
Wolframstraße 20  
70191 Stuttgart

im Auftrag der



**Anlage 17.2**  
**Nur zur Information**

**ERSCHÜTTERUNGSTECHNISCHE UNTERSUCHUNG**

zu Einwirkungen aus dem Baustellenbetrieb im  
Planfeststellungsabschnitt 1.1 des Projektes  
„Stuttgart 21“ unter Berücksichtigung der Bau-  
stellenlogistik

**FRITZ** GmbH

BERATENDE INGENIEURE VBI

SCHALLSCHUTZ

BAU- und RAUMAKUSTIK

MASCHINENAKUSTIK

MASCHINENDYNAMIK

ERSCHÜTTERUNGEN

Messstelle zur Ermittlung  
der Emission und Immission von  
Geräuschen und Erschütterungen

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

e-mail: [Fritz-GmbH@t-online.de](mailto:Fritz-GmbH@t-online.de)

Bericht Nr.: **97440**  
Datum: **26.03.2002**

Auftraggeber:

**DB Netz AG**  
vertreten durch  
**DBProjekte Süd GmbH**  
**Wolframstrasse 20**  
**70191 Stuttgart**

Sachbearbeiter:

**Dipl.-Phys. P. Fritz**  
**Dipl.-Ing. R. Schneider**

## I N H A L T

<b>1</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>SACHVERHALT UND AUFGABENSTELLUNG</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>BESCHREIBUNG DES BAUSTELLENBETRIEBES</b>	<b>6</b>
3.1	Niederbringen von Ortbetonrammpfählen	7
3.2	Schwerverkehr	7
<b>4</b>	<b>BEARBEITUNGSGRUNDLAGEN</b>	<b>9</b>
4.1	Gesetze, Normen, Richtlinien	9
4.2	Literaturquellen und Planunterlagen	9
<b>5</b>	<b>ARBEITSGRUNDSÄTZE UND VORGEHENSWEISE</b>	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>ANFORDERUNGEN AN DEN ERSCHÜTTERUNGSSCHUTZ</b>	<b>12</b>
6.1	Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden	12
6.2	Einwirkungen auf bauliche Anlagen	14
6.3	Einwirkungen auf betriebstechnische Anlagen	16
<b>7</b>	<b>UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE</b>	<b>17</b>
7.1	Bebauung Südkopf (Bereich A)	17
7.1.1	Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden	18
7.1.2	Einwirkungen auf bauliche Anlagen	19
7.1.3	Einwirkungen auf betriebstechnische Anlagen	19
7.2	Carl-Zeiss-Planetarium (Bereich C)	20
7.2.1	Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden	20
7.2.2	Einwirkungen auf bauliche Anlagen	21
7.2.3	Einwirkungen auf betriebstechnische Anlagen	21
7.3	Königin-Katharina-Stift (Bereich B)	22
7.3.1	Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden	22
7.3.2	Einwirkungen auf bauliche Anlagen	23
7.3.3	Einwirkungen auf betriebstechnische Anlagen	23
7.4	Bonatzgebäude (Bereich D)	23
7.4.1	Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden	24
7.4.2	Einwirkungen auf bauliche Anlagen	24
7.5	SüdwestLB (Bereich D)	25
7.5.1	Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden	25
7.5.2	Einwirkungen auf bauliche Anlagen	27
7.5.3	Einwirkungen auf betriebstechnische Anlagen	28
7.6	Bebauung Nordkopf (Bereich E)	28
7.6.1	Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden	29
7.6.2	Einwirkungen auf bauliche Anlagen	29
7.7	GENO-Gebäude (Bereich F)	30
7.8	Bebauung an Baustraße C (Bereich G)	31
7.8.1	Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden	31
7.8.2	Einwirkungen auf bauliche Anlagen	32
<b>8</b>	<b>ABSCHLIEßENDE BEMERKUNGEN</b>	<b>32</b>

---

<b>ANLAGE I</b>	<b>Lagepläne</b>
<b>ANLAGE II</b>	<b>Emissionen</b>
<b>ANLAGE III</b>	<b>Transmissionen</b>
<b>ANLAGE IV</b>	<b>Immissionen</b>
<b>ANLAGE V</b>	<b>Ergebnisse Planetarium</b>

# 1 Zusammenfassung

Die erschütterungstechnischen Untersuchungen zu Einwirkungen aus dem Baustellenbetrieb im Planfeststellungsabschnitt 1.1 des Projektes „Stuttgart 21“ unter Berücksichtigung der Baustellenlogistik haben zu den folgenden Ergebnissen geführt:

- Während des Baustellenbetriebes werden maßgebliche Erschütterungsemissionen beim Niederbringen von Ortbetonrammpfählen auftreten. Ferner werden vom Schwerverkehr auf der Baustraße, insbesondere auf den Baustraßen B und C, relevante Erschütterungsemissionen entstehen.
- Beim Rammen der Ortbetonpfähle ist mit großräumigen Einwirkungen zu rechnen. Da Bohrpfähle aufgrund der hydrogeologischen Gegebenheiten (Mineralwasserproblematik) in der Regel nicht zum Einsatz kommen können, sollte durch eine konfliktorientierte Anpassung der Rammenergie erreicht werden, dass Bauwerksschäden vermieden werden.
- Beim Rammen von Ortbetonpfählen im Abstandsbereich um 20 m zu Bauwerken wird empfohlen, parallel zu den Rammarbeiten erschütterungstechnische Beweissicherungsmessungen durchzuführen, um zum einen eine Justierung der Rammenergie vorzunehmen und zum anderen die dynamischen Einwirkungen auf das Bauwerk im Hinblick auf mögliche nachträgliche Schadensersatzansprüche zu dokumentieren.
- Sofern in einzelnen Gebäuden Auswirkungen auf die Betriebssicherheit von EDV-Anlagen nicht auszuschließen sind, sollte vor der Durchführung der Bauarbeiten erhoben werden, welche EDV-Anlagen wo betrieben werden und welche organisatorischen Maßnahmen zur Vermeidung von Einwirkungen auf den Betriebsablauf in den Gebäuden möglich sind.
- In den Bereichen, in denen erhebliche Beeinträchtigungen von Menschen in Gebäuden weder durch bautechnische noch durch organisatorische Maßnahmen vermieden werden können, sollte eine umfassende Information der Betroffenen über die Baumaßnahmen, die Bauverfahren und die Dauer der zu erwartenden Erschütterungen aus dem Baubetrieb erfolgen. Ferner ist eine umfassende Aufklärung über die Unvermeidbarkeit der Erschütterungen erforderlich. In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass in jedem Fall Erschütterungsimmissionen vermieden werden, die Bauschäden im Sinne der Verminderung des Gebrauchswertes eines Gebäudes erwarten lassen.

## 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 1.1** umfasst den Bereich der Talquerung. Innerhalb dieses Bereiches ist ein ca. 870 m langer Tunnel in offener Bauweise (Trogbauweise) einschließlich des 8-gleisigen Hauptbahnhofes vorgesehen. Für die Realisierung der Talquerung im Rahmen des Projektes „Stuttgart 21“ ist die Verlegung des Stadtbahntunnels im Bereich Heilbronner Straße erforderlich. Des Weiteren ist der Umbau der Stadtbahnstation „Staatsgalerie“ und die hiermit verbundene Verlegung vorhandener Stadtbahnstrecken vorzunehmen.

Im Rahmen der Baudurchführung werden sich bis zur Fertigstellung Erschütterungseinwirkungen aus dem Baustellenbetrieb ergeben. Die Einwirkungen resultieren zum einen aus dem Niederbringen von Ortbetonrammpfählen, die zur Gründung des Fernbahntrogbauwerkes sowie zum anderen zur Gründung von Stadtbahn-Tunnelbauwerken (in Teilbereichen) erforderlich sind.

Um die baubedingten Beeinträchtigungen zu minimieren, ist im Bereich der heutigen Bahnanlage des Stuttgarter Hauptbahnhofs sowie des Nordbahnhofs eine zentrale Baustellenlogistik geplant. Die übergeordnete Baulogistik wird übergreifend für die Baumaßnahmen in den Planfeststellungsabschnitten 1.1, 1.2, 1.5 und 1.6 genutzt. Aufgrund der komplexen Zusammenhänge der Bautakte und Baufelder kann eine strikte Trennung der einzelnen PFA nur schwer erfolgen.

Im inneren Stadtbereich werden in den ersten Baujahren Bodenaushub und Tunnelausbruch anfallen. Gleichzeitig werden Beton- und Verfüllmaterial angefahren und verbaut werden. Aushubmaterial und Baustoffe werden auf neu einzurichtenden, übergeordneten Baustraßen zwischen den Materialumschlagplätzen transportiert. Hieraus ist zu erkennen, in welchem Umfang LKW-Bewegungen für die Ver- und Entsorgung der Baustellenbereiche erforderlich sind.

Von dem Schwerverkehr werden neben Geräuschemissionen ebenfalls Erschütterungsemissionen ausgehen, die zu Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden und zu Einwirkungen auf bauliche Anlagen führen können.

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 des Baustellenbetriebes**

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.

Hinsichtlich der geplanten Bauaktivitäten im Planfeststellungsabschnitt 1.1 des Projektes „Stuttgart 21“ (Bau des DB-Tunnels und der Bahnhofshalle) werden die wesentlichen Erschütterungsemissionen durch das Niederbringen von ca. 3.500 Ortbetonrammpfählen hervorgerufen. Diese sind zur Gründung des DB-Tunnels sowie des Haltepunktes „Staatsgalerie“ erforderlich. Aufgrund der gegebenen hydrogeologischen Rahmenbedingungen (Mineralwasserproblematik) kann in diesem Bereich nicht auf Bohrpfähle ausgewichen werden.

Als weitere maßgebliche Erschütterungsemission ist der Schwerverkehr auf den geplanten Baustraßen zu nennen. Insbesondere von der Baustraße C, die die verkehrstechnische Anbindung der Großbaustelle im Bereich der Talquerung an die Logistikfläche C2 herstellt, werden wesentliche Erschütterungsemissionen ausgehen.

Weitere Erschütterungsemissionen, die wesentliche Auswirkungen erwarten lassen, wie z. B. Vortriebssprengungen, sind nicht vorgesehen. Da in den Auffahrbereichen der bergmännischen Tunnel (Bereich Südkopf und Bereich Nordkopf) Lockergesteine anstehen, können Vortriebssprengungen in diesen Bereichen, d. h. in den Bereichen, in denen für den Planfeststellungsabschnitt 1.1 relevante Einwirkungen zu erwarten sind, ausgeschlossen werden.

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

Erschütterungstechnisch relevante Einwirkungen durch Arbeiten zur Baugrubensicherung (Trog- und Tunnelbauwerke, Düker-Bauwerke) sind nicht zu erwarten. Die Baugrubensicherung erfolgt entweder durch Bohrträgerverbau oder durch überschnittene Bohrfahlwände.

Im Folgenden werden die beiden oben als relevant dargestellten erschütterungstechnischen Emissionsvorgänge detailliert beschrieben:

### **3.1 Niederbringen von Ortbetonrammpfählen**

Für das Niederbringen von Ortbetonrammpfählen ist ein Verfahren vorgesehen, in dem ein Vortreibrohr durch Innenrammung mit einem Freifallbär (Gewicht ca. 4 t) niedergebracht wird. Das Vortreibrohr ist hierbei kopfseitig mit Beton verschlossen. Der Freifallbär treibt somit über den Betonpfropfen das Vortreibrohr ins Erdreich. Im Regelfall werden zum Niederbringen des Rohres ca. **125 Schläge** aufgewendet. Die Schlagramme kann pro Minute ca. 6 bis 8 Schläge durchführen. Dies bedeutet, dass das Niederbringen des Vortreibrohres ca. 20 Minuten dauert. Anschließend erfolgt vor dem Einsetzen des Bewehrungskorbes die Fußausrammung. Hierbei treten in der Regel besonders intensive Erschütterungsemissionen auf. Dies ergibt sich dadurch, dass für die Ausrammung des Pfahlfußes eine größere Rammenergie notwendig ist.

Nach dem Einsetzen des Bewehrungskorbes wird das Vortreibrohr schrittweise, d. h. Zug um Zug mit dem Nachfüllen von Beton gezogen. Hierbei wird der eingefüllte Beton mit dem Bärgewicht, das im Bewehrungskorb geführt wird, verdichtet.

Mit einem Gerät können pro Tag ca. 50 m Bohrfähle gesetzt werden. Dies bedeutet, dass pro Tag bei einer Pfahllänge von ca. 10 m ca. 5 Pfähle gesetzt werden. Insgesamt sind für Gründungsarbeiten ca. 3.500 Ortbetonrammpfähle erforderlich.

Die in **Anlage II.2** und **II.3** schematisiert dargestellten Emissionsspektren wurden aus Messergebnissen bei vergleichbaren Rammvorgängen abgeleitet.

### **3.2 Schwerverkehr**

Der höchste Verkehrsstrom wird sich auf der Baustraße C, die die Verbindung ab dem Gebäude der SüdwestLB bis zur Logistikfläche C2 darstellt, ergeben. Als Bemessungsgrundlage wird von einem Verkehrsaufkommen von 2 Lkw pro Minute und Richtung ausgegangen. Als Baustellentransportfahrzeuge kommen in Frage:

- Lkw mit 3 oder 4 Achsen, Nutzlast ca. 16 bis 20 t.

Über die Baustraße C erfolgt die Abfuhr von Aushub- und Ausbruchmaterial zur Logistikfläche C2, wo ein Umschlag des Materials stattfindet. Ferner findet die Baustoffzulieferung, z. B. die Betonzulieferung, über die Baustraße statt. Die Betonproduktion wird ebenfalls in 1 Betonmischanlage auf der Baulogistikfläche C2 erfolgen.

Die Baustraße BS A verläuft parallel zum Baufeld des DB-Tunnels auf der Ostseite der Baugrube. Sie dient zum Abtransport des auf der Baulogistikfläche S3 zwischengelagerten Erdaushubs. Im Baufeld westlich der SüdwestLB verläuft mit mehreren Gefälle- und Steigungsabschnitten die Baustraße BS B. Auf ihr erfolgt der Abtransport des anfallenden Tunnelaushubs am Nordkopf. Die Baustraßen BS D und BS E schließen östlich an BS A an und dienen ausschließlich zur Versorgung der Baustelleneinrichtungsflächen im südlichen Bereich. Die zu erwartenden stündlichen Verkehrsstärken für die erschütterungstechnisch relevanten Baustraßen sind in Tabelle 1 aufgeführt:

**Tabelle 1: Fahrzeugaufkommen auf den Baustraßen**

Baustraße	max.Verkehrsstärke LKW/h		durchschnittliche LKW/h	
	7 – 20 Uhr	20 – 7 Uhr	6 – 22 Uhr	22 – 6 Uhr
BS B	57	1	47	1
BS C	237	4,5	194	4,5
BS D	13	1	11	1

Für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen nach DIN 4150 Teil 2 sind die durchschnittlichen Verkehrsstärken in den Zeiträumen 6.00 bis 22.00 Uhr (Tagzeit) und 22.00 bis 6.00 Uhr (Nachtzeit) maßgebend.

Das in Anlage II.1 dargestellte Emissionsspektrum für eine LKW-Vorbeifahrt in 8 m Abstand wurde den vom Landes-Umweltamt Nordrhein-Westfalen herausgegebenen Materialien Nr. 22 „Erschütterungen und Körperschall des landgebundenen Verkehrs“ entnommen.

## 4 Bearbeitungsgrundlagen

### 4.1 Gesetze, Normen, Richtlinien

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

- Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) in der Fassung vom 14. Mai 1990 (BGBl. I S. 880), zuletzt geändert durch Gesetz vom 19. Oktober 1998 (BGBl. I S. 3178)
- DIN 4150, Teil 1, „Erschütterungen im Bauwesen“, Vorermittlung von Schwingungsgrößen, Entwurf Februar 1999
- DIN 4150, Teil 2, „Erschütterungen im Bauwesen“, Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden, Juni 1999
- DIN 4150, Teil 3, „Erschütterungen im Bauwesen“, Einwirkungen auf bauliche Anlagen, Februar 1999
- DIN 45669 Teil 1, „Messung von Schwingungsimmissionen“ Anforderungen an Schwingungsmesser, Juni 1995
- DIN 45669 Teil 2, „Messung von Schwingungsimmissionen“ Meßverfahren, Juni 1995
- Messung, Beurteilung und Verminderung von Erschütterungsimmissionen (Erschütterungs-Richtlinie)  
Verabschiedet vom Länderausschuß für Immissionsschutz (LAI) in seiner Sitzung vom 26. bis 28.10.1994
- VDI 2057 Blatt 1, „Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen – Grundlagen, Gliederung, Begriffe“, Mai 1987

### 4.2 Literaturquellen und Planunterlagen

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

- Vibrationen, Ursachen, Messung, Analysen und Maßnahmen; Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Dokumentation zur D-A-CH-Studentagung 1991
- Bodendynamik, Grundlagen und Anwendungen, Hrsg. Wolfgang Haupt 1986
- Ausbreitung von Erschütterungen im Boden und Bauwerk DGEB-Publikation Nr. 1, Hrsg. Martin Steinwachs 1988
- STUVA-Bericht „Handbuch Schall und Erschütterungen beim Schienennahverkehr“, Studiengesellschaft für unterirdische Verkehrsanlagen e.V., Dr.-Ing. Friedrich Krüger, August 1990
- Baudynamik praxisgerecht, Rainer Flesch, Bauverlag GmbH, Wiesbaden 1993
- Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Materialien Nr. 22, „Erschütterungen und Körperschall des landgebundenen Verkehrs“
- Lagepläne Baustraße und Logistikflächen Teil 1 bis 7, Maßstab 1:1.000, Ing.-Arbeitsgemeinschaft BGS Ingenieursozietät / Boll & Partner GmbH
- Übersichtslageplan Baulogistik Mitte, Maßstab 1:5.000, Ingenieursozietät, Boll & Partner GmbH
- Angaben zum Logistikkonzept und zu den Betriebsabläufen auf den BE-Flächen und den übergeordneten Baulogistikflächen, Ing.-Arbeitsgemeinschaft BGS Ingenieursozietät / Boll & Partner GmbH

## **5 Arbeitsgrundsätze und Vorgehensweise**

Gegenstand der erschütterungstechnischen Untersuchungen ist der Baustellenbetrieb für den Bereich der Talquerung, d. h. für den Bau des Fernbahntrogbauwerkes sowie der in diesem Zusammenhang stehenden Verlegungen von Stadtbahnstrecken.

Es wird erhoben, welche erschütterungstechnisch maßgeblichen Bauaktivitäten geplant sind und welchem Bautakt diese zuzuordnen sind. Im Wesentlichen ist davon auszugehen, dass maßgebliche Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden bzw. auf bauliche Anlagen ausschließlich durch

Rammarbeiten bzw. durch verkehrsinduzierte Erschütterungsemissionen auf den Baustraßen hervorgerufen werden können.

Hinsichtlich der Einwirkungen aus Rammarbeiten ist davon auszugehen, dass Rammarbeiten ausschließlich zum Niederbringen von Ortbetonpfählen durchgeführt werden. Die Absicherung von Baugruben erfolgt in der Regel mittels Bohrträgerverbau. Rammarbeiten sind hierfür nicht erforderlich.

Die der erschütterungstechnischen Beurteilung des Baustellenbetriebes zugrunde gelegten Angaben zu Erschütterungsemissionen sind in **Anlage II** in Form von Terzspektren angegeben. Die Emissionsangaben beziehen sich jeweils auf eine Messposition in 8 m Abstand zum Emittenten und auf die Schwingschnelle im Boden. Die in **Anlage II.2** und **II.3** angegebenen Emissionsspektren sind keine exemplarischen Spektren, sondern stellen eine obere Einhüllende der bei unterschiedlichen Bodenverhältnissen anzutreffenden Emissionen dar. Da im Regelfall die in den Untergrund eingeleiteten dynamischen Beanspruchungen in vertikaler Richtung eingeleitet werden und da 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 Vertikalkomponenten der Erschütterungseinwirkungen vorgenommen.

Die Beurteilung der Erschütterungseinwirkungen aus dem Baustellenbetrieb erfolgt hinsichtlich

1. Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden
2. Einwirkungen auf bauliche Anlagen
3. Einwirkungen auf betriebstechnische Anlagen

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 wird mit der in **Anlage III.1** angegebenen Übertragungsfunktion ermittelt. Für die Berücksichtigung des Übertragungsverhaltens innerhalb von Gebäuden wird die in **Anlage III.2** angegebene Übertragungsfunktion berücksichtigt. Diese angegebene „Übertragungsfunktion“ ist nicht eine repräsentative Übertragungsfunktion, sondern stellt 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.

Für die maßgeblichen Vorgänge werden unter Zugrundelegung der angegebenen Transferfunktionen die gemäß DIN 4150 Teil 2 relevanten Beurteilungsgrößen, die maximale bewertete Schwingstärke ( $KB_{Fmax}$ ) und die Beurteilungsschwingstärke ( $KB_{Fr}$ ) ermittelt.

Zur Beurteilung der Einwirkungen auf bauliche Anlagen ist gemäß DIN 4150 Teil 3 der Maximalwert der unbewerteten Schwingschnelle ( $v_{max}$ ) für die Beurteilung zu bestimmen. Für die Beurteilung der Einwirkungen auf betriebstechnische Anlagen, 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 Teil 2 beschriebene Beurteilungsverfahren angewendet. Für die zeitlich begrenzten Erschütterungen bei Baumaßnahmen werden orientierend Anhaltswerte nach der DIN 4150 Teil 2 herangezogen. Die Anhaltswerte richten sich nach der Anzahl von Tagen, an denen Erschütterungseinwirkungen stattfinden. Die zu berücksichtigenden Anhaltswerte sind in Tabelle 2 festgehalten.

**Tabelle 2: Anhaltswerte für Erschütterungseinwirkungen durch Baumaßnahmen außer Sprengungen**

Dauer	D ≤ 1 Tag			6 Tg. < D ≤ 26 Tg.			26 Tg. < D ≤ 78 Tg.		
	$A_u$	$A_o$ *)	$A_r$	$A_u$	$A_o$ *)	$A_r$	$A_u$	$A_o$ *)	$A_r$
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
Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8	9
*) 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 Teil 2 ergriffen werden.
- **Stufe III:**  
Bei Überschreitung sind die Einwirkungen unzumutbar. In diesem Fall wird die Vereinbarung besonderer Maßnahmen notwendig.

Bei einer Einwirkdauer D zwischen 1 Tag und 6 Tagen sind die Anhaltswerte entsprechend zu interpolieren. Bei Einwirkdauern von mehr als 78 Tagen, wie sie beim Projekt „Stuttgart 21“ gegeben sind, sind die im Entwurf der DIN 4150 Teil 2 angegebenen Anhaltswerte nicht mehr gültig. Es ist eine Beurteilung nach den besonderen Gegebenheiten des Einzelfalles vorzunehmen.

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

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

Zeile	Gebietsnutzung	Tag			Nacht		
		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	Industriegebiet (GI)	0,40	6,00	0,20	0,30	0,60	0,15
2	Gewerbegebiet (GE)	0,30	6,00	0,15	0,20	0,40	0,10
3	Mischgebiet (MI)	0,20	5,00	0,10	0,15	0,30	0,07
4	Wohngebiet (WA/WR)	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 Teil 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.

**Tabelle 4: Zusammenhang zwischen bewerteter Schwingstärke und subjektiver Wahrnehmung nach VDI 2057 Blatt 3**

Zeile	Bewertete Schwingstärke KB	Beschreibung der Wahrnehmung
1	0 - 0,1	nicht spürbar
2	0,1 - 0,4	gerade spürbar
3	0,4 - 1,6	gut spürbar
4	1,6 - 6,3	stark spürbar
5	> 6,3	sehr stark spürbar

Der Zusammenhang zwischen den oberen und unteren Anhaltswerten und der subjektiven Wahrnehmung wird in VDI 2057 Blatt 3 beschrieben.

Die Fühlschwelle ist von den jeweiligen Umgebungsbedingungen, z. B. der Einwirkungsrichtung und von persönlichen Gegebenheiten wie Tätigkeit, Körperhaltung, Alter, Aufmerksamkeit und Gesundheitszustand abhängig

Die in Tabelle 4 vorgenommene Zuordnung der bewerteten Schwingstärke KB zur Beschreibung der Wahrnehmung gilt nicht für die in Tabelle 2 angegebenen Beurteilungsschwingstärken, da hierin nicht nur die Intensität der Ereignisse, sondern ebenfalls deren Einwirkdauer Berücksichtigung findet.

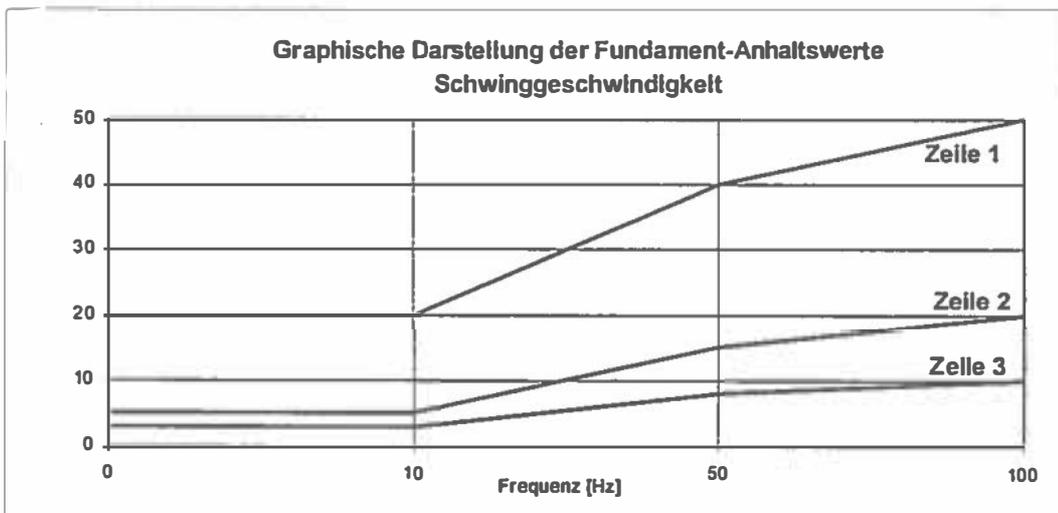
## 6.2 Einwirkungen auf bauliche Anlagen

Für die Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen auf bauliche Anlagen wird die DIN 4150/3 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 sind in Tabelle 5 ersichtlich.

**Tabelle 5: Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit  $v$  zur Beurteilung der Wirkung von kurzzeitigen Erschütterungen nach DIN 4150 Teil 3**

Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit $v$ in mm/s					
Zelle	Gebäudeart	Fundament			oberste Deckenebene horizontal
		Frequenzen [Hz]			alle Frequenzen
		< 10 Hz	10-50	50-100 *	
1	Gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten	20	20 - 40	40 - 50	40
2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder ihrer Nutzung gleichartige Bauten	5	5 - 15	15 - 20	15
3	Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschütterungsempfindlichkeit nicht denen nach Zeile 1 und 2 entsprechen und besonders erhaltenswert (z.B. unter Denkmalschutz stehend) sind.	3	3 - 8	8 - 10	8

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



Als kurzzeitige Erschütterungen sind Einwirkungen beim Betrieb von Fallrammen sowie LKW-Vorbeifahrten zu werten. Neben den in Tabelle 5 genannten Anhaltswerten nennt die DIN 4150 Teil 3 einen Anhaltswert von

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

für das Auftreten kurzzeitiger vertikaler Deckenschwingungen.

Nach derzeitigem Planungsstand des Baustellenbetriebes wird es nicht zum Einsatz erschütterungstechnisch relevanter stationärer Erschütterungsquellen

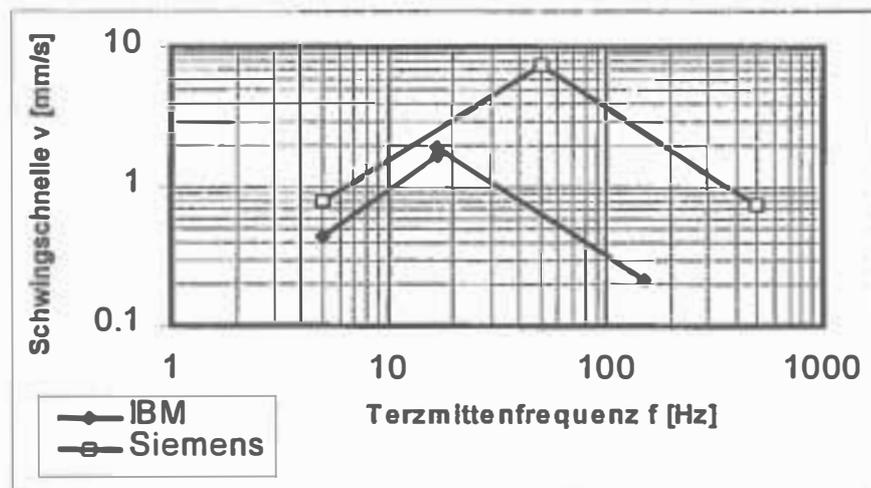
kommen. Demgemäß ist die Beurteilung der vom Baustellenbetrieb ausgehenden Erschütterungsimmissionen unter Zugrundelegung der in Tabelle 5 formulierten Anforderungen an den Erschütterungsschutz vorzunehmen.

### 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 in Folge der dynamischen Beanspruchung der Geräte es zu keinen „spontanen Abstürzen“ kommt, die im Normalfall zu Datenverlusten führen und eine erhebliche Beeinträchtigung von Betriebsabläufen bedeuten können.

In Abbildung 1 sind Grenzkurven der Firmen Siemens und IBM dargestellt.

Abb. 1: Zulässige Erschütterungsimmissionen für EDV-Anlagen nach Herstellerangaben



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.

## 7 Untersuchungsergebnisse

### 7.1 Bebauung Südkopf (Bereich A)

In der unmittelbaren Umgebung der Baugrube Süd befindet sich die Wohnbebauung an der Sängerstraße sowie die Bebauung an der Willy-Brandt-Straße. In der Baugrube Süd werden keine erschütterungsintensiven Tätigkeiten stattfinden. Das im Tunnel geförderte Aushub- bzw. Ausbruchmaterial wird über die Rettungszufahrt Hauptbahnhof Süd zu einer im Bereich des Gebhard-Müller-Platzes eingerichteten Logistikfläche S2 transportiert. Das Aushubmaterial wird hier auf eine Förderanlage verladen und über die Willy-Brandt-Straße zur Logistikfläche S3 im Schloßgarten transportiert. LKW transportieren das Aushubmaterial dann zur Baulogistikfläche C2.

Es ist davon auszugehen, dass von den skizzierten Betriebsaktivitäten keine maßgeblichen Einwirkungen auf die Bebauung im Bereich des Südkopfes ausgehen werden.

Einwirkungen sind hingegen von den Rammarbeiten im Tagzeitraum zur Gründung des DB-Tunnels und zur Gründung des Stadtbahntunnels im Bereich der Haltestelle „Staatsgalerie“ zu erwarten. Die Mindestabstände zu der nächstgelegenen Bebauung (Abstand Haltestelle „Staatsgalerie“/Baugrube DB-Tunnel) betragen ca.:

- Gebäude Willy-Brandt-Str. 30  $s_{\min} \approx 30 \text{ m}/105 \text{ m}$
- Gebäude Willy-Brandt-Str. 18  $s_{\min} \approx 45 \text{ m}/75 \text{ m}$
- Gebäude Sängerstr. 3  $s_{\min} \approx 90 \text{ m}/120 \text{ m}$

Während des Baustellenregelbetriebes finden im Nachtzeitraum keine Rammungen statt. Deshalb entstehen keine erschütterungstechnisch relevanten Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden oder baulichen Anlagen für diesen Beurteilungszeitraum. Demgemäß ist eine Beurteilung gemäß DIN 4150 Teil 2 nicht erforderlich.

Die Gebäude Willy-Brandt-Str. 30 (Hotel Intercontinental) und Gebäude Willy-Brandt-Str. 18 (Wohn-/Geschäftshaus) befinden sich vorrangig im Einwirkungsbereich der Stadtbahn-Baustelle. Für das weiter entfernt gelegene

Gebäude Sangerstr. 3, sind die Einwirkungen aus beiden Baugruben nahezu gleichbedeutend.

### 7.1.1 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden

In Anlage IV.2.1 sind die Maximalwerte der frequenz- und zeitbewerteten Schwingstärke  $KB_{Fmax}$  als Funktion des Abstandes zum Emissionsort grafisch dargestellt. Hieraus lassen sich für die 3 oben benannten repräsentativen Immissionsaufpunkte die folgenden Schwingstärken für den Tagzeitraum ermitteln:

- |                        |                   |
|------------------------|-------------------|
| • Willy-Brandt-Str. 30 | $KB_{Fmax} = 4,9$ |
| • Willy-Brandt-Str. 18 | $KB_{Fmax} = 3,3$ |
| • Sangerstr. 3        | $KB_{Fmax} = 1,7$ |

Gemäß des in Tabelle 4 angegebenen Zusammenhanges zwischen bewerteter Schwingstärke und subjektiver Wahrnehmung ist davon auszugehen, dass die Einwirkungen gemäß Zeile 4 als „stark spürbar“ einzustufen sind. Die angegebenen Schwingstärken unterschreiten den in Tabelle 2 angegebenen oberen Anhaltswert ( $A_0$ ) für den Tagzeitraum, so dass sich durch geeignete organisatorische Maßnahmen die Gewährleistung des Immissionsschutzes erreichen lässt. Hierzu sollte sichergestellt sein, dass die Fuausrammung nach Möglichkeit nicht mit wesentlich erhöhter Rammenergie erfolgt. Ansonsten ergeben sich die in Anlage IV.3.1 angegebenen Schwingstärken. Dem Diagramm ist zu entnehmen, dass selbst in einem Abstand von 100 m noch  $KB_{Fmax}$ -Werte auf Geschoßdecken auftreten können, die oberhalb von 10 liegen. Dieser Wert überschreitet den oberen Anhaltswert für den Tagzeitraum um einen Faktor 2. Auf der Grundlage der im Baubetrieb tatsächlich auftretenden Schwingstärken und unter Berücksichtigung des zeitlichen Umfanges der Rammarbeiten (siehe Tabelle 2) ist der zeitliche Umfang der täglichen Rammarbeiten so zu wählen, dass die angegebenen Beurteilungsschwingstärken eingehalten werden können.

Die sich ergebenden Beurteilungsschwingstärken in Abhängigkeit von der täglichen Rammdauer sind in Anlage IV.2.2 dargestellt. Wie ersichtlich ist, kann der Beurteilungsanhaltswert in den Gebäuden Willy-Brandt-Straße 18 und 30 selbst bei einer Reduzierung der täglichen Rammdauer auf eine halbe Stunde nicht eingehalten werden. Im Gebäude Sangerstrae 3 kann der Beurteilungsanhaltswert der Stufe III nur unterschritten werden, wenn die reine Rammdauer auf maximal 2 Stunden täglich begrenzt wird.

Unter den Rahmenbedingungen eines zielorientierten und wirtschaftlichen Baustellenbetriebes ist eine derartige Einschränkung des Baustellenbetriebes nicht darstellbar. Im vorliegenden Bereich ist somit davon auszugehen, dass die

herangezogenen Anforderungen der DIN 4150 Teil 2 mit angemessenen Schutzmaßnahmen nicht erfüllbar sind. Es muss somit für die Dauer der Rammarbeiten davon ausgegangen werden, dass sich erhebliche Belästigungen der Anwohner für den Tagzeitraum ergeben werden. Dies bedeutet jedoch nicht, dass mit Schäden am Gebäude zu rechnen ist. Einwirkungen auf bauliche Anlagen sind im nachstehenden Kapitel behandelt.

### 7.1.2 Einwirkungen auf bauliche Anlagen

Die am Fundament der exemplarisch ausgewählten Gebäude bei der Durchführung von Rammarbeiten auftretenden maximalen Schwinggeschwindigkeiten sind in Anlage IV.5 in Abhängigkeit von der Entfernung angegeben. Dem Diagramm ist zu entnehmen, dass bei Abständen größer als 30 m am Fundament Schwingschnellen im Bereich

$$v_{\max} < 2 \text{ mm/sec}$$

auftreten. Auf Geschossdecken liegen die Schwingschnellen im Bereich

$$v_{\max} \leq 8 \text{ mm/sec.}$$

Geht man im Sinne einer oberen Abschätzung davon aus, dass die einwirkenden Schwingungen dem Frequenzbereich

$$f < 10 \text{ Hz}$$

zuzuordnen sind, so zeigt sich gemäß Tabelle 5, dass selbst besonders erschütterungsempfindliche Bauwerke, für die die Anforderungen gemäß Zeile 3 gelten, keine Schäden durch Erschütterungseinwirkungen im Sinne der Verminderung des Gebrauchswertes erfahren werden.

### 7.1.3 Einwirkungen auf betriebstechnische Anlagen

Auf den Geschossdecken der 3 untersuchten Gebäude ergeben sich folgende maximale Schwinggeschwindigkeiten:

- |                          |                                   |
|--------------------------|-----------------------------------|
| • Willy-Brandt-Straße 30 | $v_{\max} = 8 \text{ mm/sec}$     |
| • Willy-Brandt-Straße 18 | $v_{\max} \cong 5 \text{ mm/sec}$ |
| • Sangerstr. 3          | $v_{\max} \cong 3 \text{ mm/sec}$ |

Von EDV-Anlagen-Herstellern werden Anhaltswerte für die einwirkende Schwinggeschwindigkeit im Bereich von

$$A_{\text{EDV}} = 1..8 \text{ mm/sec}$$

vorgegeben. Diese Werte werden erreicht bzw. überschritten, so dass mit Systemausfällen an EDV-Anlagen aufgrund einwirkender Erschütterungen gerechnet werden muss. Zur Vermeidung solcher Systemausfälle wird empfohlen zu prüfen, ob durch organisatorische Maßnahmen erhebliche Beeinträchtigungen vermieden werden können. Hierbei sollte in Erwägung gezogen werden, während der Durchführung der Rammarbeiten zumindest zu Beginn der Rammarbeiten begleitende Erschütterungsimmissionsmessungen durchzuführen und die tatsächlich auftretenden Immissionen hinsichtlich möglicher Beeinträchtigungen zu beurteilen. Soweit dies bautechnisch vertretbar ist, sollte die erforderliche Rammenergie den Belangen des Immissionsschutzes angepasst werden.

## 7.2 Carl-Zeiss-Planetarium (Bereich C)

Im Nahbereich des Carl-Zeiss-Planetariums werden zur Gründung des DB-Tunnels Ortbetonrammpfähle niedergebracht. Hierbei werden Rammarbeiten bei Mindestabständen von bis zu 20 m durchgeführt.

### 7.2.1 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Gemäß dem Diagramm in **Anlage V.1.1** kann davon ausgegangen werden, dass im Kuppelsaal und im Vortragsraum des Planetariums maximale Schwingstärken im Bereich

$$KB_{Fmax} < 4,0$$

auftreten werden. Die höchsten Werte sind bei der Durchführung von Fußausrammungen zu erwarten. Während des Einschlagens des Vortreibrohres treten Erschütterungsimmissionen auf, die ca. um einen Faktor 2 unter dem obengenannten Wert liegen werden (siehe **Anlage II.2** und **II.3**).

Intensivere Erschütterungsimmissionen sind in den Büroräumen im EG zu erwarten. Gemäß **Anlage V.1.1** werden dort maximale bewertete Schwingstärken im Bereich

$$KB_{Fmax} \leq 7,0$$

auftreten. Es muss davon ausgegangen werden, dass Erschütterungsimmissionen in dieser Größenordnung zu erheblichen Belästigungen von Menschen in Gebäuden für den Tagzeitraum führen können. Da diese Einwirkungen insgesamt nur kurzzeitig, d.h. für wenige Sekunden während des Niederbringens eines Ortbetonrammpfahles, auftreten werden und im Übrigen, das heißt beim Einschlagen des Vortreibrohres, die Erschütterungsimmissionen um ca. einen Faktor 2 niedriger liegen werden (siehe

Anlage II.2 und II.3), kann ein Immissionskonflikt durch geeignete organisatorische Maßnahmen vermieden werden. Im Nachtzeitraum findet während der Bauphase keine schutzwürdige Nutzung im Sinne der DIN 4150 Teil 2 statt.

Die durchgeführten schwingungstechnischen Untersuchungen belegen, dass sich hinsichtlich der Übertragung von Schwingungen auf das Bauwerk die Pfahlgründung des Planetariums günstig auswirkt. Trotz erheblicher Erschütterungsemissionen ergeben sich im Planetarium vergleichsweise geringe Schwingschnellen.

Bei der Durchführung von Rammarbeiten im unmittelbaren Nahfeld des Planetariums werden dennoch den Vorführungsbetrieb störende Einwirkungen nicht vollends vermeidbar sein. Einwirkungen können sich hierbei z.B. im Kuppelsaal auch aus sekundären Luftschallimmissionen ergeben. Hierüber muss während der Bauphase eine Abstimmung zwischen dem Betreiber des Planetariums und dem beauftragten Bauunternehmen hinsichtlich geeigneter organisatorischer Maßnahmen stattfinden. Es wird empfohlen, nach der Durchführung von Proberammungen Zeitbereiche festzulegen, in denen die Rammarbeiten im Nahbereich durchgeführt werden.

### 7.2.2 Einwirkungen auf bauliche Anlagen

Am Fundament des Planetariums werden gemäß dem Diagramm in Anlage V.2 maximale Schwingschnellen im Bereich

$$v_{\max} < 5 \text{ mm/sec}$$

auftreten. Es kann nach Tabelle 5 davon ausgegangen werden, dass diese Schwingschnellen zu keinen Schäden im Sinne der Verminderung des Gebrauchswertes führen werden. Die Intensität von vertikalen Deckenschwingungen wird maximal

$$v_{\max} = 11 \text{ mm/sec}$$

betragen. Der für kurzzeitige Erschütterungen, wie er beim Betrieb von Fallrammen auftritt, gültige Anhaltswert für vertikale Deckenschwingungen von 20 mm/sec wird demgemäß deutlich unterschritten. Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Rammarbeiten am Bauwerk des Planetariums zu keinen Bauschäden im Sinne der DIN 4150 Teil 3 führen werden.

### 7.2.3 Einwirkungen auf betriebstechnische Anlagen

Da sich in Büroräumen kurzzeitig Schwingschnellen von bis zu 11 mm/sec ergeben können, kann nicht ausgeschlossen werden, dass es bei der

Durchführung von Fußausrammungen zu Störungen an EDV-Anlagen kommt. Es wird daher empfohlen, im Nahbereich zunächst Testrammungen vorzunehmen und diesen Sachverhalt bei der Abstimmung organisatorischer Maßnahmen zu berücksichtigen. Hierbei ist zu beachten, dass die Schwingungseinwirkungen keinesfalls zu Schäden an EDV-Anlagen führen werden. Aufgrund der prognostizierten sporadisch auftretenden Spitzenereignisse kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass es zu Rechnerabstürzen und zu Datenverlusten kommt. Daher ist eine organisatorische Abstimmung des Baubetriebes mit dem Betriebsablauf im Planetarium zwingend erforderlich.

### 7.3 Königin-Katharina-Stift (Bereich B)

Zum Königin-Katharina-Stift gehört neben den eigentlichen Schulgebäuden eine Mehrzweckhalle, die für den schulischen Turnunterricht sowie für kulturelle Veranstaltungen und für Vorträge genutzt wird. Beide Gebäude sind von der Verlegung von Stadtbahnstrecken (Achsen 32, 33 und 34) betroffen. Die Tunnel im Bereich des Stiftes werden in offener Bauweise erstellt. Da zum Absichern der Baugruben keine Rammarbeiten durchgeführt werden, resultieren maßgebliche Erschütterungseinwirkungen ausschließlich aus der Durchführung von Rammarbeiten zur Gründung des DB-Tunnels. Der Abstand zu den nächstgelegenen Rammpositionen wird ca. 118 m betragen.

#### 7.3.1 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Gemäß Diagramm in Anlage IV.2.1 kann davon ausgegangen werden, dass die am Schulgebäude auftretenden maximalen Schwingstärken im Bereich

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

liegen werden. Der in Tabelle 2 aufgeführte zulässige obere Anhaltswert von

$$A_0 = 5$$

wird somit für den Tagzeitraum deutlich unterschritten. Da es im Regelbetrieb während des Nachtzeitraumes nicht zu Rammungen kommen wird, entstehen keine erschütterungstechnisch relevanten Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden im Sinne der DIN 4150 Teil 2.

Bei der Durchführung der Rammarbeiten ist auf der Grundlage der tatsächlich auftretenden Rammerschütterungen die Einwirkdauer soweit zu begrenzen, dass je nach zeitlichem Umfang der Rammarbeiten die tägliche Einwirkdauer dahingehend begrenzt wird, dass die in Tabelle 2 angegebenen Beurteilungsanhaltswerte eingehalten werden, soweit dies mit angemessenen Einschränkungen möglich ist.

Der Beurteilungsanhaltswert für den Tagzeitraum gemäß Stufe III kann unterschritten werden, wenn die tägliche reine Rammdauer auf maximal 3 Stunden begrenzt wird. Da diese erhebliche Einschränkung des Baustellenbetriebes vermutlich nicht hingenommen werden kann, ist davon auszugehen, dass sich während der Zeitdauer der Ramarbeiten die Belange des Immissionsschutzes in bezug auf Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden mit angemessenem Aufwand nicht erfüllen lassen.

### 7.3.2 Einwirkungen auf bauliche Anlagen

Am Fundament des Schulgebäudes werden maximale Schwingschnellen im Bereich

$$v_{\max} < 1 \text{ mm/sec}$$

auftreten. Demgemäß kann davon ausgegangen werden, dass durch das Rammen von Ortbetonpfählen zur Gründung des DB-Tunnels am Schulgebäude keine Schäden aufgrund dynamischer Einwirkungen auftreten werden.

### 7.3.3 Einwirkungen auf betriebstechnische Anlagen

Es liegen keine Informationen über erschütterungsempfindliche Betriebsanlagen, die im Schulgebäude betrieben werden, vor. Demgemäß ist ausschließlich zu prüfen, ob Auswirkungen auf die Betriebssicherheit von Rechneranlagen, die in der Schule eingesetzt werden, zu erwarten sind.

Bei prognostizierten maximalen Schwingschnellen von

$$v_{\max} < 1 \text{ mm/sec}$$

werden die Anhaltswerte von EDV-Geräteherstellern für Frequenzen oberhalb von 10 Hz

$$A_{\text{EDV}} = 1..8 \text{ mm/sec}$$

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

## 7.4 Bonatzgebäude (Bereich D)

Die Baustraße D reicht bis an das Bonatzgebäude heran. Da das Bauwerk von der Straße nicht in geringem Abstand passiert wird, sondern im Prinzip eine

Stichstraße darstellt, werden von den ca. 170 Lkw pro Tag keine wesentlichen Erschütterungsemissionen ausgehen. Mit erheblichen Erschütterungsemissionen ist in erster Linie aus den Rammarbeiten zu rechnen. Der DB-Tunnel verläuft in einem Abstand von ca. 11 m zum Bonatzgebäude. Im gleichen Abstand wird sich die erste Reihe der Gründungspfähle befinden.

#### **7.4.1 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden**

Da sich während der Bauphase im Bonatzgebäude weder für den Tag- noch für den Nachtzeitraum eine schutzwürdige Nutzung im Sinne der DIN 4150 Teil 2 befindet, ist eine diesbezügliche Beurteilung nicht erforderlich.

#### **7.4.2 Einwirkungen auf bauliche Anlagen**

Aufgrund des Lkw-Verkehrs in unmittelbarer Nähe zum Bonatzgebäude ergeben sich am Fundament maximale Schwinggeschwindigkeiten im Bereich von

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

Auf Geschossdecken werden die maximalen Schwinggeschwindigkeiten im Bereich

$$v_{\max} \leq 8 \text{ mm/sec}$$

auftreten. Selbst wenn man unterstellt, dass für das Bonatzgebäude gemäß Tabelle 5, Zeile 3 die höchsten Anforderungen an den Erschütterungsschutz zu stellen sind, kann davon ausgegangen werden, dass diese Anforderungen erfüllt werden.

Die Erschütterungsimmissionen, hervorgerufen durch Rammarbeiten, führen beim Einrammen von Ortbetonpfählen in einem Abstand von 11 m am Gebäudefundament zu maximalen Schwingschnellen im Bereich

$$v_{\max} \leq 5 \text{ mm/sec.}$$

Unterstellt man, dass die dominante Frequenz der Einwirkung im Bereich

$$f \leq 10 \text{ Hz}$$

liegt, so bedeutet dies eine Ausschöpfung des Anhaltswertes gemäß Tabelle 5, Zeile 2, d. h. des Anhaltswertes für Wohngebäude und in ihrer Konstruktion gleichartiger Gebäude. Es muss als unwahrscheinlich angesehen werden, dass diese Einwirkungen zu Bauschäden führen. Um sicherzustellen, dass bei Rammarbeiten, insbesondere bei Fußausrammungen keine erhöhten

Erschütterungsimmissionen am Gebäudefundament auftreten, ist anzustreben, dass die Fußausrammung möglichst mit der gleichen Rammenergie stattfindet wie sie beim Niederbringen des Leerrohres aufgebracht wird.

Aufgrund der voraussichtlichen Ausschöpfung des Anhaltswertes (gemäß Tabelle 5, Zeile 2) am Gebäudefundament kann nicht ausgeschlossen werden, dass auf Geschossdecken maximale Schwinggeschwindigkeiten im Bereich

$$v_{\max} > 20 \text{ mm/sec}$$

aufzutreten werden. Daher sollten bei der Durchführung von Rammarbeiten im Nahfeld des Bonatzgebäudes begleitende Messungen zur Vermeidung von Bauwerksschäden durchgeführt werden. Sofern alternativ ein Ausweichen auf Bohrpfähle möglich ist, wären diese im Nahbereich des Gebäudes zu präferieren.

## 7.5 SüdwestLB (Bereich D)

Nördlich des Kurt-Georg-Kiesinger-Platzes verläuft die Baustraße B in unmittelbarer Nähe zur SüdwestLB (aktuelle Bezeichnung: LB  $\equiv$  BW; die alte Bezeichnung wird aus Kompatibilitätsgründen mit bereits fertiggestellten Planunterlagen beibehalten). Der minimale Abstand zur Mitte des nächstgelegenen Fahrstreifens wird hier ca.

$$s_{\min} = 4 \text{ m}$$

betragen. Auf der südöstlichen Seite der SüdwestLB verläuft die Baustraße C in einem Abstand von ca.

$$s_{\min} = 7 \text{ m.}$$

Ferner sieht das Planungskonzept Rammarbeiten in einem Abstand von ca.

$$s_{\min} = 4 \text{ m}$$

vor. Auch im Bereich der SüdwestLB sind Ortbetonrammpfähle vorgesehen.

### 7.5.1 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Durch den LKW-Verkehr werden sich auf den Geschossdecken des Bürogebäudes maximale bewertete Schwingstärken im Bereich

$$KB_{F_{\max}} \leq 0,7$$

ergeben. Der obere Anhaltswert für den Tagzeitraum von

$$A_0 = 5$$

wird somit deutlich unterschritten. Im Nachtzeitraum findet keine schutzwürdige Nutzung im Sinne der DIN 4150, Teil 2 statt und wird deshalb nicht beurteilt. In Anlage IV.1.2 sind die Beurteilungsschwingstärken als Funktion der Fahrzeugzahlen und als Funktion der Abstände zum Gebäude angegeben. Auf der Baustraße C werden 2 Fahrzeuge pro Minute und Richtung fahren. Bezogen auf den gesamten Tagzeitraum (6.00 Uhr bis 22.00 Uhr) ist von ca.

$$n = 3.100 \text{ LKW}$$

auszugehen.

Auf der Baustraße B werden insgesamt 57 LKW/h in beiden Richtungen fahren. Dies bedeutet für den Tagzeitraum (6.00 Uhr bis 22.00 Uhr) ein LKW-Aufkommen von ca.

$$n = 750 \text{ LKW.}$$

Der obengenannten Anlage ist zu entnehmen, dass hieraus in einem Abstand von 4 m eine Beurteilungsschwingstärke auf typischen Geschoßdecken von

$$KB_{FTr} \cong 0,3$$

resultiert. Dies bedeutet, dass der in Tabelle 2 angegebene Beurteilungsanhaltswert für die Stufe I überschritten ist. Demgemäß ist nach DIN 4150 Teil 2, 6.5.4.1 b nicht mit erheblichen Belästigungen aus Bauerschütterungen zu rechnen, falls die unter 6.5.4.3 genannten Maßnahmen a) bis e) und erforderlichenfalls auch Maßnahme f) ergriffen werden. Die Einwirkungen sind vornehmlich im Bereich der Baustraße B zu erwarten.

Bei der Durchführung von Rammarbeiten im Abstand von ca. 4 m zur Südwest-LB können sich beim Niederbringen des Vortreibrohres bewertete Schwingstärken in der Größenordnung von

$$KB_{Fmax} > 20$$

ergeben. Der obere Anhaltswert von

$$A_0 = 5$$

wird somit deutlich überschritten. Demgemäß ist es zur Sicherung des Immissionsschutzes zwingend erforderlich, bei der Durchführung von

Rammarbeiten im Nahbereich der Südwest-LB begleitende Erschütterungsmessungen durchzuführen und im Einzelfall die maximal zulässige Rammenergie der Freifallramme festzulegen. Sollte eine hinreichende Schwingungsbegrenzung nicht möglich sein, sollte im Nahbereich des Gebäudes das Ausweichen auf Bohrpfähle geprüft werden. Alternativ sind weitere organisatorische Maßnahmen in Erwägung zu ziehen.

### 7.5.2 Einwirkungen auf bauliche Anlagen

Die Einwirkungen auf das Gebäude der SüdwestLB im Bereich der Baustraße B werden am Fundament ca.

$$v_{\max} \leq 0,3 \text{ mm/sec}$$

und im Bereich der Baustraße C

$$v_{\max} < 0,2 \text{ mm/sec}$$

betragen. Auf den Geschossdecken wird es zu maximalen Schwinggeschwindigkeiten im Bereich von

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

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

Die Rammarbeiten im Nahbereich des SüdwestLB-Gebäudes werden am Fundament Schwinggeschwindigkeiten in der Größenordnung

$$v_{\max} \leq 13 \text{ mm/sec}$$

hervorrufen. Auf Geschossdecken können sich Schwinggeschwindigkeiten ergeben, die deutlich oberhalb von

$$v_{\max} > 20 \text{ mm/sec}$$

liegen werden. Für gewerblich genutzte Bauten gilt gemäß Tabelle 3 bei tieffrequenten Einwirkungen die Anforderung für das Fundament

$$A_F = 20 \text{ mm/sec.}$$

Dieser Wert wird eingehalten. Der Anhaltswert für kurzzeitige vertikale Deckenschwingungen von

$$v_{\max} = 20 \text{ mm/sec}$$

kann dagegen überschritten werden, so dass Bauwerksschäden nicht auszuschließen sind. Demnach sollten in derart geringen Abständen Rammarbeiten nur bei einer parallelen erschütterungstechnischen Überwachung zur Justierung der zulässigen Rammenergie erfolgen.

### 7.5.3 Einwirkungen auf betriebstechnische Anlagen

Bei den prognostizierten Schwingungseinwirkungen kann nicht ausgeschlossen werden, dass in besonders exponierten Räumen des Gebäudes die Funktionsfähigkeit von Rechnersystemen eingeschränkt wird.

Aufgrund der prognostizierten Schwinggeschwindigkeiten auf frei schwingenden Geschoßdecken von deutlich über 20 mm/sec. bei Durchführung von Rammarbeiten werden die Anhaltswerte für EDV-Anlagen von

$$A_{\text{EDV}} = 1..8 \text{ mm/sec}$$

deutlich überschritten. Mit dem Auftreten von Systemausfällen muß daher während der Bauarbeiten gerechnet werden. Zur Vermeidung von Störungen des Betriebsablaufes sollten weiterführende organisatorische Maßnahmen entsprechend dem tatsächlichen Konfliktpotential getroffen werden.

## 7.6 Bebauung Nordkopf (Bereich E)

Die Baugrube Nord befindet sich auf der nordöstlichen Seite der ehemaligen DB-Direktion, die im Zuge der Baumaßnahmen für den Fernbahntunnel abgerissen wird. Zur Absicherung der Baugrube sind nach derzeitigem Planungsstand keine Rammarbeiten notwendig. Die Baugrubenabsicherung soll durch Bohrpfähle gewährleistet werden, die aus erschütterungstechnischer Sicht als unkritisch einzustufen sind. Auf der Baustraße B ist im Tagzeitraum mit einem Lkw-Aufkommen von ca.

$$n = 750 \text{ Vorbeifahrten}$$

zu rechnen. In unmittelbarer Umgebung der Baugrube Nord befinden sich folgende Gebäude:

- Jägerstr. 14 - 18
- Jägerstr. 22
- Jägerstr. 24
- Jägerstr. 26

Die Gebäude Jägerstr. 22 und 24 sollen im Zuge der Baumaßnahme abgerissen werden. Das Gebäude Jägerstr. 26 befindet sich auf der westlichen Seite der Baugrube und somit in relativ großer Entfernung zur Logistik-Straße. Beeinträchtigungen durch Erschütterungen sind somit ausschließlich in den zwei übrigen Gebäuden möglich. Die Baustraße B verläuft in folgendem Abstand zu dem relevanten Gebäude:

- Jägerstr. 14 – 18  $s_{\min} \approx 13 \text{ m}$

### 7.6.1 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Die sich ergebende maximale bewertete Schwingstärke  $KB_{F_{\max}}$ , die sich auf den Geschossdecken von repräsentativen Räumen durch die Anregung von Lkw ergibt, ist in Anlage IV.1.1 dargestellt. Im Gebäude Jägerstr. 14 liegt diese Schwingstärke bei

$$KB_{F_{\max}} \cong 0,1.$$

Der untere Anhaltswert der Stufe 1 gemäß DIN 4150 Teil 2 für den Tagzeitraum von

$$A_u = 0,3$$

wird somit unterschritten.

Aufgrund der Unterschreitungen ist davon auszugehen, dass durch den Baustellenbetrieb an der Baugrube Nord nicht mit erheblichen Belästigungen durch Erschütterungen während des Tagzeitraumes zu rechnen ist.

Bei dem Gebäude Jägerstraße 14 – 18 handelt es sich um ein Büro- und Verwaltungsgebäude (Nutzer u.a. Firma Hoechst). Im Nachtzeitraum findet demgemäß keine schutzwürdige Nutzung gemäß DIN 4150 Teil 2 in diesem Gebäude statt und wird diesbezüglich nicht beurteilt.

### 7.6.2 Einwirkungen auf bauliche Anlagen

Die maximal am Gebädefundament und an den Geschossdecken auftretende Schwingstärke durch LKW-Verkehr wird gemäß Anlage IV.4 bestimmt. In dem Gebäude Jägerstraße 14 kann davon ausgegangen werden, dass am Fundament maximale Schwinggeschwindigkeiten im Bereich von

$$V_{\max} < 0,1 \text{ mm/sec}$$

auftreten, die somit deutlich unter dem für gewerblich genutzte Gebäude geltenden Anhaltswert von

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

liegen. Auf den Geschossdecken kann von einer Schwingstärke von

$$v < 0,2 \text{ mm/sec}$$

ausgegangen werden. Der Anhaltswert kurzzeitiger Deckenschwingungen von

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

wird somit deutlich unterschritten.

Durch den LKW-Verkehr sind somit auch bei schlechter Oberflächenbeschaffenheit der Straße keine Bauschäden im Sinne einer Minderung des Gebrauchswerts von Gebäuden zu erwarten.

Die Abschätzung der Erschütterungseinwirkung durch Lkw-Verkehr wurde unter der Annahme durchgeführt, dass die Baustraße sich in einem nicht ausgebauten Zustand befindet und deutliche Unebenheiten aufweist. Beim Ausbau der Baustraße mit fester Straßenoberfläche, die den üblichen Standards entspricht, kommt es zu einer Verringerung der Schwingungsemissionen.

## 7.7 GENO-Gebäude (Bereich F)

Die Verlegung der Stadtbahnstrecke in der Heilbronner Straße macht eine „Ausfädelung“ und eine „Einfädelung“ in die vorhandene Strecke erforderlich. Die Verlegung der Stadtbahn in der Heilbronner Straße erfolgt in etwa ab dem Gebäude Heilbronner Str. 7 (ehemaliges Direktionsgebäude). Die hier abzweigende verlegte Strecke verläuft unterhalb des Gebäudes Heilbronner Str. 7 und unterhalb des geplanten DB-Tunnels. Die Wiederanbindung der Strecke erfolgt im Bereich des GENO-Gebäudes. Zur Herstellung des Anschlussbauwerkes ist eine offene Baugrube vorgesehen. Zur Baugrubensicherung werden keine Rammarbeiten durchgeführt. Weitere Rammarbeiten oder intensive Verdichtungsarbeiten sind hier ebenfalls nicht vorgesehen, so dass hier weder relevante Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden noch auf bauliche Anlagen oder Rechneranlagen zu erwarten sind.

## 7.8 Bebauung an Baustraße C (Bereich G)

Entlang der Baustraße C befinden sich in unterschiedlichen Abständen unterschiedlich genutzte Gebäude. Unter anderem das Objekt Rosensteinstraße 20-24 UFA-Palast. In diesem Gebäude sind neben Kinos gastronomische Betriebe untergebracht. Das Gebiet ist als Mischgebiet (MI) ausgewiesen. An dem Gebäude wird zukünftig die Baustraße C unmittelbar vorüberführen. Der minimale Abstand zur Mitte des nächstgelegenen Fahrstreifens wird hier ca.

$$S_{\min} = 5 \text{ m}$$

betragen. Im weiteren Verlauf der Baustraße C hat die Bebauung stets einen Mindestabstand von ca. 15 m.

### 7.8.1 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Durch den LKW-Verkehr werden sich auf den Geschosdecken des UFA-Palastes maximal bewertete Schwingstärken im Bereich

$$KB_{F_{\max}} \leq 0,5$$

ergeben. Der obere Anhaltswert von

$$A_o = 5$$

für den Tagzeitraum wird somit deutlich unterschritten. Im Nachtzeitraum wird der zulässige obere Anhaltswert von

$$A_o = 0,3$$

überschritten. In Anlage IV.1.2 ist mit einem Abstand von 4 m und einem Aufkommen von ca. 3.100 LKW für den gesamten Tagzeitraum eine Beurteilungsschwingstärke auf typischen Geschosdecken von

$$KB_{F_{Tr}} = 0,46$$

abzulesen ist. Für den Nachtzeitraum ist mit einem Verkehrsaufkommen von ca. 40 LKW zu rechnen. Dadurch ergibt sich aus der o.g. Anlage eine Beurteilungsschwingstärke auf typische Geschoßdecken für den Nachtzeitraum von

$$KB_{F_{Tr}} \cong 0,1.$$

Dies bedeutet für den Tagzeitraum, dass der in Tabelle 1 angegebene Beurteilungsanhaltswert für die Stufe II überschritten ist. Demgemäß sind nach DIN 4150 Teil 2 Abschnitt 6.5.4.3 Maßnahmen zur Minderung erheblicher Belästigungen zu treffen. Hierzu zählt zum einen, dass zunächst alle verhältnismäßigen Maßnahmen zur Minderung der Erschütterungsimmissionen getroffen werden. Dies bedeutet, dass eine befestigte Fahrbahn hergestellt wird, deren Zustand während der gesamten Bauphase hinsichtlich Unebenheit überwacht wird. Ferner ist eine umfassende Information der Betroffenen über die Baumaßnahme und die Dauer der zu erwartenden Erschütterung vorzunehmen. Nach Durchführung dieser vorher beschriebenen Maßnahmen werden auch im Nachtzeitraum die Erschütterungsimmissionen soweit reduziert, dass es zu keinen erheblichen Belästigungen von Menschen in Gebäuden im Sinne der DIN 4150 Teil 2 kommen wird.

Im weiteren Verlauf der Baustraße C hat die Bebauung stets einen Mindestabstand von ca. 15 m, was bewertete Schwingstärken von

$$KB_{Fmax} \leq 0,1$$

zur Konsequenz hat. Diese Schwingstärken liegen im Bereich der Fühlschwelle und führen daher auch bei der Vielzahl von Fahrzeugen weder im Tag- noch im Nachtzeitraum zu erheblichen Belästigungen.

### 7.8.2 Einwirkungen auf bauliche Anlagen

Die Einwirkungen auf das Gebäude des UFA-Palastes im Bereich der Baustraße C werden am Fundament ca.

$$V_{max} \leq 0,2 \text{ mm/sec.}$$

betragen. Auf den Geschossdecken wird es zu maximalen Schwinggeschwindigkeiten im Bereich von

$$V_{max} < 0,8 \text{ mm/sec.}$$

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

## 8 Abschließende Bemerkungen

Die durchgeführten erschütterungstechnischen Untersuchungen zum Baustellenbetrieb im Bereich der Talquerung und im Zusammenhang mit dem geplanten Logistikkonzept belegen, dass aus dem Schwerverkehr auf den Baustraßen bei einer Befestigung der Straßenoberfläche mit einer Schwarzdecke

keine erheblichen Beeinträchtigungen durch Erschütterungsimmissionen 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. Dies setzt jedoch voraus, dass das Baustraßennetz zumindest in den Streckenabschnitten, wo die Baustraßen in geringen Entfernungen (Abstände  $< 10$  m) an vorhandener Bebauung vorbeiführen, während der Bauphase stets auf Unebenheiten des Straßenbelages überprüft werden und gegebenenfalls rechtzeitig Ausbesserungen vorgenommen werden. Bei einem schadhafte Asphaltbelag („Schlaglöcher“) können sich im Nahbereich Erschütterungsimmissionen ergeben, die zu erheblichen Belästigungen oder zu Beeinträchtigungen von Betriebseinrichtungen, insbesondere Rechnersystemen, führen werden. Durch entsprechende organisatorische Maßnahmen im Rahmen der Baustellenplanung und der Bauüberwachung ist dieser Sachverhalt zu berücksichtigen.

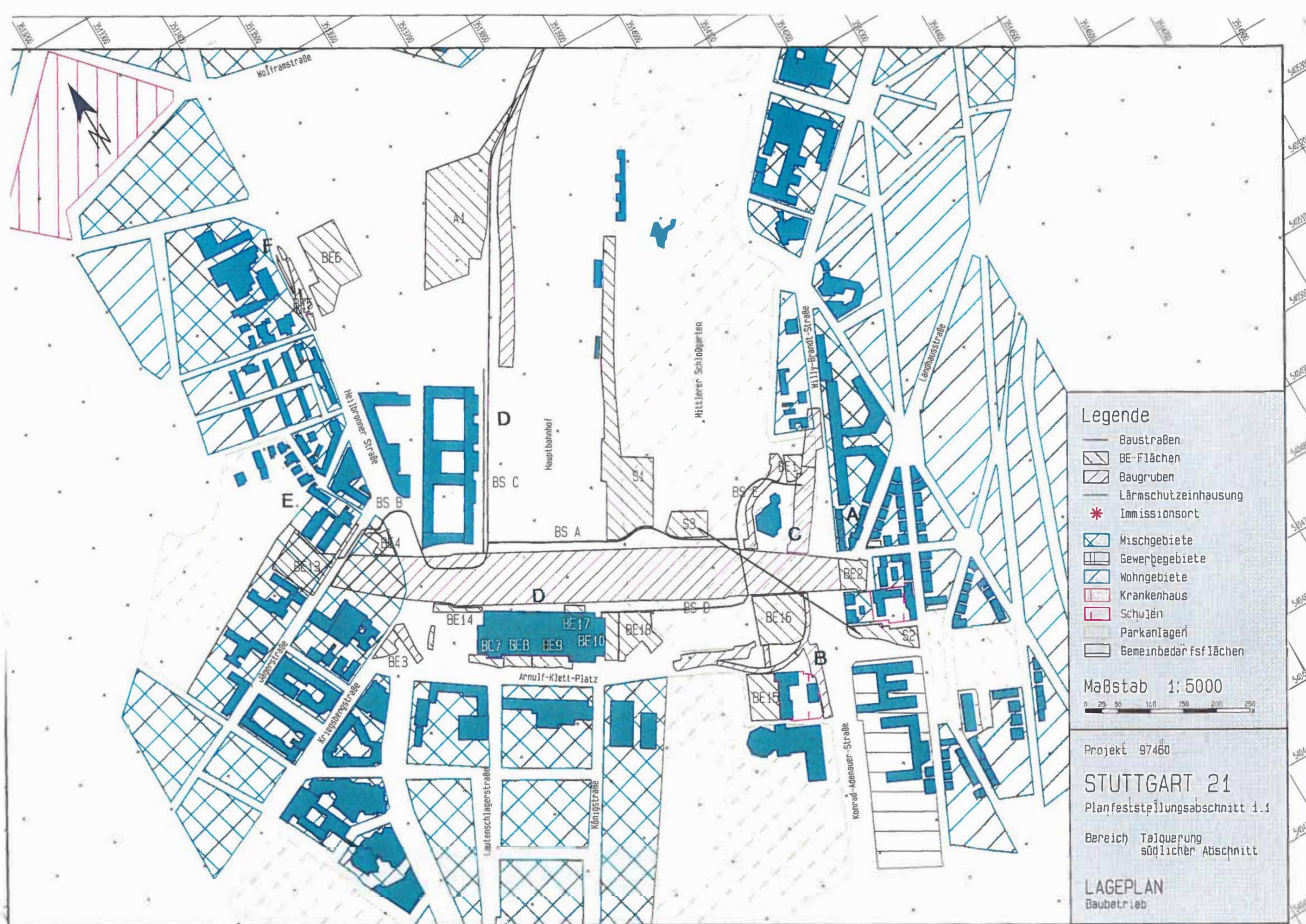
Das Rammen von Ortbetonpfählen bei Abständen, die geringer als 20 m sind, können Rammarbeiten nur bei paralleler erschütterungstechnischer Überwachung durchgeführt werden. Im Zuge der Überwachung ist die verträgliche Rammenergie festzulegen. Sollte diese so gering sein, dass ein sinnvolles Niederbringen der Ortbetonrammpfähle nicht mehr möglich ist, sollte in Teilbereichen der Einsatz von Bohrpfählen geprüft werden.

Soweit dies nicht möglich ist, sollte zur Festlegung der verträglichen Rammenergie der Immissionsschutz, d. h. die Vermeidung erheblicher Belästigungen, im Vordergrund stehen. Wenn sich hierbei so geringe Rammenergien ergeben, dass ein sinnvolles Niederbringen der Ortbetonrammpfähle nicht mehr möglich ist, ist die Festlegung der verträglichen Rammenergie auf der Grundlage der Anforderungen für den Schutz der baulichen Anlagen vorzunehmen. In Grenzsituationen sind zur Vermeidung von Bauschäden begleitende Beweissicherungsmessungen durchzuführen.



**Dipl.-Phys. Peter Fritz**

**ANLAGE I**  
**Lagepläne**



- Legende**
- Baustraßen
  - ▨ BE-Flächen
  - ▧ Baugruben
  - Lärmschutzeinhausung
  - \* Immissionsort
  - ▨ Mischgebiete
  - ▨ Gewerbegebiete
  - ▨ Wohngebiete
  - ▨ Krankenhaus
  - ▨ Schulen
  - ▨ Parkanlagen
  - ▨ Gemeinbedarf sf l ächen

Maßstab 1: 5000

0 25 50 100 150 200 250

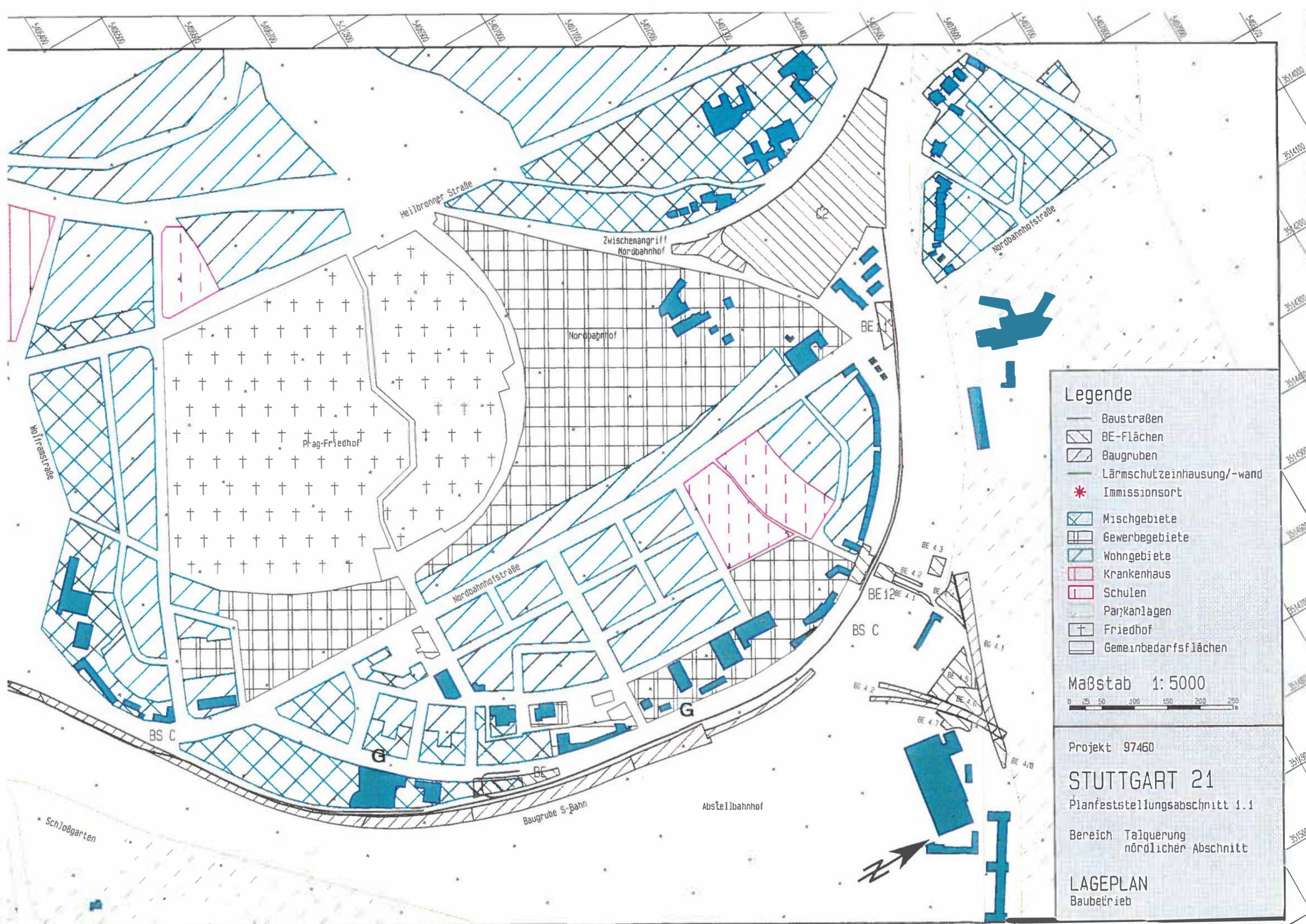
Projekt 97460

**STUTTGART 21**

Planfeststellungsabschnitt 1.1

Bereich Talquerung  
südlicher Abschnitt

LAGEPLAN  
Baubetrieb



**Legende**

- Baustraßen
- ▨ BE-Flächen
- ▧ Baugruben
- Lärmschutzeinhausung/-wand
- \* Immissionsort
- ▨ Mischgebiete
- ▨ Gewerbegebiete
- ▨ Wohngebiete
- ▨ Krankenhaus
- ▨ Schulen
- ▨ Parkanlagen
- ⊕ Friedhof
- ▨ Gemeinbedarfsflächen

Maßstab 1: 5000

0 25 50 100 150 200 250

Projekt 97460

**STUTTGART 21**

Planfeststellungsabschnitt 1.1

Bereich Talquerung  
nördlicher Abschnitt

**LAGEPLAN**  
Baubetrieb

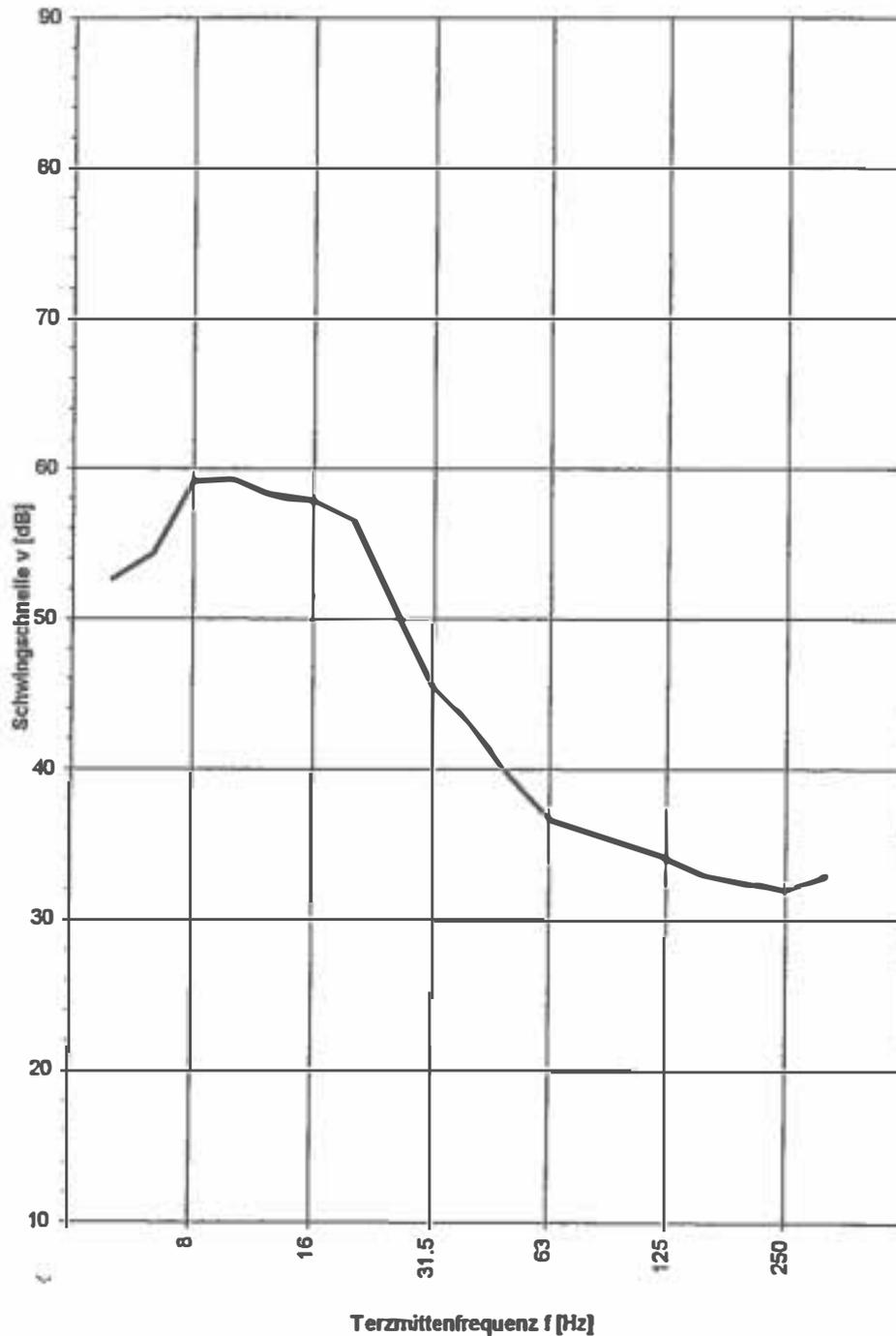
**ANLAGE II  
Emissionen**

Meßpunkt: 8 m Abstand

Fahrzeug:

Lkw

Schwingrichtung: z

dB re  $5 \cdot 10^{-8}$  m/sec

f/Hz	v/dB
5	52.7
6.3	54.4
8	59.2
10	59.4
12.5	58.2
16	57.9
20	56.6
25	50.9
31.5	45.5
40	43.0
50	39.5
63	36.8
80	35.7
100	35.0
125	34.2
160	33.0
200	32.5
250	32.0
315	33.0
Summe	66.1
$V_{Fmax}$	0.10

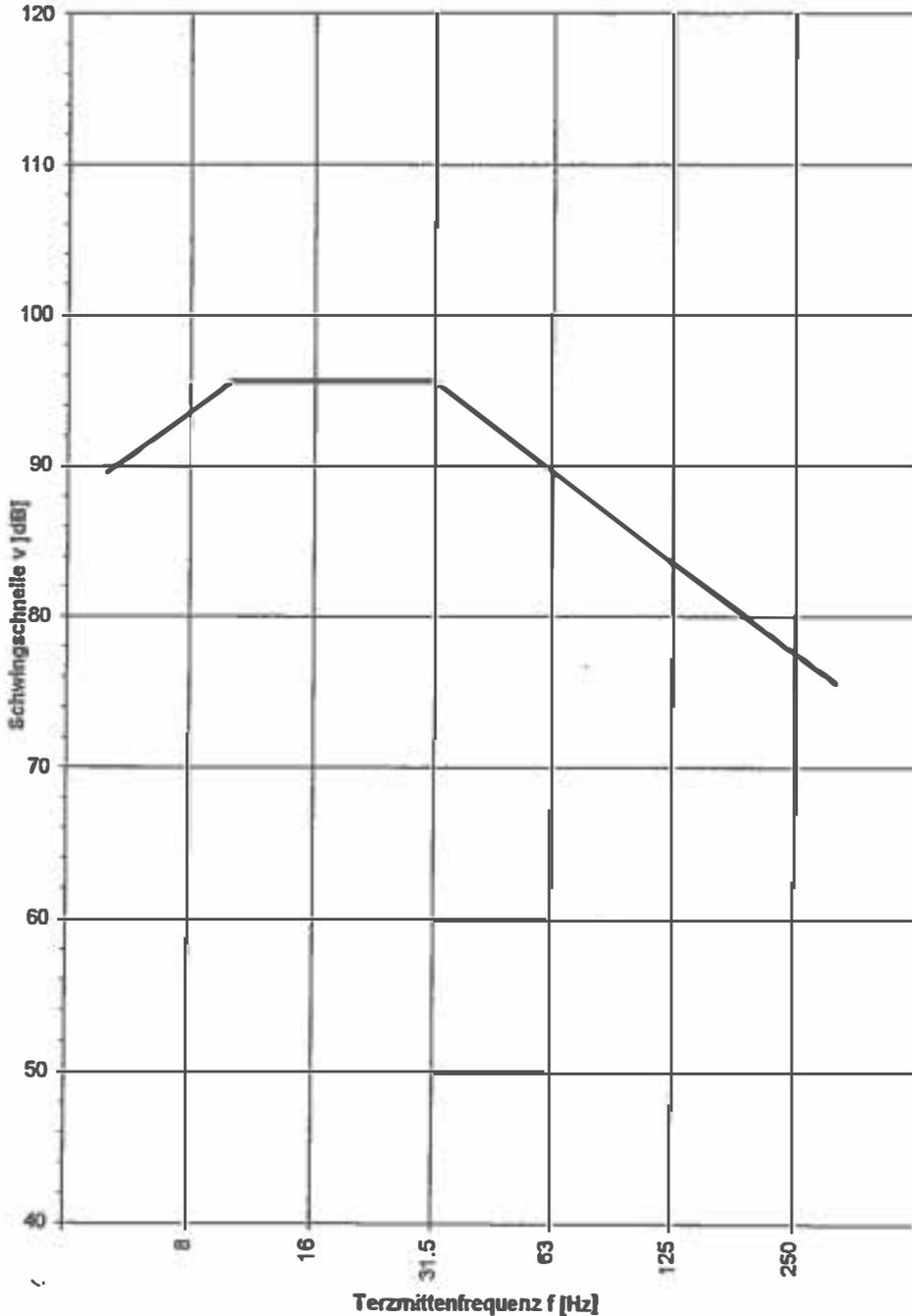
Projekt: 97440 - Erschütterungstechnische Untersuchung PfA 1.1 - Bauerschütterungen

Meßpunkt: 8 m Abstand

Bärgewicht: 5 t

Schwingrichtung: z

dB re  $5 \cdot 10^{-8}$  m/sec

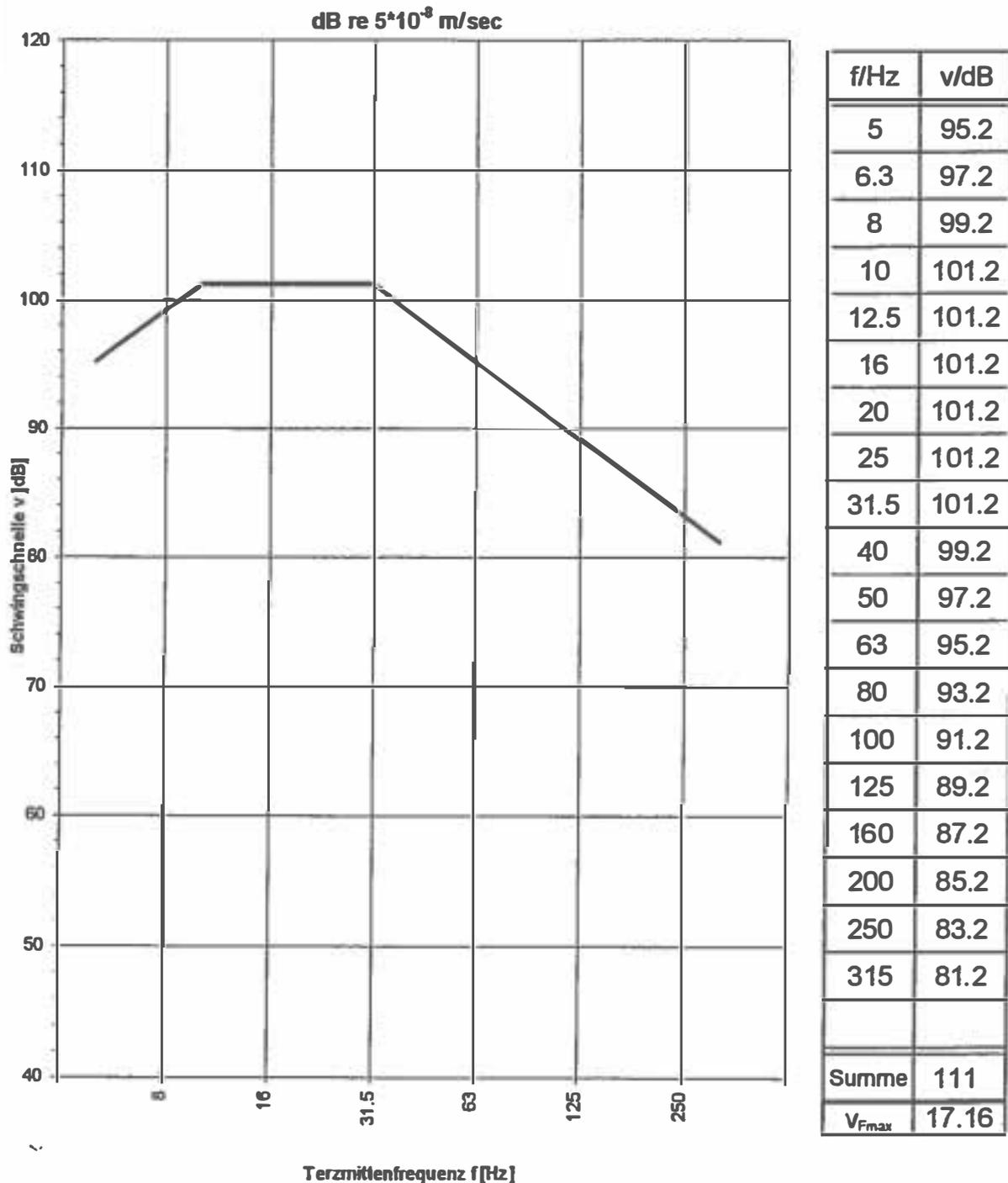


f/Hz	v/dB
5	89.6
6.3	91.6
8	93.6
10	95.6
12.5	95.6
16	95.6
20	95.6
25	95.6
31.5	95.6
40	93.6
50	91.6
63	89.6
80	87.6
100	85.6
125	83.6
160	81.6
200	79.6
250	77.6
315	75.6
Summe	105
$V_{Fmax}$	9.00

Projekt: 97440 - Erschütterungstechnische Untersuchung PfA 1.1 - Bauerschütterungen

Meßpunkt: 8 m Abstand

Schwingrichtung: z

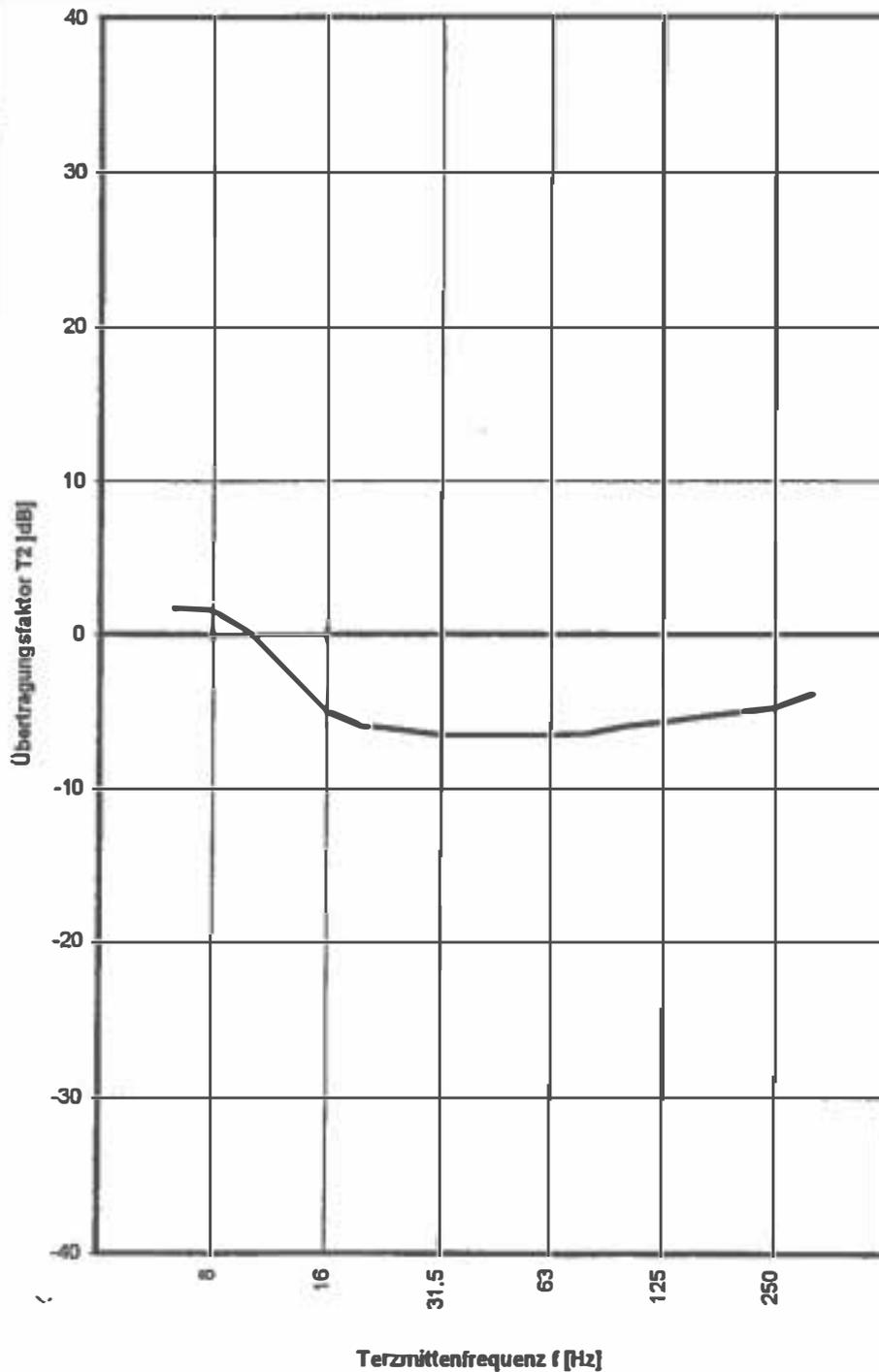


Projekt: 97440 - Erschütterungstechnische Untersuchung PfA 1.1 - Bauerschütterungen

**ANLAGE III**  
**Transmissionen**

Schwingrichtung: z

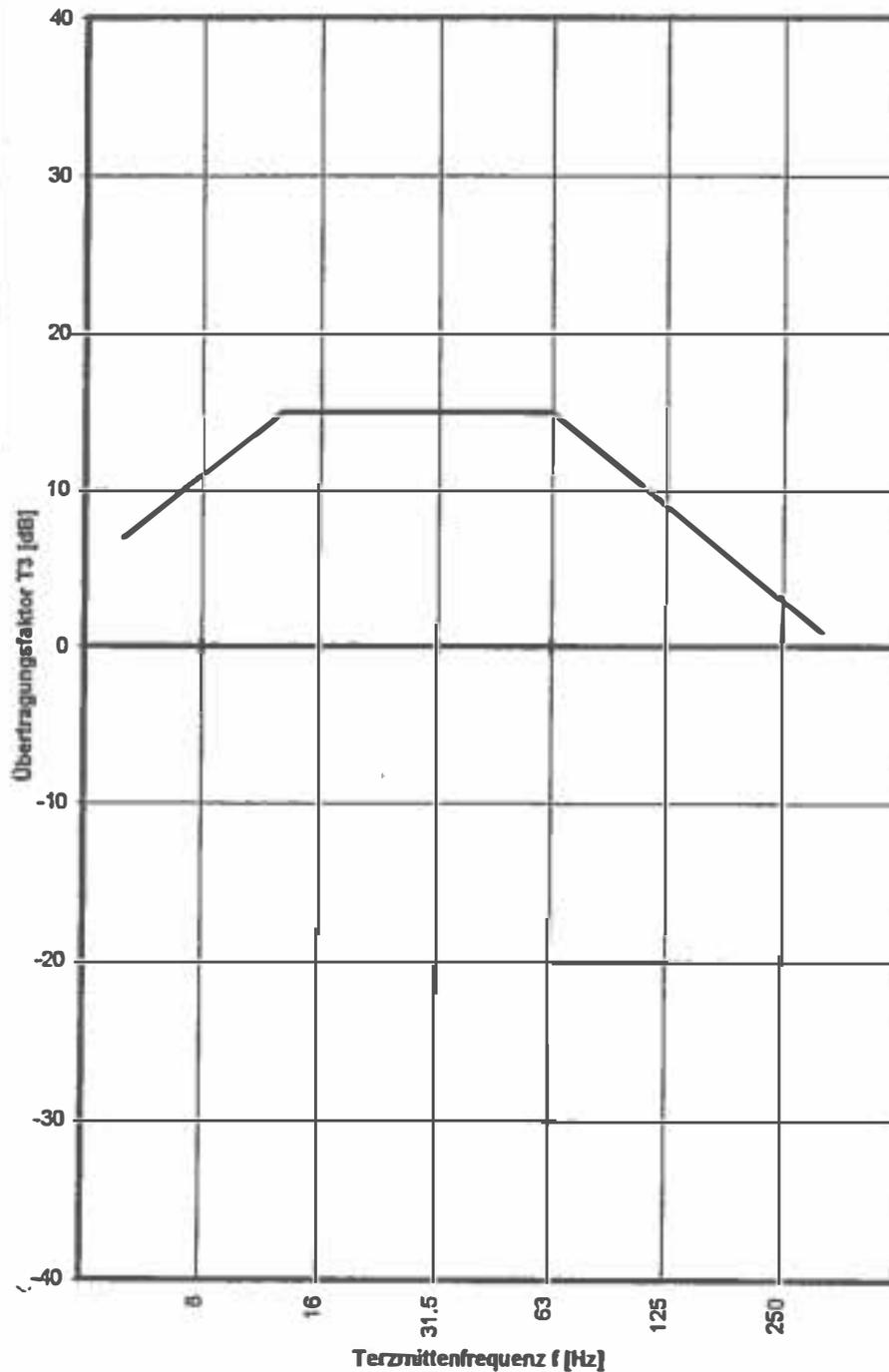
typische Funktion der Übertragung von Erschütterungen vom Erdreich  
auf das Gebäudefundament von mehrgeschossigen Gebäuden



f/Hz	v/dB
5	0.0
6.3	1.7
8	1.6
10	0.1
12.5	-2.6
16	-5.0
20	-6.0
25	-6.3
31.5	-6.6
40	-6.6
50	-6.6
63	-6.6
80	-6.5
100	-6.0
125	-5.7
160	-5.4
200	-5.1
250	-4.8
315	-3.9

Projekt:

97440 - Erschütterungstechnische Untersuchung PfA 1.1 - Bauerschütterungen

**Schwingrichtung: z**obere Abschätzung einer Funktion der Übertragung von Erschütterungen  
vom Gebäudefundament auf einzelne Geschoßdecken

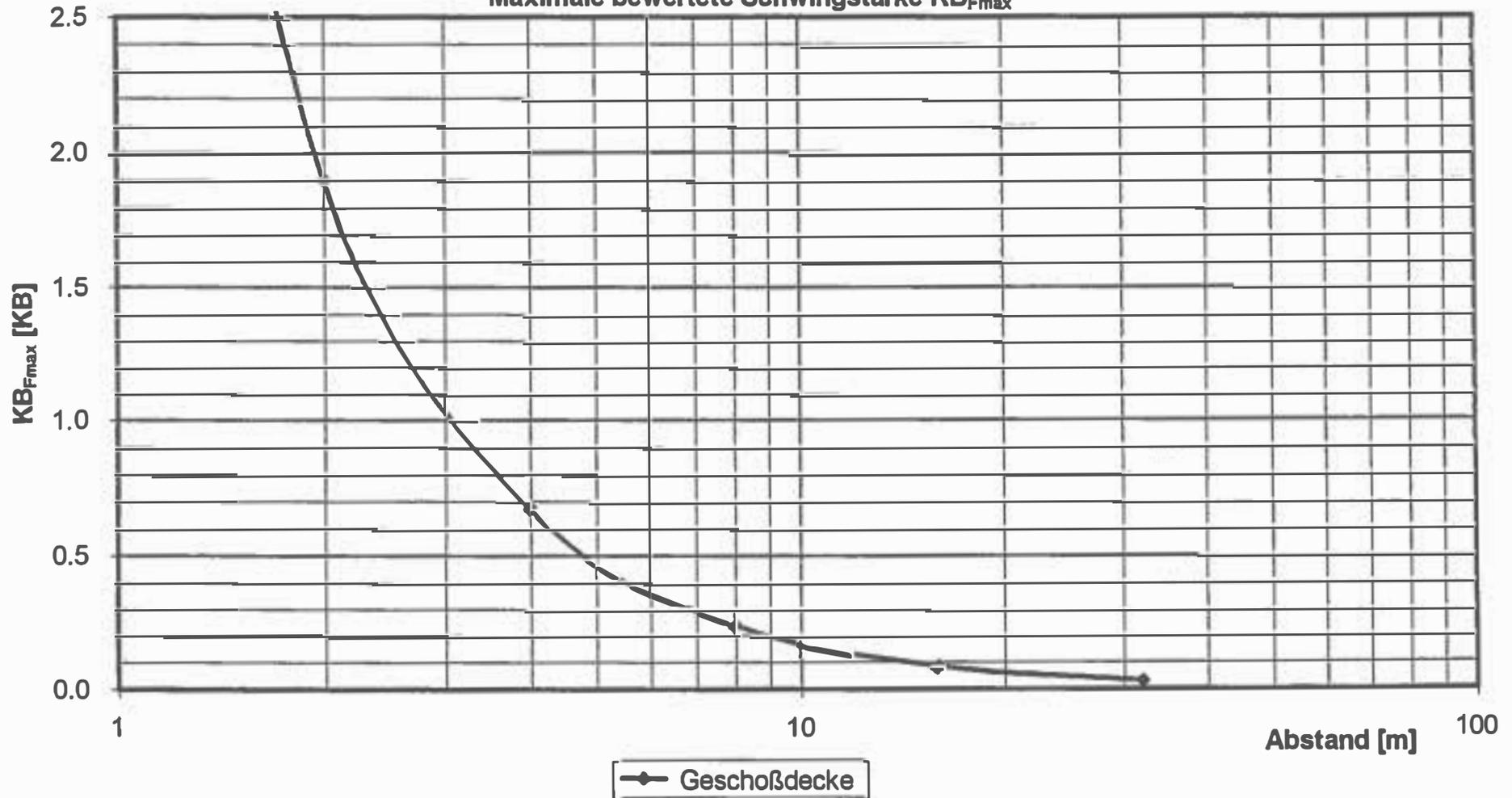
f/Hz	v/dB
5	7.0
6.3	9.0
8	11.0
10	13.0
12.5	15.0
16	15.0
20	15.0
25	15.0
31.5	15.0
40	15.0
50	15.0
63	15.0
80	13.0
100	11.0
125	9.0
160	7.0
200	5.0
250	3.0
315	1.0

Projekt:

97440 - Erschütterungstechnische Untersuchung PfA 1.1 - Bauerschütterunge

**ANLAGE IV**  
**Immissionen**

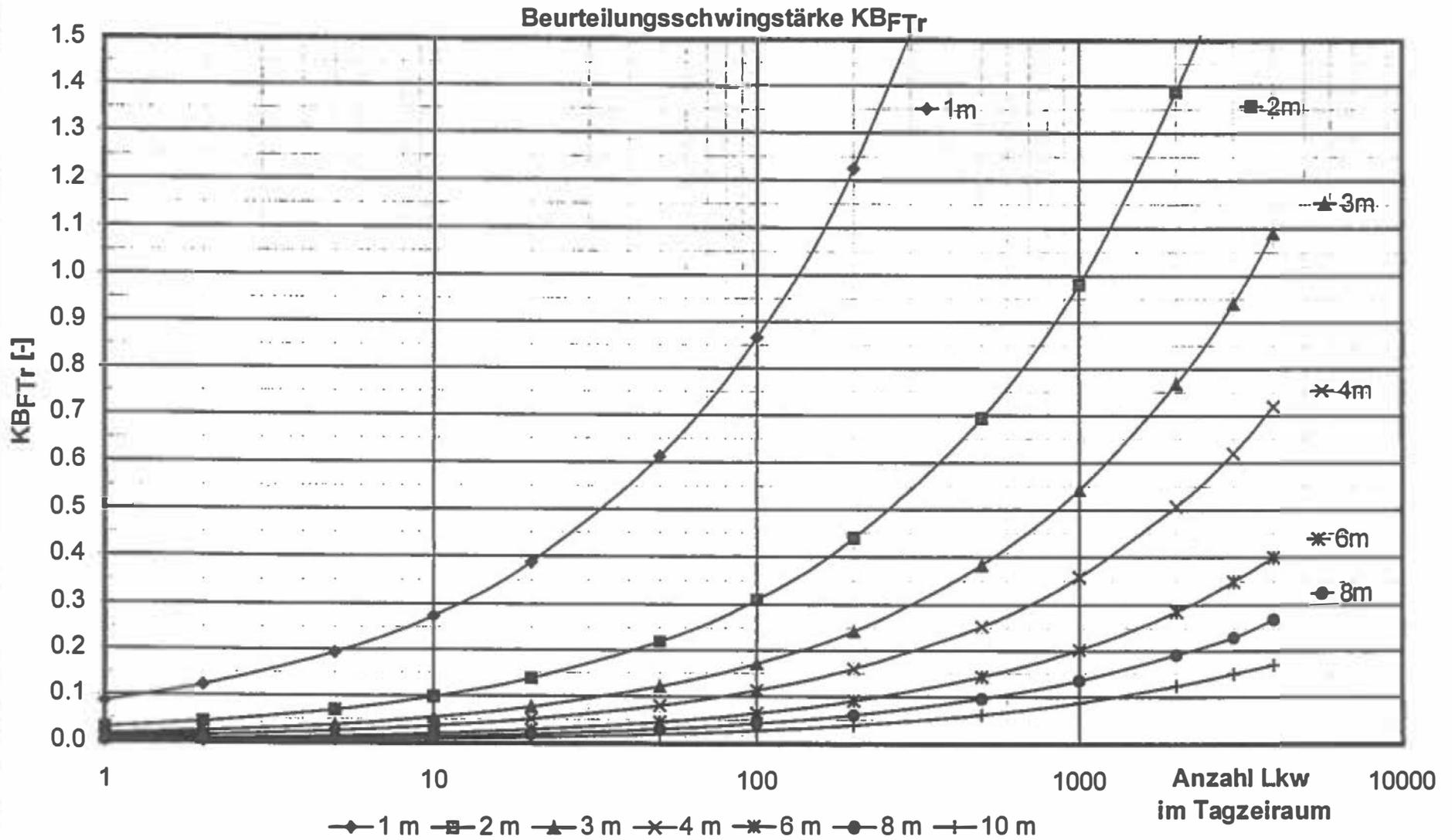
Maximale bewertete Schwingstärke KB<sub>Fmax</sub>



ANLAGE IV.1.1

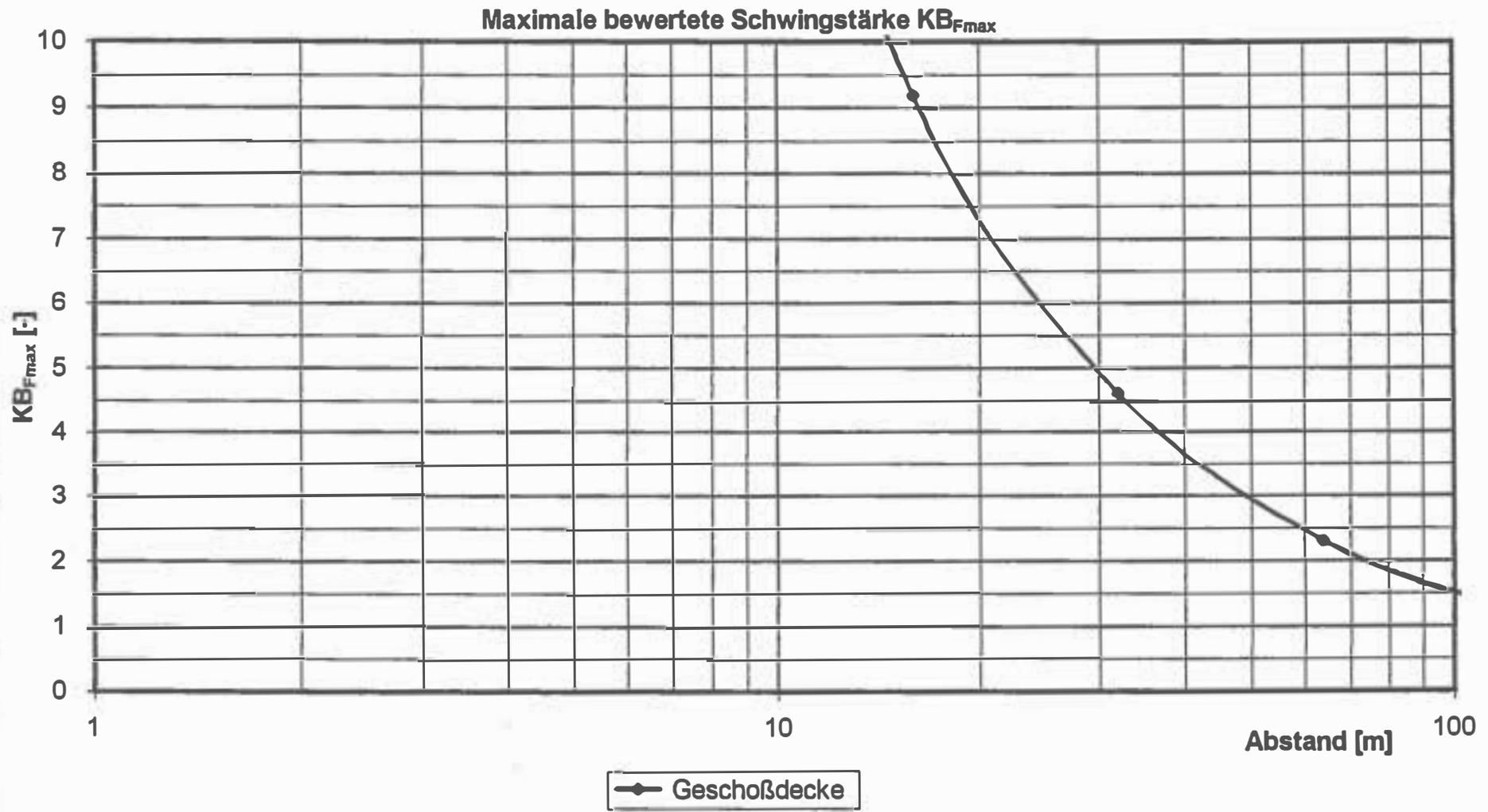
Projekt:

97440 - Erschütterungstechnische Untersuchung PfA 1.1 - Bauerschütterungen

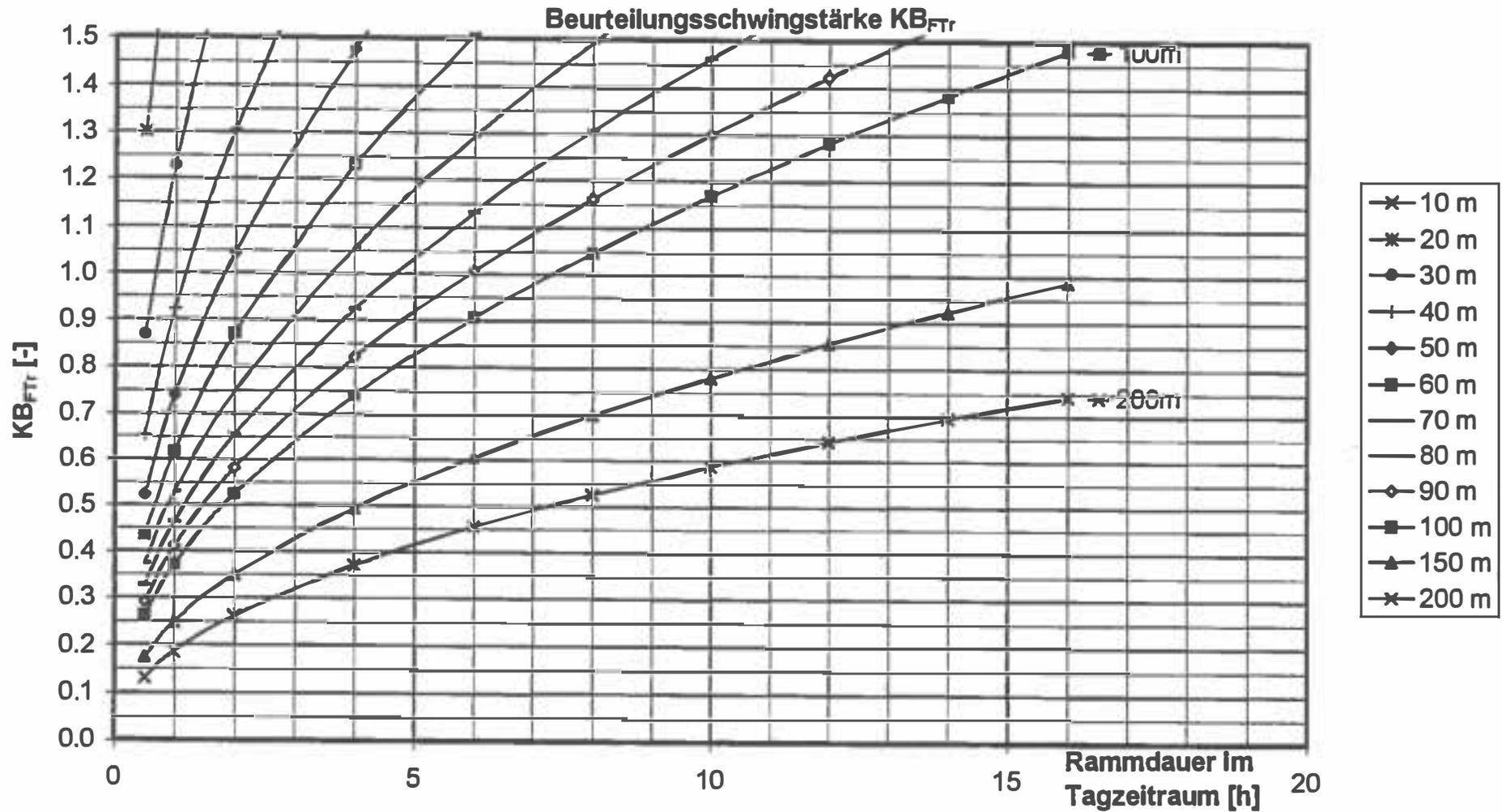


Projekt:

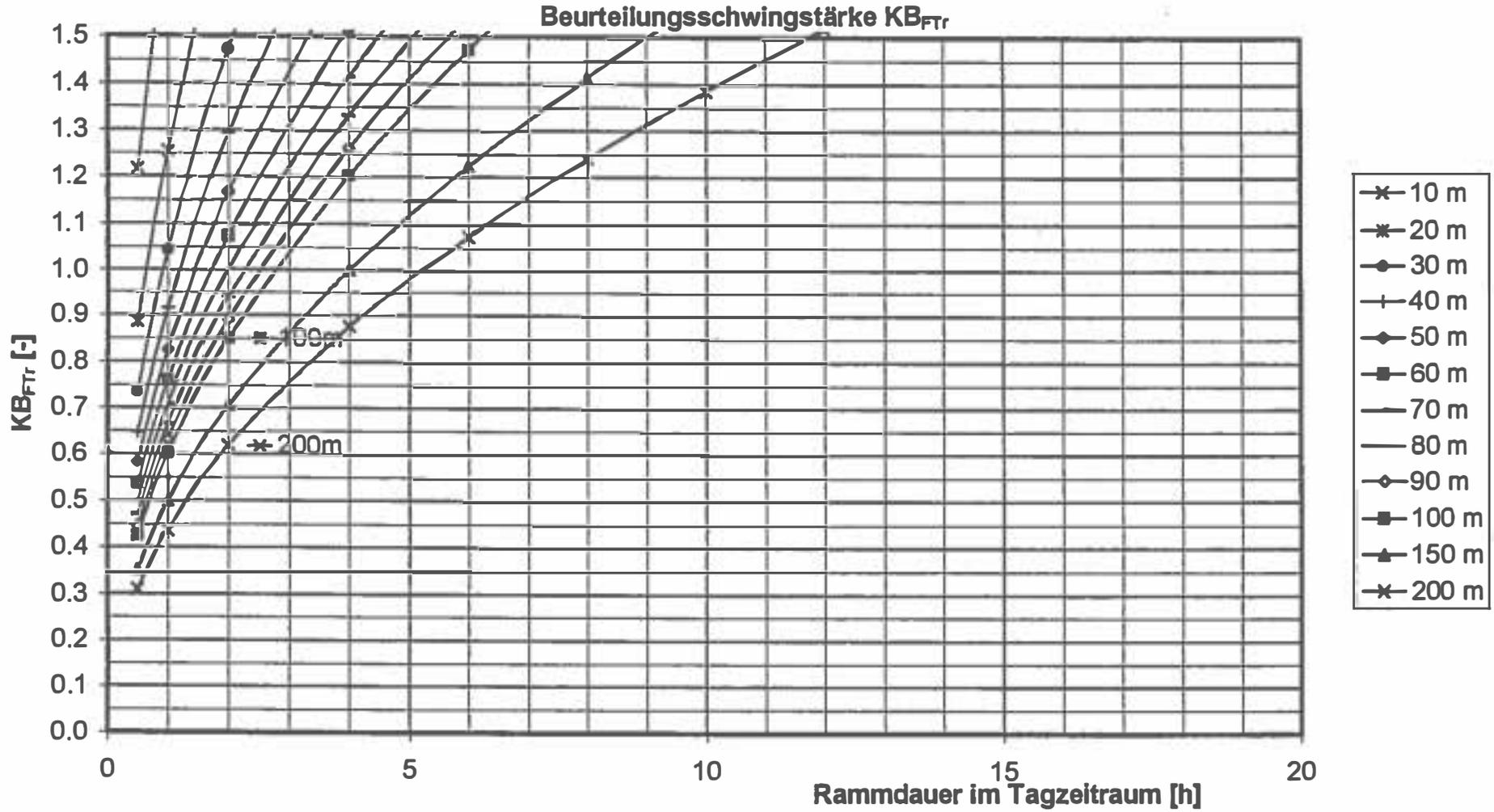
97440 - Erschütterungstechnische Untersuchung PfA 1.1 - Bauerschütterungen



ANLAGE IV.2.1

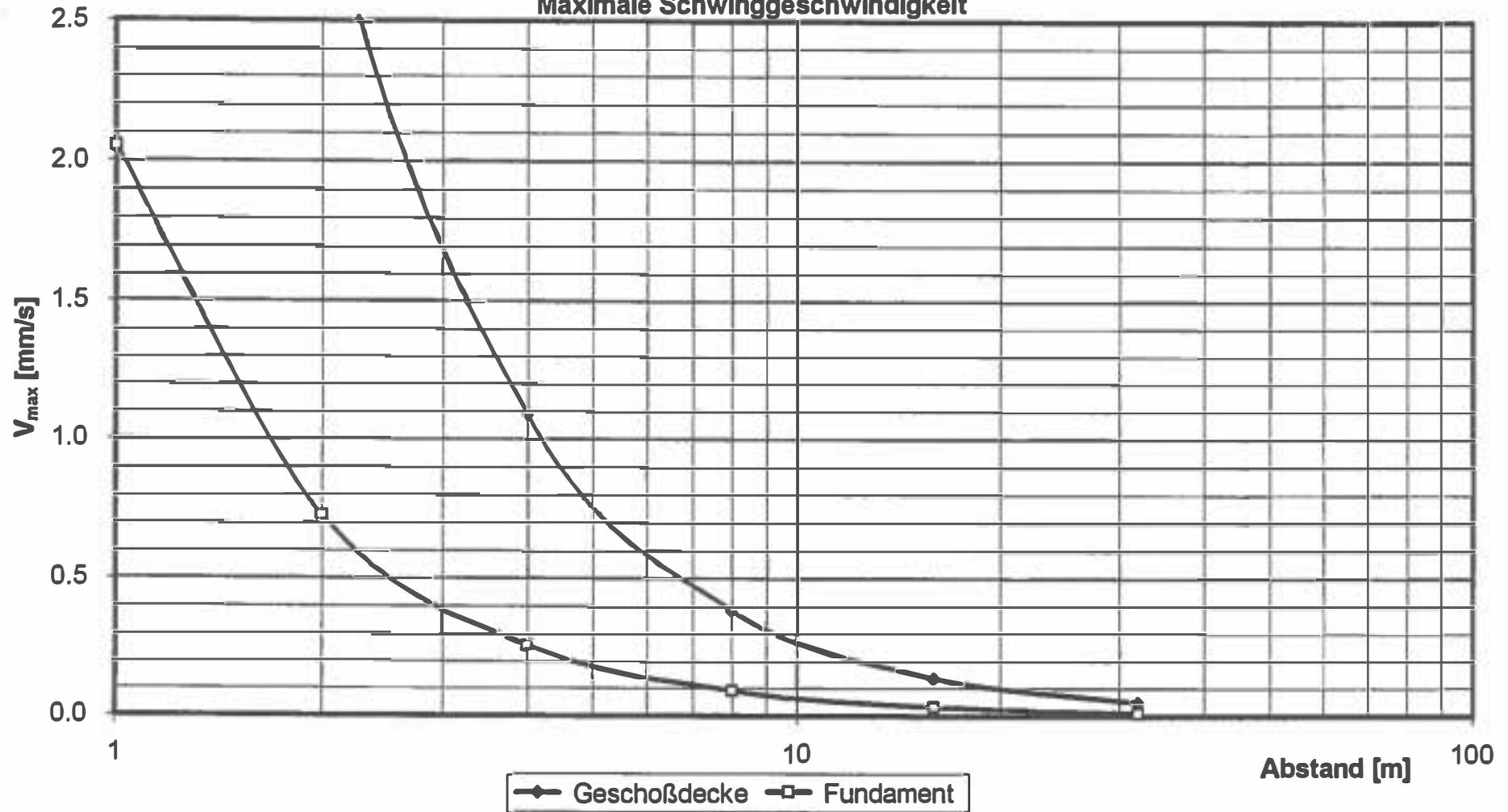






ANLAGE IV.3.2

Maximale Schwinggeschwindigkeit

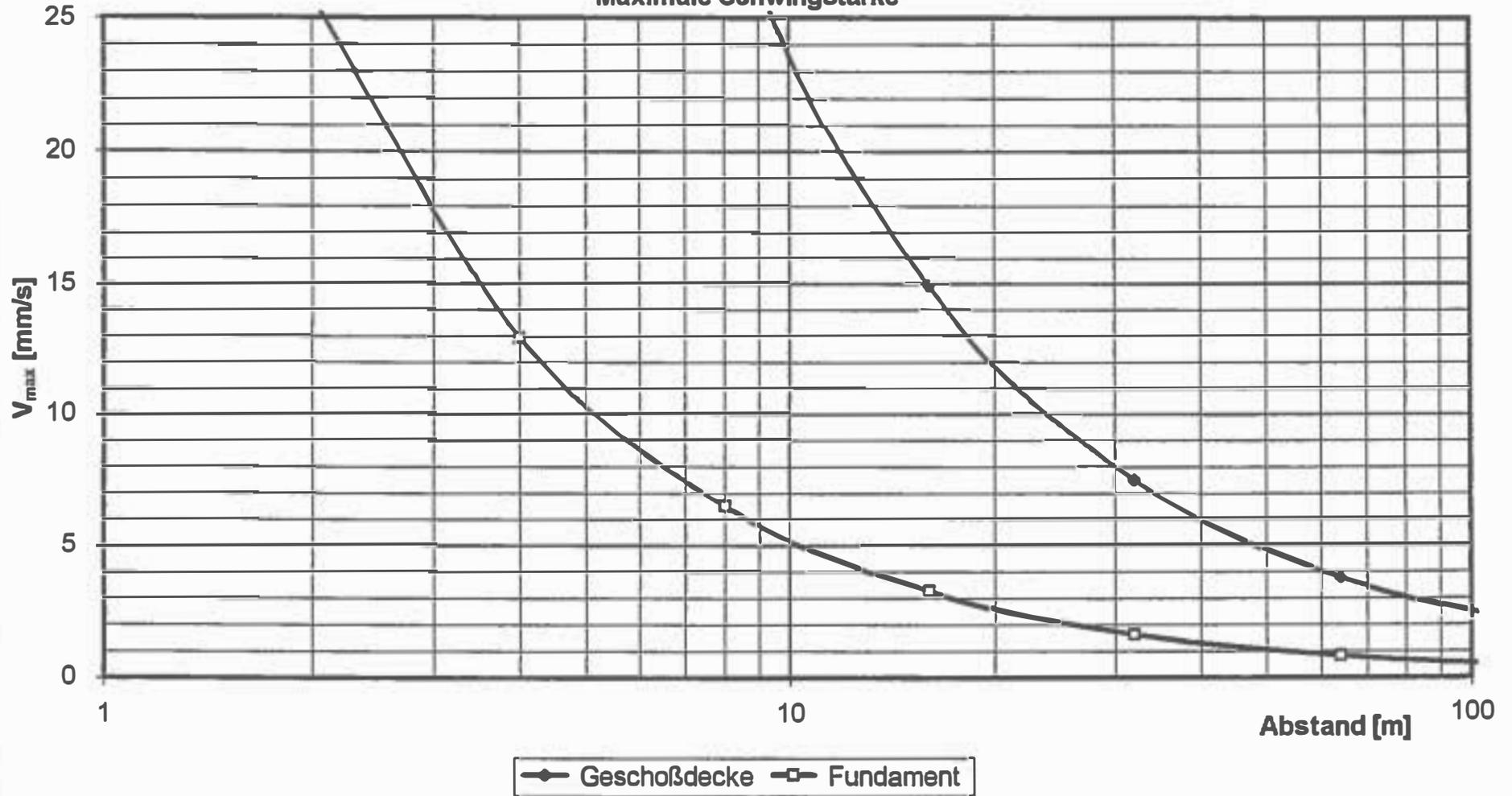


ANLAGE IV.4

Projekt:

97440 - Erschütterungstechnische Untersuchung PfA 1.1 - Bauerschütterungen

Maximale Schwingstärke

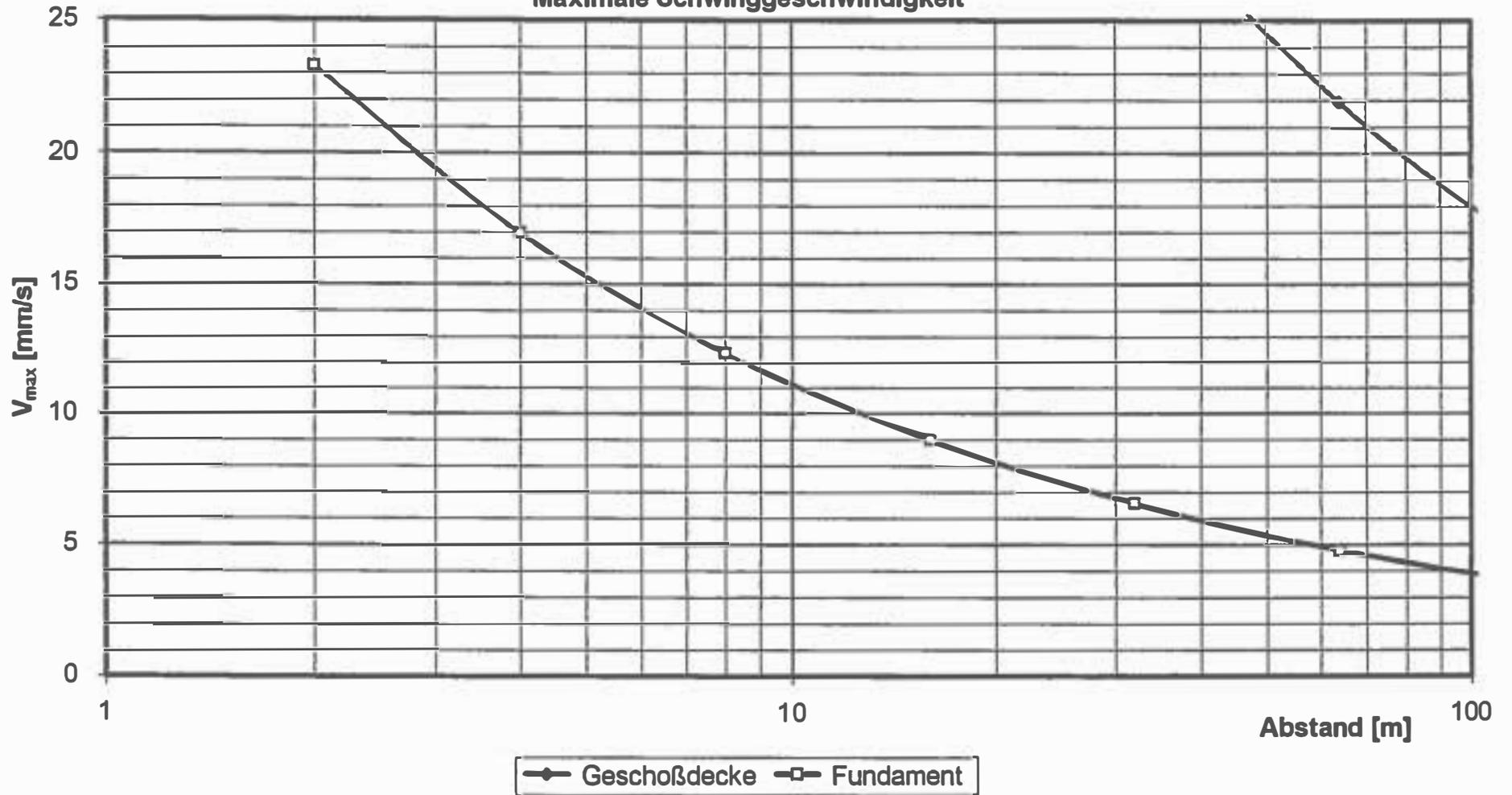


ANLAGE IV.5

Projekt:

97440 - Erschütterungstechnische Untersuchung PfA 1.1 - Bauerschütterungen

Maximale Schwinggeschwindigkeit

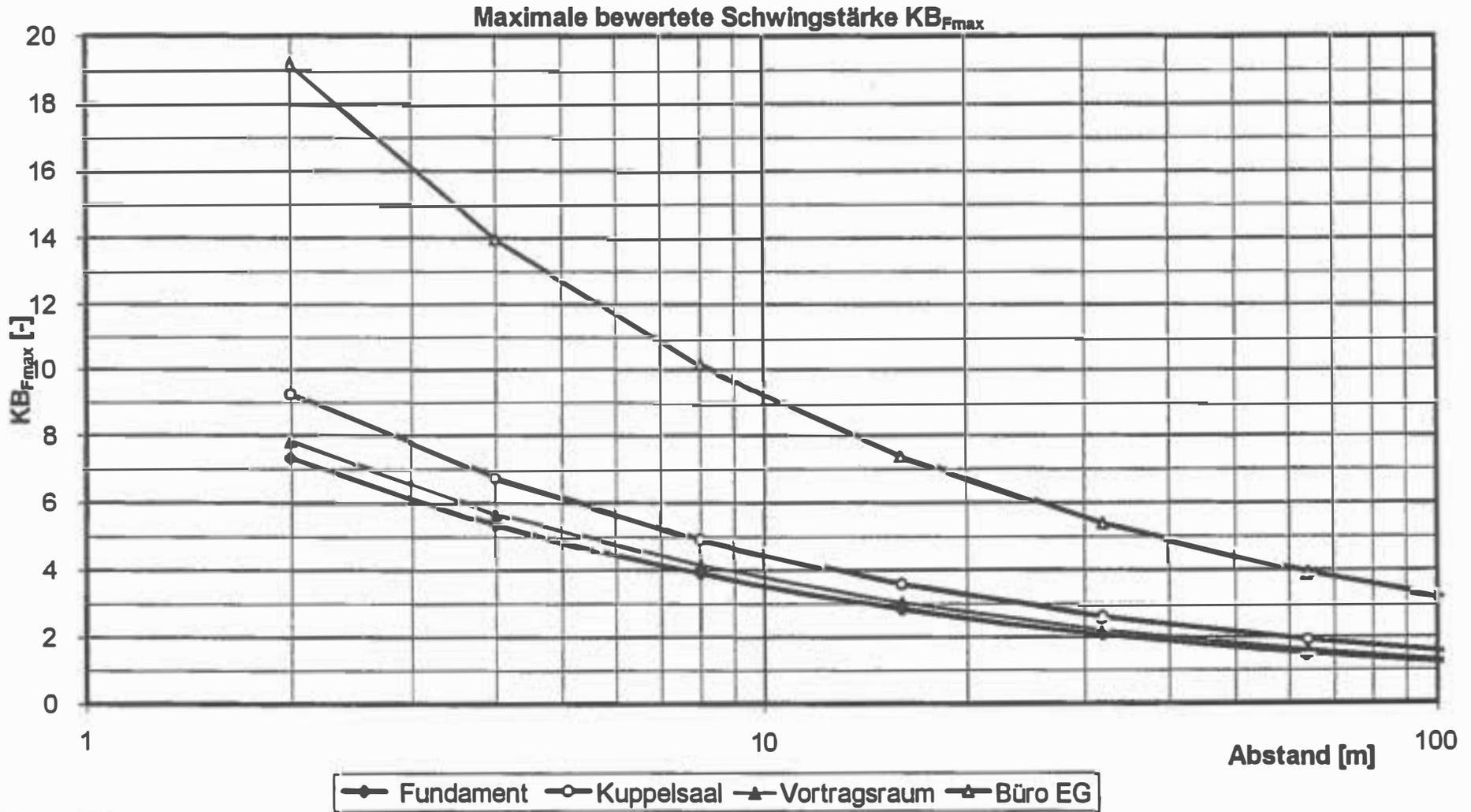


ANLAGE IV.6

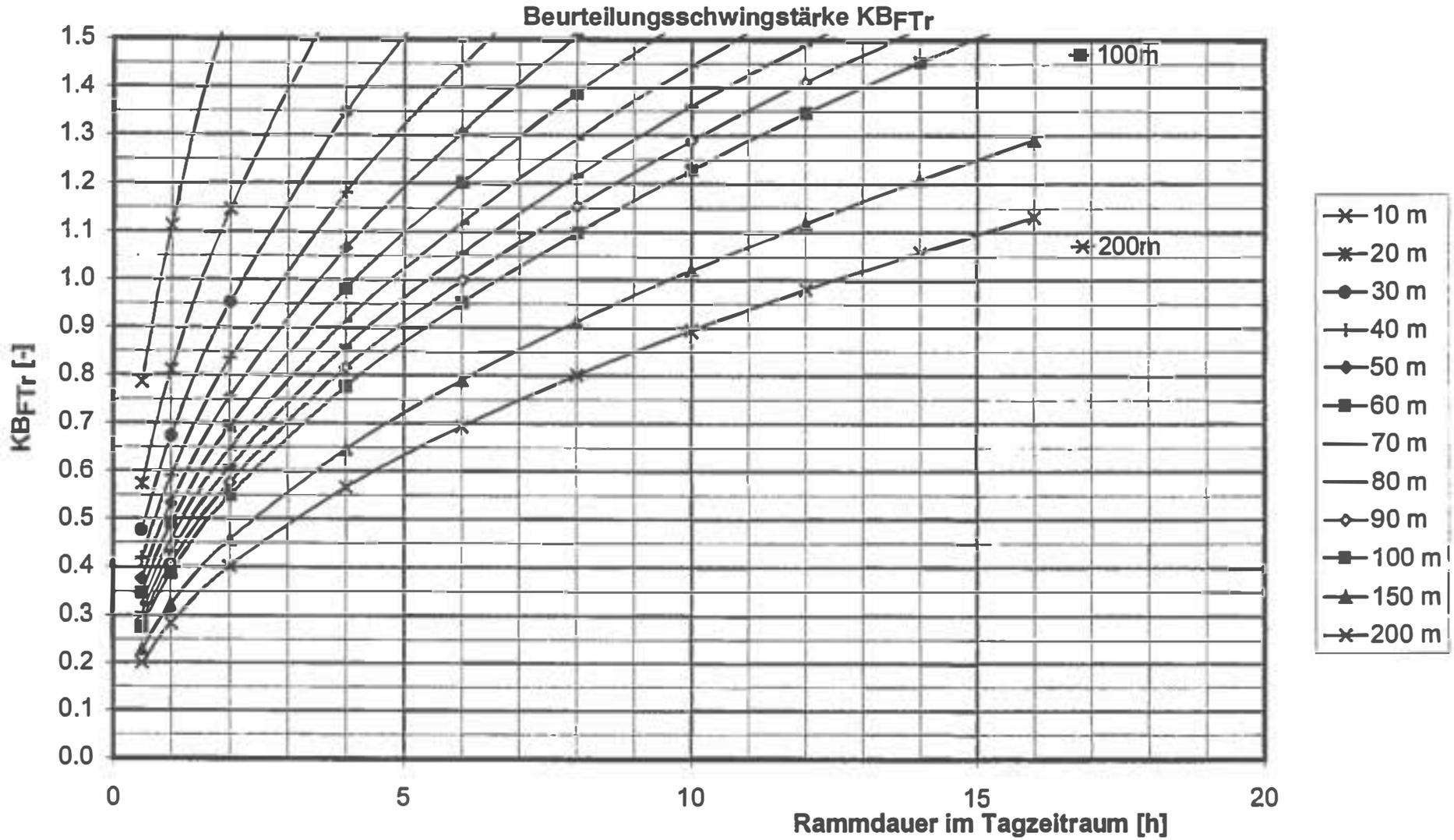
Projekt:

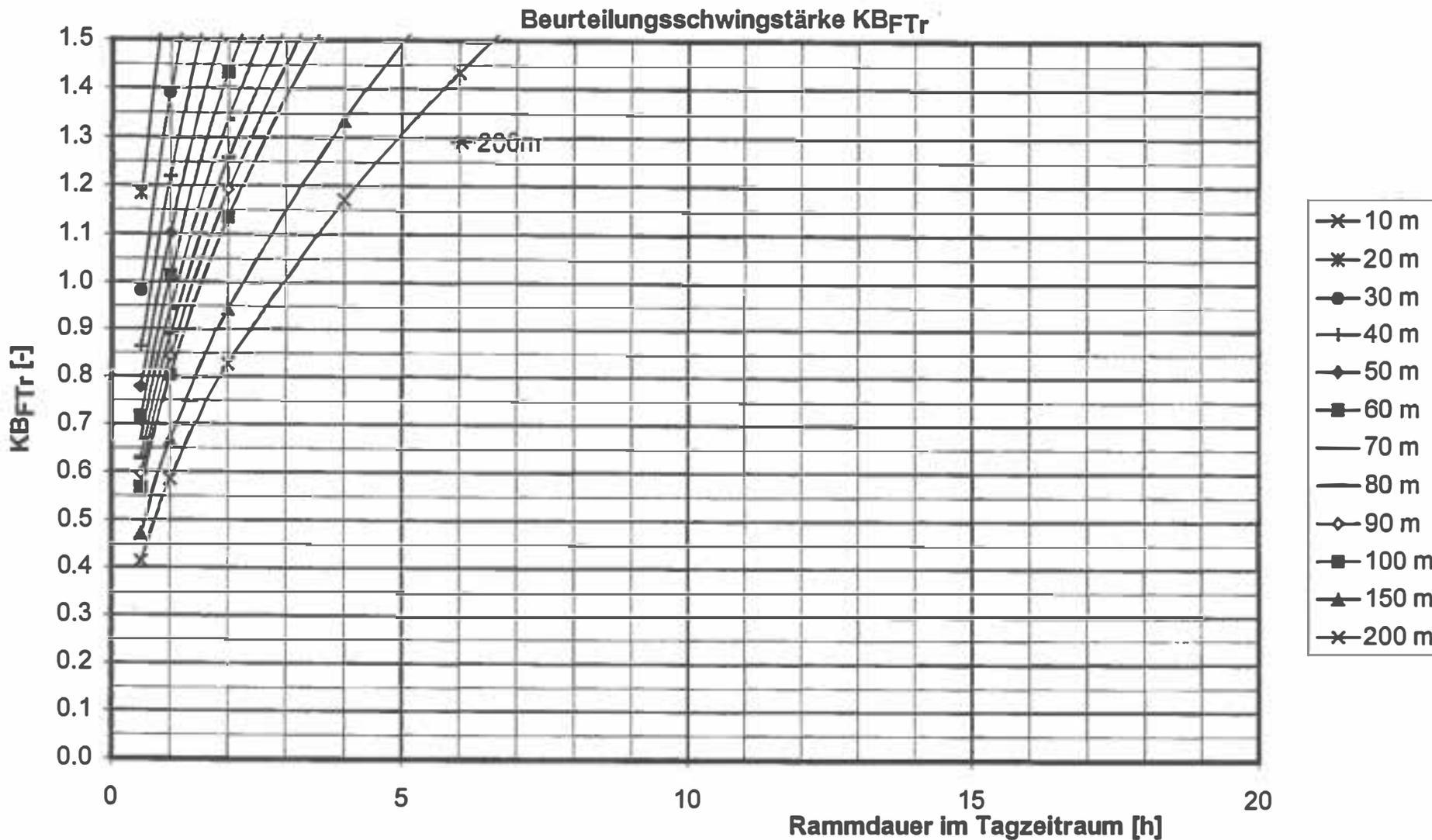
97440 - Erschütterungstechnische Untersuchung PfA 1.1 - Bauerschütterungen

**ANLAGE V**  
**Ergebnisse Planetarium**

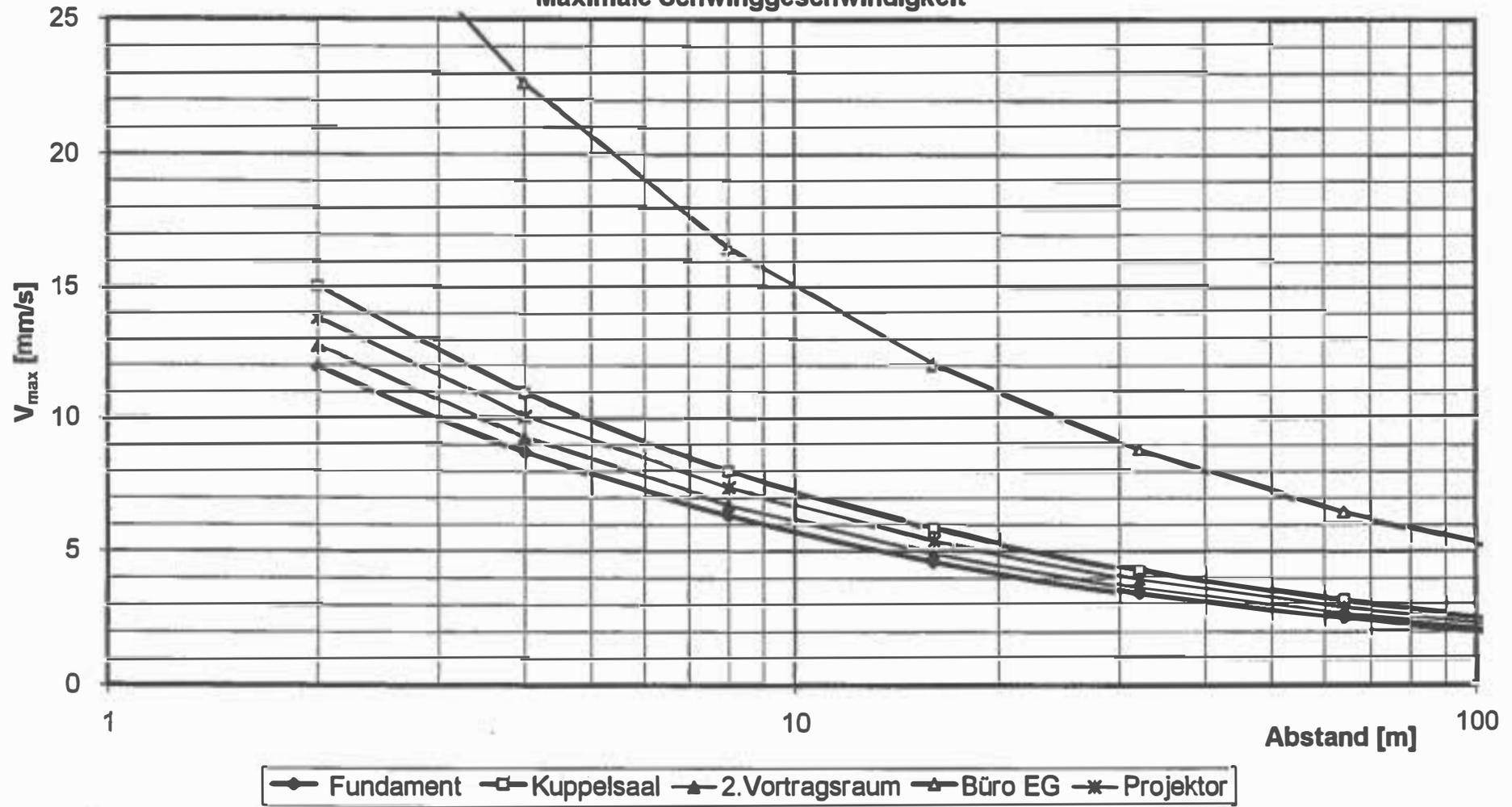


Projekt: 97630 - Erschütterungstechn. Untersuchung PfA 1.1 - Planetarium





Maximale Schwinggeschwindigkeit



Projekt: 97630 - Erschütterungstechn. Untersuchung PfA 1.1 - Planetarium