

ERSCHÜTTERUNGSTECH- NISCHE UNTERSUCHUN- GEN ZUM SCHIENENVER- KEHR

IBAS Ingenieurgesellschaft mbH vom 25.02.2026

Anlage 9

VORHABEN

2. Änderung des Bebauungsplanes
„Pegnitz Nord I“

LANDKREIS

Bayreuth

Staatliches Bauamt Bayreuth
Wilhelminenstraße 2
95444 BAYREUTH

Messstelle n. § 29b BImSchG
VMPA-Prüfstelle n. DIN 4109

IBAS Ingenieurgesellschaft mbH
Nibelungenstraße 35
95444 Bayreuth

Telefon 09 21 - 75 74 30
Fax 09 21 - 75 74 34 3
info@ibas-mbh.de
www.ibas-mbh.de

Ihr Zeichen

Unser Zeichen

Datum

se/he-25-14846-b05

25.02.2026

2. ÄNDERUNG DES BEBAUUNGSPLANS "PEGNITZ NORD I", STADT PEGNITZ

Erschütterungstechnische Untersuchungen zum Schienenverkehr

Bericht-Nr.: 25-14846-b05

Auftraggeber: Staatliches Bauamt Bayreuth
Wilhelminenstraße 2
95444 BAYREUTH

Bearbeitet von: Dr. G. Seidl
G. Witt

Berichtsumfang: Gesamt 36 Seiten, davon
Textteil 27 Seiten
Anlagen 9 Seiten

Inhaltsübersicht

Seite

1.	Situation und Aufgabenstellung	3
2.	Grundlagen	4
	2.1 Unterlagen und Angaben	4
	2.2 Literatur	4
3.	Beurteilungsgrundlagen	6
	3.1 Anforderungen zum Erschütterungsschutz	6
	3.2 Anforderungen zum Sekundärluftschall	8
4.	Durchführung der Erschütterungsmessungen	10
	4.1 Messmethodik	10
	4.2 Messzeit und Messort	11
	4.3 Messgeräte	14
	4.4 Zugzahlen	14
	4.5 Gemessene Zugvorbeifahrten	15
5.	Messergebnisse	16
6.	Prognose der Schwingungsimmissionen	17
	6.1 Allgemeines	17
	6.2 KB-Werte	18
	6.3 Sekundärluftschallpegel	22
	6.4 Entferntere Gebäude	24
7.	Zusammenfassung	26

1. Situation und Aufgabenstellung

Die Stadt Pegnitz plant derzeit die 2. Änderung des Bebauungsplanes "Pegnitz Nord I" /2.1.1/. Die Änderungen werden erforderlich, da auf dem Planungsgebiet der Neubau einer Hochschule für den öffentlichen Dienst (kurz: HföD) vorgesehen ist.

Bei dem Bauvorhaben werden mehrere Gebäude auf einer zum Teil gemeinsamen Tiefgarage erstellt. Bei den Gebäuden handelt sich um dreistöckige Wohn- und Schulgebäude, bei denen zahlreiche Unterrichts-, Büro- und Wohnräume vorgesehen sind, sowie einem vierstöckigen Verwaltungsgebäude mit Büroräumen, einem Großlehrsaal und einer Mensa.

Das Planungsgebiet befindet sich im Einwirkungsbereich verschiedener Verkehrswege. Östlich des Planungsgebiets befindet sich in unmittelbarer Nähe der Schienenverkehrsweg 5903, Neuhaus – Pegnitz bzw. Pegnitz – Schnabelwaid, von welchem Erschütterungsimmissionen auf das Planungsgebiet einwirken /2.1.5/.

Zur Ermittlung und Beurteilung der von der Schienenstrecken zu erwartenden Erschütterungen wurden entsprechende Messungen und Untersuchungen durchgeführt.

Zur Bewertung der in den geplanten Baukörpern aufgrund der Zugvorbeifahrten zu erwartenden Erschütterungsimmissionen sind von IBAS an zwei Messpunkten auf dem betroffenen Areal am 04.06.2025 Erschütterungs- / Schwingungsmessungen gemäß DIN 4150-2, Erschütterungen im Bauwesen, Teil 2: Einwirkung auf Menschen in Gebäuden /2.2.2/, in Verbindung mit DIN 45669-2 /2.2.4/ bzw. DIN 45672 /2.2.5, 2.2.6, 2.2.7/ durchgeführt worden /2.1.4/.

Der vorliegende Messbericht fasst die Untersuchungsergebnisse, die sich auf Basis der Erschütterungsmessungen ergeben, zusammen.

2. Grundlagen

2.1 Unterlagen und Angaben

Folgende Unterlagen wurden den Untersuchungen zu Grunde gelegt.

- 2.1.1 Bebauungsplan Pegnitz Nord I, Stadt Pegnitz, M = 1:1.000, vom 21.10.1991;
- 2.1.2 Vorentwurf Freianlagen, Lageplan EG, HföD Pegnitz, M = 1:500, Sichau und Walter Architekten GmbH, Stand 16.10.2025;
- 2.1.3 Plansatz mit Grundrissen, HföD Pegnitz, M = 1:200, Sichau und Walter Architekten GmbH, Stand 05.12.2025;
- 2.1.4 Ortstermin mit Durchführung von Erschütterungsmessungen, IBAS GmbH, vom 04.06.2025;
- 2.1.5 Zugzahlen Prognose 2030 für die Bahnstrecke 5903 im Bereich des Planvorhabens, Deutsche Bahn AG, per E-Mail, vom 16.05.2025.

2.2 Literatur

Folgende Normen, Richtlinien und weiterführende Literatur wurden für die Bearbeitung herangezogen.

- 2.2.1 DIN 4150-1, Erschütterungen im Bauwesen, Teil 1: Vorermittlung von Schwingungsgrößen, Dezember 2022;
- 2.2.2 DIN 4150-2, Erschütterungen im Bauwesen, Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden, August 2015;
- 2.2.3 DIN 45669-1, Messung von Schwingungsimmissionen – Teil 1: Schwingungsmesser - Anforderungen und Prüfungen, Juni 2020;
- 2.2.4 DIN 45669-2, Messung von Schwingungsimmissionen – Teil 2: Messverfahren, Juni 2005;

- 2.2.5 DIN 45672-1, Schwingungsmessung in der Umgebung von Schienenverkehrswegen – Teil 1: Messverfahren, Dezember 2009;
- 2.2.6 DIN 45672-1, Schwingungsmessung in der Umgebung von Schienenverkehrswegen – Teil 1: Messverfahren, Berichtigung zu DIN 45672-1: 2009-12, August 2012;
- 2.2.7 DIN 45672-2, Schwingungsmessungen in der Umgebung von Schienenverkehrswegen, Teil 2: Auswerteverfahren, Juli 1995;
- 2.2.8 VDI-Richtlinie 2057, Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen, Blatt 3: Beurteilung, Mai 1987;
- 2.2.9 VDI-Richtlinie 2058, Blatt 1, Beurteilung von Arbeitsplatzlärm in der Nachbarschaft, September 1985;
- 2.2.10 Sechste AVwV vom 26.08.1998 zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm, GMBI. Nr. 26);
- 2.2.11 VDI-Richtlinie 2719, Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen, August 1987;
- 2.2.12 VDI-Richtlinie 2038, Gebrauchstauglichkeit von Bauwerken bei dynamischen Einwirkungen - Untersuchungsmethoden und Beurteilungsverfahren der Baudynamik, Teil 3: Sekundärer Luftschall – Grundlagen, Prognose, Messung, Beurteilung und Minderung, November 2013;
- 2.2.13 G. Müller und M. Möser (Hrsg.), Taschenbuch der Technischen Akustik, Kapitel 17.3.3, Springer, Berlin, 2004;
- 2.2.14 Schall 03, Berechnung des Beurteilungspegels für Schienenwege, Anlage 2 der 16. BImSchV, geändert am 18.12.2014;
- 2.2.15 DIN EN ISO 1683, Akustik – Bevorzugte Bezugswerte für Pegel in der Akustik und Schwingungstechnik, November 2008;
- 2.2.16 DIN 4150-2, Erschütterungen im Bauwesen – Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden, Juni 1999.

3. Beurteilungsgrundlagen

3.1 Anforderungen zum Erschütterungsschutz

Für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen ist die DIN 4150, Teil 2 /2.2.2/, Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden, anzuwenden.

Gemäß dem vorliegenden Bebauungsplanentwurf ist die Ausweisung eines "Sonstigen Sondergebietes" (SO) mit der Zweckbestimmung "Bildung" vorgesehen, wobei folgende Nutzungen zulässig sind:

- Einrichtungen und Gebäude für Hochschulnutzungen (z.B. Lehre, Verwaltung, Mensa)
- Wohnungen für Studierende
- sonstige technische Anlagen, Tiefgaragen, Stellplätze, Nebenanlagen, Sport- und Freizeiteinrichtungen, die für die Hochschulnutzungen sowie die Wohnungen erforderlich sind.

Sondergebiete werden bei den Anforderungen der DIN 4150, Teil 2, nicht gesondert angeführt. Daher ist bei der Festlegung der Anforderungen eine entsprechende Einordnung unter Berücksichtigung der Nutzung und Schutzbedürftigkeit erforderlich.

Gemäß den vorliegenden Planunterlagen sind Verwaltungsgebäude, Lehrsaalgebäude, Mensa und Wohnheime für Studierende geplant. Diese Nutzungen befinden sich in etwa zu gleichen Anteilen auf dem Planungsgebiet. Aus diesem Grund kann die Schutzbedürftigkeit einer Umgebung, in der weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind (vgl. siehe Kerngebiete BauNVO, § 7, urbane Gebiete BauNVO, § 6a Mischgebiete BauNVO, § 6, Dorfgebiete BauNVO, § 5, dörfliche Wohngebiete BauNVO, § 5a, besondere Wohngebiete BauNVO, § 4a) zugeordnet werden.

Nach /2.2.2/ gelten in Abhängigkeit von der Gebietsausweisung folgende Anhaltswerte für die maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} (A_u , A_o) und die Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} (A_r).

Tabelle 1: Anhaltswerte für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen durch Schienenverkehr nach DIN 4150, Teil 2

Zeile	Einwirkungsort	Tags			Nachts		
		A _u	A _o	A _r	A _u	A _o	A _r
1	Einwirkungsorte, in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen und gegebenenfalls ausnahmsweise Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichts- und Bereitschaftspersonen untergebracht sind (siehe Industriegebiete BauNVO, § 9)	0,4	6	0,2	0,3	0,6	0,15
2	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind (siehe Gewerbegebiete BauNVO, § 8)	0,3	6	0,15	0,2	0,4	0,1
3	Einwirkungsorte, in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind (siehe Kerngebiete BauNVO, § 7, urbane Gebiete BauNVO, § 6a Mischgebiete BauNVO, § 6, Dorfgebiete BauNVO, § 5, dörfliche Wohngebiete BauNVO, § 5a, besondere Wohngebiete BauNVO, § 4a).	0,2	5	0,1	0,15	0,3	0,07
4	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind (siehe reine Wohngebiete BauNVO, § 3, allgemeine Wohngebiete BauNVO, § 4, Kleinsiedlungsgebiete BauNVO, § 2).	0,15	3	0,07	0,1	0,2	0,05
5	Besonders schutzbedürftige Einwirkungsorte, z. B. in Krankenhäusern, Kurkliniken, soweit sie in dafür ausgewiesenen Sondergebieten liegen.	0,1	3	0,05	0,1	0,15	0,05
<p>In Klammern sind jeweils die Gebiete der Baunutzungsverordnung BauNVO angegeben, die in der Regel den Kennzeichnungen unter Zeile 1 bis 4 entsprechen. Eine schematische Gleichsetzung ist jedoch nicht möglich, da die Kennzeichnung unter Zeile 1 bis 4 ausschließlich nach dem Gesichtspunkt der Schutzbedürftigkeit gegen Erschütterungseinwirkungen vorgenommen ist, die Gebietseinteilung in der BauNVO aber auch anderen planerischen Erfordernissen Rechnung trägt.</p>							

Ist die ermittelte maximale Schwingstärke KB_{Fmax} kleiner oder gleich dem unteren Anhaltswert A_u , so ist die Anforderung der DIN 4150, Teil 2, eingehalten. Ist dies nicht der Fall, ist bei Erschütterungen durch Schienenverkehr die Beurteilungsschwingstärke mit dem Anhaltswert A_r zu vergleichen.

Wie bereits erläutert, wird aufgrund der tatsächlichen Nutzung die Schutzwürdigkeit eines Mischgebietes (MI) für die Beurteilung herangezogen. Der entsprechende Bereich ist in Tabelle 1 grafisch hervorgehoben worden.

In den Erläuterungen zur DIN 4150 – Teil 2 – Anhang D, in der Fassung vom August 2025 /2.2.2/, wird bezüglich der Spürbarkeitsschwelle von Erschütterungen Folgendes erwähnt (vgl. /2.2.16/):

" *Einen Hinweis auf die Fühlbarkeit der Erschütterungseinwirkung gibt die Größe KB_{Fmax} . Die Fühlschwelle liegt bei den meisten Menschen im Bereich zwischen $KB = 0,1$ und $KB = 0,2$. [...] **Erschütterungseinwirkungen um $KB = 0,3$ werden beim ruhigen Aufenthalt in Wohnungen überwiegend bereits als gut spürbar [...] wahrgenommen.**"*

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass es sich bei den Werten aus der DIN 4150-2 um Anhaltswerte handelt, die indikatorischen Charakter besitzen und keine Grenzwerte darstellen. Die für die Beurteilung zugrunde gelegte Schutzwürdigkeit entsprechend Zeile 3 in Tabelle 1 wird aus fachtechnischer Sicht als geeignet angesehen.

3.2 Anforderungen zum Sekundärluftschall

Die vom Schienenverkehr in den Untergrund eingeleiteten Schwingungen übertragen sich auf die Fundamente der Gebäude. Durch den in die Baukonstruktion eingetragenen Körperschall können in den Innenräumen, auch auf der schienenabgewandten Gebäudeseite, tieffrequente Geräusche entstehen. Für die Beurteilung dieser als "sekundärer Luftschall" bezeichneten Schallimmissionen wurden bisher noch keine Richtlinien oder Normen verbindlich eingeführt.

Hier werden hilfsweise verschiedene Richtlinien verwendet.

Neben der TA Lärm, die für Gewerbegeräusche gilt und für Sekundärschall bzw. für Körperschallübertragung in Wohnräumen keine Differenzierung nach der Gebietsausweisung vornimmt, kann die VDI-Richtlinie 2719 zur differenzierten Betrachtung herangezogen werden. Dies ist auch in dem aktuelleren Regelwerk zu Untersuchungsmethoden und Beurteilungsverfahren der Baudynamik-Sekundärer Luftschall (VDI-Richtlinie 2038-3 /2.2.12/) so beschrieben.

Die VDI-Richtlinie 2719, Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen /2.2.11/, gibt für den Innenpegel die in nachstehender Tabelle aufgelisteten Pegel an.

Tabelle 2: Anhaltswerte für Innenschallpegel entsprechend der VDI-Richtlinie 2719

Raumart	A-bewertete	
	Mittelungspegel L_m dB	mittlere Maximal- pegel L_{max} dB
1 Schlafräume nachts		
1.1 in reinen und allgemeinen Wohngebieten, Krankenhaus- und Kurgebieten	25 bis 30	35 bis 40
1.2 in allen übrigen Gebieten	30 bis 35	40 bis 45
2 Wohnräume tagsüber		
2.1 in reinen und allgemeinen Wohngebieten, Krankenhaus- und Kurgebieten	30 bis 35	40 bis 45
2.2 in allen übrigen Gebieten	35 bis 40	45 bis 50

Im Folgenden werden die Werte der VDI-Richtlinie 2719 (vgl. auch VDI-Richtlinie 2038-3 /2.2.12/) zugrunde gelegt, die eine Differenzierung nach Gebietsausweisung vornimmt. Die zugehörigen Anhaltswerte sind in Tabelle 2 für eine Einstufung als ein Mischgebiet (s. o.) grafisch hervorgehoben worden.

4. Durchführung der Erschütterungsmessungen

4.1 Messmethodik

Um die maximal zu erwartenden Schwingungsimmissionen auf den geplanten Baukörper zu ermitteln, wurden an zwei Messpunkten, MP1 und MP2, auf dem betroffenen Gelände am 04.06.2025 die Schwinggeschwindigkeiten der durch die Vorbeifahrten der Regionalbahnen und Güterzüge auf den Gleisen der Strecke 5903 (in beiden Richtungen) im Areal verursachten Erschütterungen gemessen /2.1.1/. Die Messpunkte wurden jeweils in einem Abstand von ca. 21 m von den Gleisanlagen bei einer Distanz von ca. 45 m voneinander (Abstand MP1 – MP2) gewählt.

An den Messpunkten erfolgte die Aufzeichnung der Messsignale über eine manuelle Auslösung, was eine eindeutige Zuordnung der Zugvorbeifahrten zu den Zugklassen erlaubte. Außerdem führte jedes der Messsysteme durchgängig eine Hintergrundaufzeichnung durch, bei der innerhalb eines jeden 30-sekündigen Zeitintervalls die maximalen Absolutwerte der Schwinggeschwindigkeiten in allen drei Raumrichtungen gespeichert wurden.

Während der einzelnen Zugvorbeifahrten ist jeweils ein Zeitintervall im Bereich der maximalen Erschütterungseinwirkung aufgezeichnet worden. Anschließend erfolgte eine spektrale Auftrennung der Schwinggeschwindigkeits-Zeit-Signale über ein Terzfilter im Frequenzbereich von 3,15 Hz bis 250 Hz gemäß DIN 45672-2 /2.2.7/.

Aus den gefilterten Zeitverläufen der einzelnen Frequenzen wurde der gleitende Effektivwert mit der Zeitkonstante "Fast" (125 ms) gebildet und das Maximum dieses Effektivwert-Zeitverlaufes innerhalb des entsprechenden Messzeitraumes bestimmt. Somit wurde für jede einzelne registrierte Zugvorbeifahrt ein sog. Max-Hold-Terzspektrum im Frequenzbereich zwischen 3,15 Hz und 250 Hz berechnet.

Da erfahrungsgemäß "am Messort Boden die Werte für die drei Schwingungsrichtungen nahe beieinander liegen" /2.2.13/, wurde bei der Auswertung im Hinblick auf die Einleitung und Ausbreitung von durch Schienenverkehr induzierten Schwingungen innerhalb von Gebäuden ausschließlich die vertikale Schwingungsrichtung (z) untersucht.

Die Messpunkte MP1 und MP2 wurden jeweils als nächste Einwirkungspunkte der Erschütterungen auf die nahegelegenen Baukörper mit Wohnnutzung gewählt.

4.2 Messzeit und Messort

Während des Messtermins am 04.06.2025 /2.1.4/ wurden auf dem betroffenen Gelände an den Messpunkten MP1 und MP2 Schwingungsmesssysteme (IBAS-interne Bezeichnungen jeweils "SYS11" und "SYS20") installiert, die von der Bahnstrecke jeweils ca. 21 m (MP1 und MP2) und voneinander ca. 45 m entfernt sind.

Die Lage der Messpunkte kann dem in der Anlage 1 enthaltenen Lageplan entnommen werden /2.1.1/. Die Messung fand am 04.06.2025 über einen Zeitraum von ca. 2 h statt /2.1.4/.

An den Messpunkten MP1 und MP2 wurden die Schwingungsmessgeräte SYS11 (MP1) und SYS20 (MP2) entsprechend der DIN 45669-2 /2.2.4/ mittels Erdspeissen an das Erdreich angekoppelt (vgl. Abbildungen 1 und 2). Die Ausrichtung der Achsen der Schwingungsaufnehmer in Bezug auf die Bahngleise erfolgte entsprechend der DIN 45672-1 /2.2.5/. Der Untergrund besteht an diesen Stellen aus verdichtetem Sandboden.



Abbildung 1: Installation des Schwingungsmesssystems SYS11 auf einem Erdspieß am MP1 während des Messtermins vom 04.06.2025 (Beleuchtungskörper der Gleisanlagen im Hintergrund; Entfernung zu Gleisen: ca. 21 m)



Abbildung 2: Installation des Schwingungsmesssystems SYS20 auf einem Erdspieß am MP2 während des Messtermins vom 04.06.2025 (Gleise mit Signalanlage im Hintergrund; Entfernung zu Gleisen: ca. 21 m)

4.3 Messgeräte

Für die Messungen wurden die folgenden Messgeräte des Herstellers SYSCOM eingesetzt, wobei von den Datenrecordern des Typs MR 3000C sowohl die vertikale (z) als auch die horizontalen Schwingungsrichtungen (x und y) erfasst werden.

Tabelle 3: *Verwendete Messgeräte*

Gerät	Hersteller	Typ	Seriennummern
Datenrekorder	SYSCOM	MR3000C	23230048 (SYS11) 16270023 (SYS20)

Die SYSCOM-Messsysteme und die Software für die Datenerfassung und Auswertung erfüllen die Anforderungen an Klasse - 1 - Geräte, gemäß den allgemeinen Anforderungen der DIN 45669-1 (Abs. 5.1) und den Einzelanforderungen der DIN 45669-1 (Abs. 5.2.1 bis Abs. 5.2.5) /2.2.3/. Die Auswertung erfolgte unter anderem mittels der Auswertesoftware MEDA.¹

Die grundsätzliche Funktionsweise der Messkette vor Ort wurde über eine Klopfprüfung gemäß DIN 45669-2 /2.2.4/ getestet.

4.4 Zugzahlen

Die Bahnlinie-Nr. 5903 "Neuhaus – Pegnitz" führt an der Ostseite des Areals vorbei. Bezüglich der Verkehrsstärke wurden für das Prognosejahr 2030 die folgenden Werte von der DB AG /2.1.5/ angegeben.

¹ Wölfel Messsysteme GmbH, Version 2022.

Tabelle 4: Verkehrszahlen Schienenverkehr **Strecke 5903**, Prognose 2030

Anzahl		Zugart / Traktion
Tag	Nacht	
7	3	GZ-V
15	3	IC-V
79	11	RV/RE-V

In der vorgenannten Tabelle bedeuten:

- GZ: Güterzug;
- RB/RE: Regionalzug;
- IC: Intercityzug (auch Railjet);
- V: Diesellok.

Die o. g. Zugzahlen werden im Folgenden der Prognose der Erschütterungs- bzw. Sekundärschallimmissionen zugrunde gelegt.

4.5 Gemessene Zugvorbeifahrten

Zur Beurteilung der zu erwartenden Erschütterungs- und Schallimmissionen wurden die innerhalb der Messzeit an den Messpunkten MP1 und MP2 registrierten Vorbeifahrten von ca. 9 Regionalbahnen und 1 Güterzug ausgewertet. Entsprechend den vorliegenden Informationen der Deutschen Bahn findet derzeit kein IC-Verkehr auf der Strecke statt. Zudem beschränkt sich derzeit der Güterzugverkehr auf 3 Vorbeifahrten am Tag.

Für die auf Maximalwerten beruhenden Berechnungen (L_{max}) wurden die energetischen Mittelwerte gebildet. Die Bestimmung der Beurteilungsschwingstärke (KB_{FTT}) erfolgte durch energetische Mittelung sämtlicher Zugvorbeifahrten. Die durch die Vorbeifahrten der IC-Züge zu erwartenden Erschütterungen wurden durch die gemessenen Erschütterungen des Güterzugs genähert, welcher sich allerdings nur langsam bewegte /2.1.4/.

5. Messergebnisse

In den Anlagen 2 sind die während des Messtermins aufgezeichneten, maßgeblichen (vgl. Kap. 4.1) vertikalen, effektiven Schwinggeschwindigkeiten mit der Zeitbewertung "Fast", als Max-Hold-Terzspektrum für eine Bezugsschnelle von $v_0 = 5 \cdot 10^{-8}$ m/s /2.2.15/, dargestellt.

Die Spektren zeigen zunächst, dass durch die Vorbeifahrten sowohl eines Güterzugs als auch der Regionalbahnen in Summe am Messpunkt MP2 größere vertikale Schwinggeschwindigkeiten als am Messpunkt MP1 hervorgerufen werden. Zudem ist zu erkennen, dass an beiden Messpunkten der Boden durch die Vorbeifahrt eines Güterzugs stärker als durch Regionalbahnen erschüttert wird.

An beiden Messpunkten werden sowohl die mittleren Spektren der Regionalbahnen als auch die Spektren des Güterzugs in den 10- bzw. 12,5-Hz-Terzen maximal. Insbesondere sind die den Regionalbahnen zugehörigen Mittelungspegel der Bodenschwingungen im Bereich von ca. 10 bis 20 Hz am MP2 signifikant größer als am MP1. Für Frequenzen ≥ 20 Hz (Güterzug) bzw. $\geq 31,5$ Hz (Regionalbahnen) dominieren hingegen die am MP1 aufgetretenen Schnellepegel gegenüber denen die am MP2 gemessen wurden.

6. Prognose der Schwingungsmissionen

6.1 Allgemeines

Aufgrund der komplexen Ausbreitungsverhältnisse von Erschütterungen bzw. Schwingungen kann es bei den gemessenen bzw. abgeschätzten bahnbezogenen Emissionswerten durch Verstärkungserscheinungen (Resonanzen) zu Störungen empfindlicher Nutzungen kommen. Dies ist entscheidend von der Gebäudekonstruktion abhängig.

Allgemeine Rechenverfahren, die als Basis zur Prognose von Schwingungsmissionen herangezogen werden können, existieren nicht. Als Grundlage der Prognoseberechnungen wurden deshalb Erfahrungswerte aus statistischen Untersuchungen des schwingungstechnischen Verhaltens von Gebäuden angesetzt.

Bei der Prognose der Schwingungsmissionen wurde die Reaktion des Gebäudes auf die einwirkenden Erschütterungen betrachtet. Hierzu sind Annahmen über das Schwingungsverhalten der einzelnen Bauteile erforderlich. Im Einzelnen wurden Korrekturen für

- den Übergang Erdreich-Fundament,
- die Erschütterungsübertragung im Gebäude,
- die Übertragung auf die Geschossdecken,
- das Schwingverhalten schwimmender Estriche,

berücksichtigt.

Die Korrekturwerte wurden frequenzabhängig zu den ermittelten Schnellepegeln addiert.

6.2 KB-Werte

Zur Prognose der KB-Werte wurden die Spektren der an den Messpunkten MP1 und MP2 gemessenen vertikalen Schwinggeschwindigkeiten herangezogen, energetisch gemittelt (vgl. Kap. 4.1) und unter Berücksichtigung der Reaktion des Gebäudes auf die einwirkenden Erschütterungen, die auf den Fußböden aufgrund der Zugvorbeifahrten zu erwartenden Taktmaximalwerte KB_{FTi} bzw. maximalen Schwingstärken KB_{Fmax} bestimmt.

Da auf Höhe der Messpunkte MP1 und MP2 die entsprechenden KB_{Fmax} -Werte im relevanten Frequenzbereich den unteren Anhaltswert von $A_u = 0,2$ tags bzw. $A_u = 0,15$ nachts für Mischgebiete (vgl. Kap. 3.1) v. a. für Vorbeifahrten von Güterzügen in großen Teilen überschreiten, wurden für die im Bereich der Messpunkte MP1 und MP2 geplanten Baukörper, unter Zugrundlegung der aktuellen Frequentierung durch die Züge (vgl. Kap. 4.4), aus den KB_{FTi} -Werten für die Tag- und Nachtzeiten gemäß DIN 4150-2 /2.2.1/ die Beurteilungsschwingstärke KB_{FT} gebildet, die als Beurteilungsgröße dient.

Unter Berücksichtigung typischer Estrich-Eigenfrequenzen (grafisch markiert) sind auf Höhe der Messpunkte MP1 und MP2 höchstens die in den folgenden Tabellen aufgeführten KB_{FT} -Werte aufgrund der Vorbeifahrten der Züge zu erwarten. Da der geplante Estrichaufbau erst im Zuge der Detailplanung endgültig festgelegt wird, stellen die in den nachfolgenden Tabellen angeführten Berechnungsergebnisse die Werte dar, die sich im ungünstigsten Fall ergeben.

Es werden zunächst die sich **nachts** ergebenden KB-Werte wiedergegeben.

Tabelle 5: Beurteilungsschwingstärken KB_{FT_r} auf Höhe des MP1 nachts

KB_{FT_r}		Estricheigenfrequenz [Hz]							Maximum
		ohne	40	50	63	80	100	125	
Deckeneigenfrequenz [Hz]	9 bis 11	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
	11 bis 14	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
	14 bis 18	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
	18 bis 22	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
	22 bis 28	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
	28 bis 36	0,01	0,04	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
	36 bis 45	0,01	0,09	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03
	45 bis 56	0,01	0,04	0,06	0,02	0,01	0,01	0,01	0,06
	56 bis 71	0,00	0,02	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00	0,02
Maximum		0,05	0,09	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06

Tabelle 6: Beurteilungsschwingstärken KB_{FT_r} auf Höhe des MP1 tags

KB_{FT_r}		Estricheigenfrequenz [Hz]							Maximum
		ohne	40	50	63	80	100	125	
Deckeneigenfrequenz [Hz]	9 bis 11	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
	11 bis 14	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
	14 bis 18	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
	18 bis 22	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
	22 bis 28	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
	28 bis 36	0,01	0,05	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02
	36 bis 45	0,02	0,12	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04
	45 bis 56	0,01	0,05	0,07	0,03	0,01	0,01	0,01	0,07
	56 bis 71	0,00	0,03	0,03	0,03	0,01	0,00	0,00	0,03
Maximum		0,06	0,12	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07

Tabelle 7: Beurteilungsschwingstärken KB_{FTr} auf Höhe des MP2 nachts

KB_{FTr}		Estricheigenfrequenz [Hz]							Maximum
		ohne	40	50	63	80	100	125	
Deckeneigenfrequenz [Hz]	9 bis 11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
	11 bis 14	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
	14 bis 18	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
	18 bis 22	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
	22 bis 28	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
	28 bis 36	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
	36 bis 45	0,02	0,06	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
	45 bis 56	0,01	0,03	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,03
	56 bis 71	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02
Maximum		0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10

Tabelle 8: Beurteilungsschwingstärken KB_{FTr} auf Höhe des MP2 tags

KB_{FTr}		Estricheigenfrequenz [Hz]							Maximum
		ohne	40	50	63	80	100	125	
Deckeneigenfrequenz [Hz]	9 bis 11	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
	11 bis 14	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
	14 bis 18	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
	18 bis 22	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
	22 bis 28	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
	28 bis 36	0,02	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
	36 bis 45	0,02	0,08	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
	45 bis 56	0,02	0,03	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04
	56 bis 71	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Maximum		0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13

In Kombination mit der Zugfrequentierung (vgl. Kap. 4.4), spiegeln sich in den obenstehenden Tabellen die in Kap. 5 beschriebenen Eigenschaften der gemessenen Spektren dahingehend wider, dass für Rohdeckeneigenfrequenzen bis 36 Hz (nachts) bzw. 18 Hz (tags) und übliche Estricheigenfrequenzen im Bereich von 50 bis 80 Hz (in Tab. 5 – 8 grafisch hervorgehoben), die zu erwartenden Beurteilungsschwingstärken am MP2 ca. doppelt so groß wie am MP1 sind. Da es sich bei der betroffenen baulichen Anlage um einen zusammenhängenden, als Ganzes von den Erschütterungen aus dem Schienenverkehr angeregten Baukörper handelt, werden daher im Folgenden lediglich die auf Höhe des MP2 zu erwartenden Erschütterungsimmersionen (vgl. Tab. 7 und 8) für die Bewertung herangezogen.

Wie den Kombinationen der in den obenstehenden Tabellen 7 und 8 aufgelisteten Rohdecken- und Estricheigenfrequenzen zu entnehmen ist, wird von den Beurteilungsschwingstärken $KB_{FT,r}$ für die aktuelle Frequentierung durch die Züge der zugehörige Anhaltswert **nachts** von $A_r = 0,07$ für Einwirkungsorte, deren Schutzwürdigkeit vergleichbar zu einem Mischgebiet angenommen werden kann, auf Höhe des Messpunkts MP2 für übliche Estricheigenfrequenzen im Bereich von 50 ... 80 Hz und gängige Rohdeckeneigenfrequenzen ≤ 14 Hz **überschritten bzw. nahezu erreicht** (s. Tab. 7).

Die in Tab. 8 für die **Tagzeit** wiedergegebenen $KB_{FT,r}$ -Werte lassen erwarten, dass der zugehörige Anhaltswert für Mischgebiete von $A_r = 0,1$ im gleichen o. g. relevanten Frequenzbereich (grafisch markiert) auf Höhe des Messpunkts MP2 für Estricheigenfrequenzen von 50 ... 80 Hz und für Rohdeckeneigenfrequenzen im Bereich von 9 ... 11 Hz **überschritten** und bis Werten von 14 Hz der Anhaltswert zumindest größenordnungsmäßig erreicht wird (s. Tab. 8).

Für die erschütterungstechnische Bewertung sind folgende Umstände im Hinblick auf die Messsituation einzubeziehen:

- Unsicherheiten bei künftigen IC-Vorbeifahrten (konnten nicht gemessen werden, da derzeit nicht vorhanden);
- der messtechnisch erfasste Güterzug war nicht beladen (geringe Masse) und passierte außerdem mit niedriger Geschwindigkeit das betroffene Areal: Höhere Geschwindigkeiten und größere unabgefederte Massen führen dagegen zu einer stärkeren Erschütterungsanregung (vgl. /2.2.1/);

- Messung bei Geländeversatz durch Bahndamm (ca. 3 m), was zu einer Verminderung der während der Messung registrierten Erschütterungen führte, so dass nach Auffüllung stärkere Erschütterungen am Immissionsort zu erwarten sind (vgl. /2.2.1/).

Unter Berücksichtigung o. g. Punkte, welche zu einer Reduktion der Erschütterungen an den Messorten gegenüber den künftig im Gebäude zu erwartenden Immissionen führte, wird anhand der in Tab. 7 für die Nachtzeit (MP2) widergegebenen Schwingstärken empfohlen, die Decken / Fußböden konstruktiv derart auszusteifen, dass die Rohdeckeneigenfrequenzen im Bereich von ca. 18 ... 22 Hz liegen.

6.3 Sekundärluftschallpegel

Die über die Fundamente in das Gebäude eingeleiteten Schwingungen können von den Raumbegrenzungsflächen (insbesondere von den Geschossdecken) abgestrahlt und von den Bewohnern als tieffrequenter Luftschall wahrgenommen werden.

Zur Bestimmung der mittleren Maximalpegel des sekundären Luftschalls L_{\max} aufgrund der Anregung der Decken wurden die an den Messpunkten MP1 und MP2 aufgezeichneten, hochaufgelösten Zeitverläufe der Zugvorbeifahrten — die auch der Bestimmung der KB-Werte zugrunde liegen — herangezogen und energetisch gemittelt. Die Berechnung der Mittelungspegel L_m erfolgte nach Bildung der energieäquivalenten Mittelwerte der einzelnen maßgeblichen Zugvorbeifahrten.

Es besteht ein direkter Zusammenhang zwischen der in der Baukonstruktion auftretenden Schwingschnelle und dem abgestrahlten Sekundärluftschallpegel /2.2.12/. Ausgehend von den ermittelten Körperschallschnellepegeln und Erfahrungswerten zu den raumakustischen Verhältnissen in Wohnräumen, können die durch sekundäre Luftschallabstrahlung verursachten Schalldruckpegel berechnet werden.

Entsprechend der VDI-Richtlinie 2719 wurden zur Bestimmung der mittleren Maximalpegel L_{\max} jeweils die Mittelungspegel der gemessenen Max-Hold-Schwinggeschwindigkeiten verwendet. Die sich daraus auf Höhe der Messpunkte MP1 und MP2 ergebenden, höchstens zu erwartenden mittleren Maximalpegel L_{\max} und Mittelungspegel L_m des Sekundärschalls sind in den nachfolgenden Tabellen wiedergegeben.

Tabelle 9: **Mittlere Sekundärschallmaximalpegel L_{\max} im Vergleich mit den Vorgaben der VDI-Richtlinie 2719 auf Höhe des MP1 und MP2**

Bereich Messpunkt	L_{\max} [dB(A)]	zulässig gem. VDI 2719	
		Tag	Nacht
MP1	27 ... 40	45 ... 50	40 ... 45
MP2	26 ... 36		

Tabelle 10: **Prognostizierte Mittelungspegel L_m für den sekundären Luftschall auf Höhe des MP1 und MP2**

Bereich Messpunkt	Zeitraum	L_m [dB(A)]	zulässig gem. VDI 2719
MP1	Tag	6 ... 18	35 ... 40
	Nacht	3 ... 16	30 ... 35
MP2	Tag	4 ... 14	35 ... 40
	Nacht	2 ... 12	30 ... 35

Beim Vergleich der prognostizierten Sekundärschallpegel mit den Werten der VDI-Richtlinie 2719 bzw. 2038-3 /2.2.11, 2.2.12/ erkennt man, dass die Anforderungen für Mischgebiete an die mittleren Maximalpegel L_{\max} im Bereich der Messpunkte MP1 und MP2 sowohl zur Tag- als auch zur Nachtzeit **eingehalten** werden (vgl. Tab. 9).

Die Vorgaben der VDI-Richtlinie 2719 bzw. 2038-3 /2.2.11, 2.2.12/ an die mittleren Sekundärschallpegel L_m für Mischgebiete können auf Höhe der Messpunkte MP1 und MP2 zur Tag- und Nachtzeit sogar **sicher eingehalten** werden (vgl. Tab. 10).

Damit wären auch für eine wie in Kap. 6.2 empfohlene Abstimmung der Rohdeckeneigenfrequenzen im Bereich von ca. 18 ... 22 Hz die Vorgaben der VDI-Richtlinie 2719 für in Mischgebieten zulässige mittlere Maximalpegel L_{\max} und Mittelungspegel L_m des Sekundärschalls im auf Höhe der Messpunkte MP1 und MP2 geplanten Gebäudes **tags und nachts eingehalten**.

6.4 Entferntere Gebäude

Die Messungen wurden zunächst nur an den schienennahen Gebäuden durchgeführt, da davon auszugehen war, dass hier die größten Erschütterungseinwirkungen auftreten. Zum Zeitpunkt der Untersuchungen wurde das weitere Planungsgebiet, das sich südwestlich der Messpunkte befindet, als Parkplatz genutzt. Dadurch waren hier Erschütterungsmessungen der Zugvorbeifahrten auf Grund des auf dem Gelände stattfindenden Kfz-Verkehrs nicht möglich.

Gemäß den vorliegenden Planungen ist im Südwesten des Planungsareals die Errichtung weiterer Gebäude für Studentisches Wohnen vorgesehen. Diese Wohngebäude befinden in einer deutlich größeren Entfernung (> 77 m) zu den Schienenstrecken als die Messpunkte MP1 und MP2. Aufgrund der größeren Entfernung werden die Erschütterungseinwirkungen an diesen Gebäuden abnehmen.

Eine einfache detaillierte Berechnung der Erschütterungsimmissionen in Abhängigkeit von der Entfernung zur Schienenstrecke ist nicht möglich, da die Ausbreitung von Erschütterungen im Boden von komplexen Zusammenhängen, wie der Bodenbeschaffenheit, der Frequenz der Schwingung und der Art der Wellen (Oberflächen- oder Raumwellen) abhängt.

Grundsätzlich nimmt die Intensität der Erschütterung mit zunehmender Entfernung ab. Dies geschieht durch zwei Effekte: die geometrische Dämpfung (Verteilung der Energie auf eine größere Fläche) und die materialspezifische Dämpfung (Umwandlung von Energie in Wärme durch Reibung im Boden).

Ingenieurmäßig (gemäß DIN 4150, /2.2.1/) kann die Abnahme der Erschütterungsamplitude mit der folgenden empirischen Formel abgeschätzt werden:

$$v(r) = v_0 \cdot \left(\frac{r_0}{r} \right)^k \cdot e^{-\alpha \cdot (r-r_0)}$$

Hierbei bedeuten:

- $v(r)$ = Schwinggeschwindigkeit im Abstand r
- v_0 = Schwinggeschwindigkeit am Referenzpunkt (Abstand r_0)
- r = Abstand vom Schienenweg
- k = geometrischer Abminderungsbeiwert. Er liegt meist zwischen 0,5 (für Oberflächenwellen wie Rayleigh-Wellen) und 1,0 (für Raumwellen).
- α = Absorptionskoeffizient (Maß für die innere Dämpfung des Bodens).

Auf der sicheren Seite liegend kann die innere Dämpfung des Bodens vernachlässigt werden, da hierzu keine detaillierten Erkenntnisse der örtlichen Gegebenheiten vorliegen.

Bei einer Worst-Case-Betrachtung kann in erster Näherung angenommen werden, dass sich der Abstand der Wohngebäude "Südwest" gegenüber den Messpunkten verdoppelt. Hieraus folgt, dass die Schwinggeschwindigkeiten an den Wohngebäuden "Südwest" um den Faktor 1,4 geringer sind, als an den untersuchten Messpunkten, da die Erschütterungen im Wesentlichen durch die Rayleigh-Wellen transportiert werden.

Unter Berücksichtigung der ermittelten Beurteilungsschwingstärken (MP2) in Abhängigkeit der Deckeneigenfrequenzen kann daraus abgeleitet werden, dass es für einen ausreichenden Erschütterungsschutz genügt, wenn an den Wohngebäuden "Südwest" die Decken eine Eigenfrequenz von 14 Hz nicht unterschreiten.

In der **Anlage 1** sind an den geplanten einzelnen Gebäuden die Deckeneigenfrequenzen dargestellt, die nicht unterschritten werden sollten.

7. Zusammenfassung

Die Stadt Pegnitz plant derzeit die 2. Änderung des Bebauungsplanes "Pegnitz Nord I" /2.1.1/. Die Änderungen werden erforderlich, da auf dem Planungsgebiet der Neubau einer Hochschule für den öffentlichen Dienst (kurz: HföD) vorgesehen ist.

Bei dem Bauvorhaben werden mehrere Gebäude auf einer zum Teil gemeinsamen Tiefgarage erstellt. Bei den Gebäuden handelt sich um dreistöckige Wohn- und Schulgebäude, bei denen zahlreiche Unterrichts-, Büro- und Wohnräume vorgesehen sind, sowie einem vierstöckigen Verwaltungsgebäude mit Büroräumen, einem Großlehrsaal und einer Mensa.

Das Planungsgebiet befindet sich im Einwirkungsbereich verschiedener Verkehrswege. Östlich des Planungsgebiets befindet sich in unmittelbarer Nähe der Schienenverkehrsweg 5903, Neuhaus – Pegnitz bzw. Pegnitz – Schnabelwaid, von welchem Erschütterungsimmissionen auf das Planungsgebiet einwirken /2.1.5/.

Die Erschütterungsimmissionen wurden im Bereich der schienennahen östlichen Gebäude im Baugrund gemäß DIN 4150-2 gemessen. Aus den Messungen konnten die Erschütterungseinwirkungen, die in den Gebäuden zu erwarten sind, prognostiziert werden.

Dabei hat sich gezeigt, dass auf Höhe des maßgeblichen Messpunkts MP2 die auf den Fußböden in den geplanten Gebäuden zu erwartenden Schwingungen die Anhaltswerte der DIN-Norm 4150-2 für Mischgebiete nicht überschreiten, wenn die Rohdeckeneigenfrequenzen dieser Gebäude einen Wert von ca. 14 Hz nicht unterschreiten. Bei dieser Abschätzung wurden zunächst nur die Messwerte berücksichtigt.

Es sind jedoch u. A. aufgrund folgender, der Messung zugrunde gelegener Randbedingungen

- Unsicherheiten bei künftigen IC-Vorbeifahrten,
- Erfassung eines leichten Güterzugs bei geringer Geschwindigkeit und
- Messung bei Geländeversatz durch Bahndamm,

im künftigen Gebäude stärkere Erschütterungseinwirkungen zu befürchten, so dass zur Einhaltung der Anhaltswerte der DIN 4150-2 dringend empfohlen wird, dass bei den östlichen Gebäuden Deckenkonstruktionen vorgesehen werden, deren Eigenfrequenzen einen Wert von 18 Hz nicht unterschreiten. Dies ist bei der konstruktiven Auslegung und Bemessung der Gebäude zu berücksichtigen.

Für die Gebäude "Wohnen Südwest" kann abgeschätzt werden, dass es ausreichend ist, wenn hier die Rohdecken eine Eigenfrequenz von 14 Hz nicht unterschreiten.

Für Rohdecken mit diesen Eigenfrequenzen werden in der geplanten Bebauung die Anforderungen der VDI-Richtlinie 2719 bzw. 2038-3 sowohl bzgl. der mittleren Maximalpegel L_{\max} als auch der Mittelungspegel L_m des Sekundärschalls für Mischgebiete tags und nachts ebenfalls eingehalten.

IBAS GmbH

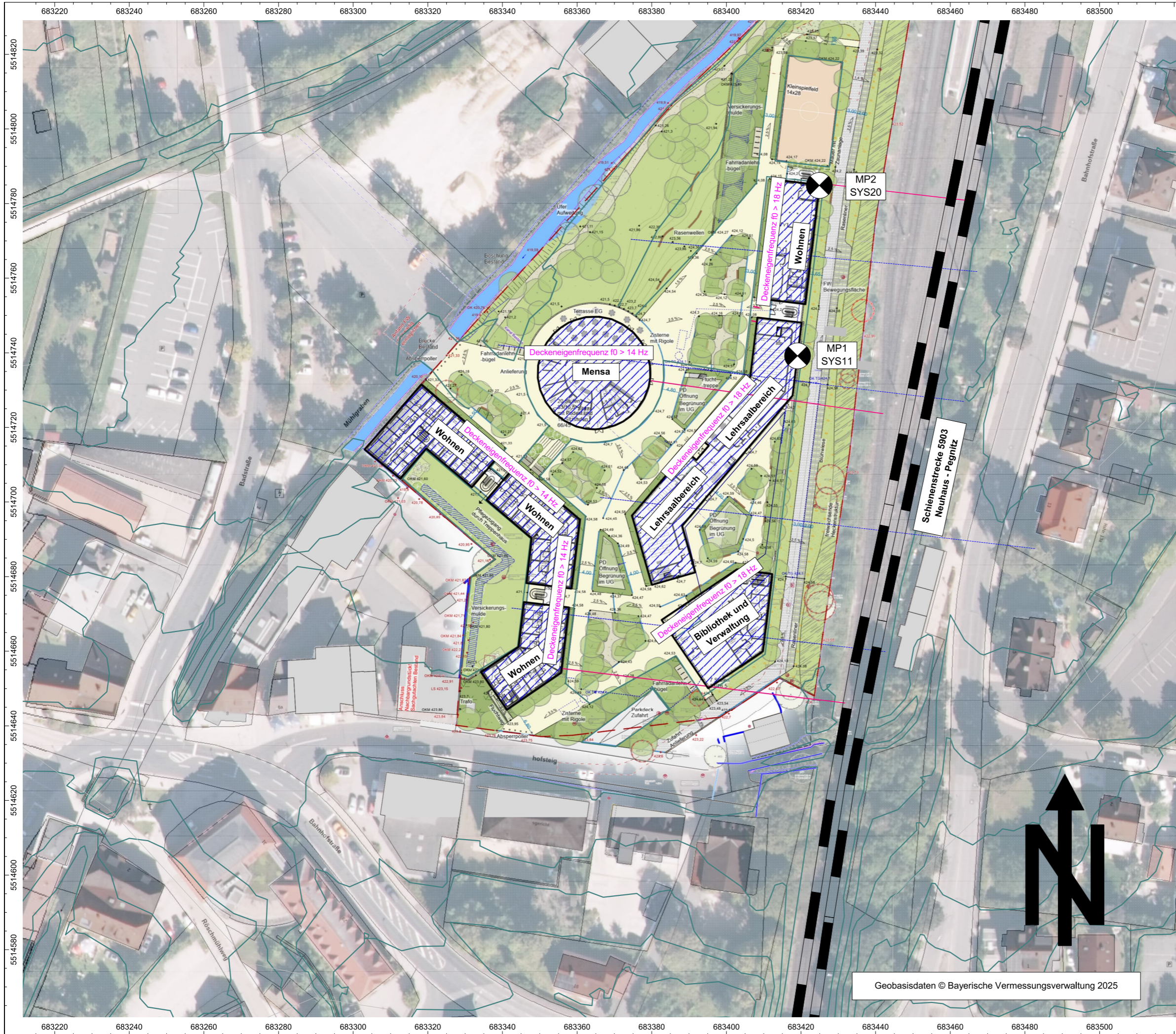


Dipl.-Phys. G. Witt



Dr. rer. nat. G. Seidl

Dieser Bericht darf nur in seiner Gesamtheit vervielfältigt, gezeigt oder veröffentlicht werden. Die Veröffentlichung von Auszügen bedarf der schriftlichen Genehmigung durch die IBAS Ingenieurgesellschaft mbH. Die Ergebnisse beziehen sich nur auf die untersuchten Gegenstände.



Auftrag: 25-14846-b05 Anlage: 1
 Projekt: HföD PEG, Verlagerung
 Rechtspflege
 Ort: Pegnitz

Erschütterungsuntersuchungen

Lage der Messpunkte

Anforderung an die Deckeneigenfrequenzen

Maßstab 1:1000
 (im Original)



BAUPHYSIK | AKUSTIK | SCHWINGUNGSTECHNIK
 Nibelungenstraße 35, 95444 Bayreuth
 Tel.: 0921/775430
 email: info@ibas-mbh.de
 2514846_b05_Erschütterung_wi.cna, 25.02.2026

Geobasisdaten © Bayerische Vermessungsverwaltung 2025

Hochschule für öffentlichen Dienst, Pegnitz

Schwingungsmessungen vom 04.06.2025

Effektive lineare Schnellepegel (rms) re. 5⁻⁸ m/s

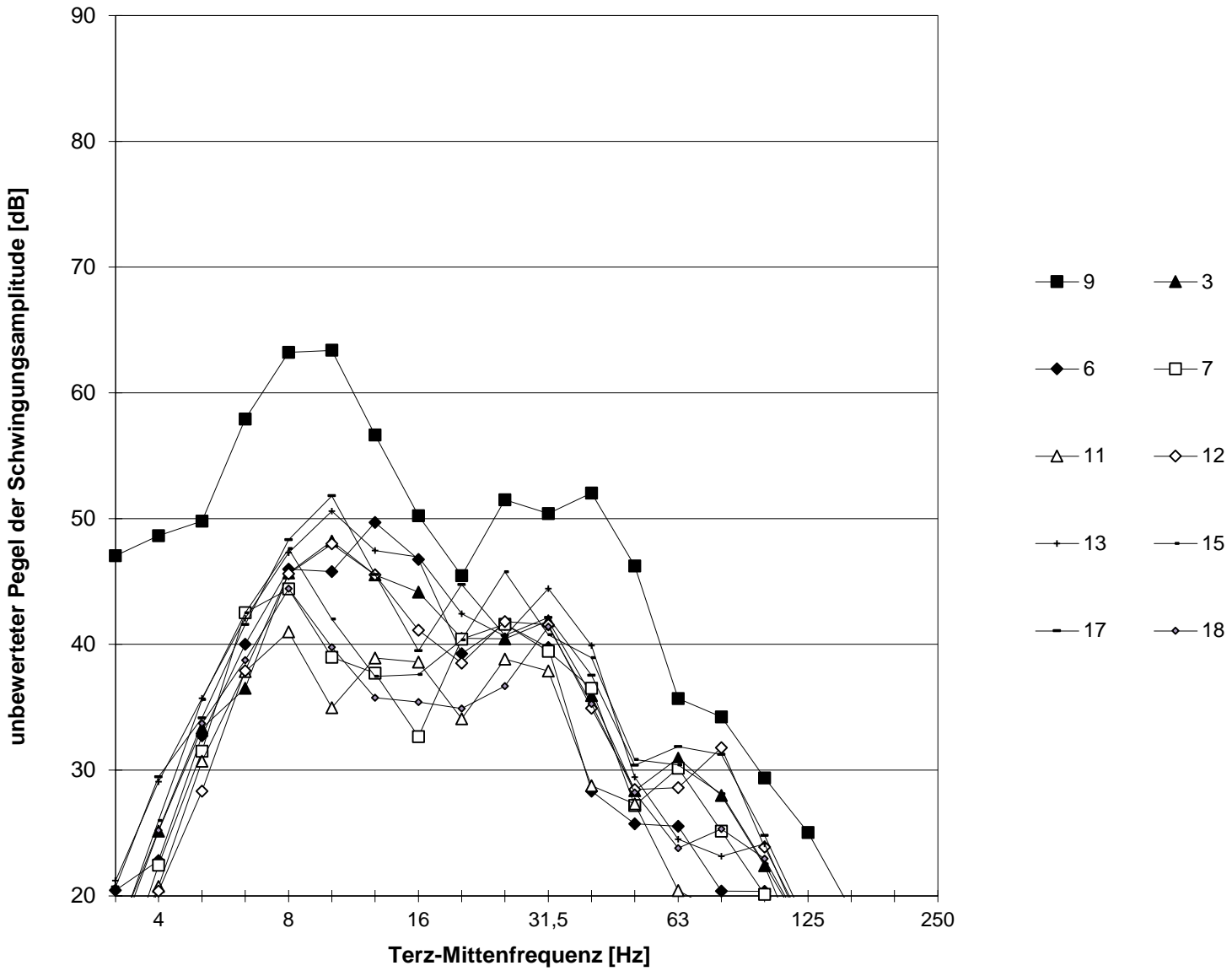
Maximale effektive vertikale Schnellepegel am MP1/SYS11 auf Erdspieß

Spektrum	Terz-Mittenfrequenz [Hz]																			Sum.	
	3,15	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200		250
9	47,0	48,6	49,8	57,9	63,2	63,4	56,6	50,2	45,5	51,5	50,4	52,0	46,2	35,7	34,2	29,4	25,0	18,9	12,7	12,9	67,9
3	15,9	25,2	33,3	36,5	45,7	48,2	45,5	44,1	40,5	40,4	41,9	35,9	28,4	30,9	28,0	22,4	14,0	13,5	10,9	12,6	53,3
6	20,4	22,8	32,7	40,0	46,0	45,8	49,7	46,7	39,3	41,6	39,8	28,3	25,7	25,5	20,4	20,4	16,9	15,8	15,6	11,8	54,2
7	12,2	22,4	31,5	42,5	44,4	39,0	37,7	32,7	40,4	41,6	39,5	36,5	27,2	30,2	25,1	20,1	12,7	9,4	13,9	11,2	50,1
11	12,3	20,8	30,7	37,8	41,0	35,0	38,9	38,6	34,1	38,8	37,9	28,8	27,3	20,4	18,6	17,8	14,9	15,3	10,7	7,5	47,5
12	13,6	20,4	28,3	37,9	45,6	48,0	45,5	41,1	38,5	41,8	41,6	34,9	28,4	28,6	31,8	23,9	17,1	13,3	10,7	9,6	53
13	21,2	29,1	35,7	42,1	47,3	50,6	47,4	46,9	42,4	40,6	44,4	39,9	29,4	24,5	23,2	24,1	16,4	15,3	17,8	12,5	55,6
15	16,4	26,0	35,6	42,5	47,6	42,0	37,5	37,6	40,4	45,8	40,8	38,9	30,8	30,4	28,1	22,5	16,6	12,0	14,0	15,6	52,5
17	20,7	29,5	34,1	41,6	48,3	51,8	45,5	39,5	44,8	40,7	42,1	37,5	30,4	31,9	31,3	24,8	17,5	15,3	17,5	13,7	55,4
18	16,7	25,2	33,7	38,7	44,4	39,8	35,8	35,4	34,9	36,7	41,4	35,3	28,2	23,8	25,3	23,0	16,6	14,7	6,7	9,2	49,1

- 9: Effektive vertikale Schwinggeschwindigkeiten auf Erdspieß am MP1, Gerät SYS11, Güterzug, 04.06.2025 12:23:34
- 3: Effektive vertikale Schwinggeschwindigkeiten auf Erdspieß am MP1, Gerät SYS11, Regionalbahn, 04.06.2025 11:50:17
- 6: Effektive vertikale Schwinggeschwindigkeiten auf Erdspieß am MP1, Gerät SYS11, Regionalbahn, 04.06.2025 12:14:48
- 7: Effektive vertikale Schwinggeschwindigkeiten auf Erdspieß am MP1, Gerät SYS11, Regionalbahn, 04.06.2025 12:18:28
- 11: Effektive vertikale Schwinggeschwindigkeiten auf Erdspieß am MP1, Gerät SYS11, Regionalbahn, 04.06.2025 12:43:55
- 12: Effektive vertikale Schwinggeschwindigkeiten auf Erdspieß am MP1, Gerät SYS11, Regionalbahn, 04.06.2025 12:50:43
- 13: Effektive vertikale Schwinggeschwindigkeiten auf Erdspieß am MP1, Gerät SYS11, Regionalbahn, 04.06.2025 13:18:34
- 15: Effektive vertikale Schwinggeschwindigkeiten auf Erdspieß am MP1, Gerät SYS11, Regionalbahn, 04.06.2025 13:23:40
- 17: Effektive vertikale Schwinggeschwindigkeiten auf Erdspieß am MP1, Gerät SYS11, Regionalbahn, 04.06.2025 13:28:30
- 18: Effektive vertikale Schwinggeschwindigkeiten auf Erdspieß am MP1, Gerät SYS11, Regionalbahn, 04.06.2025 13:41:50

Auftrag: 25-14846-b05 Anlage: 2.1
 Projekt: Hochschule f. öffentl. Dienst
 Schwingungsmessungen
 Ort: Pegnitz

Maximale effektive vertikale Schnellepegel am MP1/SYS11 auf Erdspieß



Auftrag: 25-14846-b05 Anlage: 2.2
Projekt: Hochschule f. öffentl. Dienst
Schwingungsmessungen
Ort: Pegnitz

Hochschule für öffentlichen Dienst, Pegnitz

Schwingungsmessungen vom 04.06.2025

Effektive lineare Schnellepegel (rms) re. 5⁻⁸ m/s

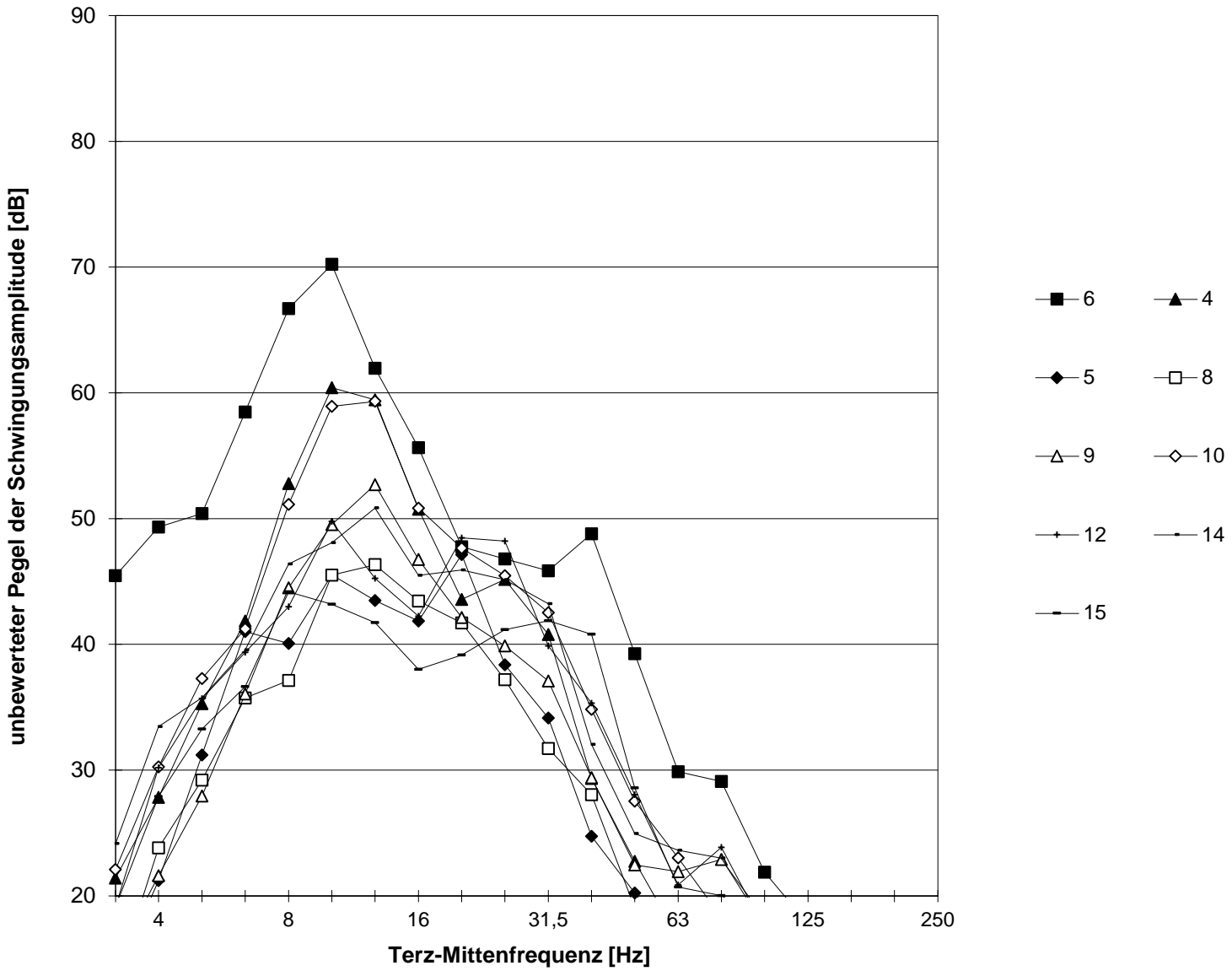
Maximale effektive vertikale Schnellepegel am MP2/SYS20 auf Erdspieß

Spektrum	Terz-Mittenfrequenz [Hz]																				Sum.
	3,15	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	
6	45,5	49,3	50,4	58,5	66,7	70,2	61,9	55,6	47,8	46,8	45,8	48,8	39,3	29,9	29,1	21,9	17,8	4,6	1,3	-0,7	72,6
4	21,4	27,8	35,3	41,9	52,8	60,4	59,4	50,8	43,6	45,2	40,8	29,3	22,7	16,7	18,4	13,9	8,7	-4,9	-8,1	-10,0	63,8
5	13,4	21,2	31,2	41,0	40,1	45,5	43,5	41,9	47,1	38,4	34,2	24,7	20,2	15,7	15,4	11,6	4,5	-8,0	-11,8	-14,0	52
8	13,2	23,8	29,2	35,7	37,1	45,5	46,3	43,4	41,7	37,2	31,7	28,0	19,0	19,1	14,3	11,7	6,4	-7,5	-13,5	-16,2	51,2
9	15,0	21,6	27,9	36,1	44,5	49,5	52,7	46,8	42,1	39,9	37,1	29,4	22,5	21,9	22,9	18,2	10,0	-3,1	-8,9	-11,7	55,9
10	22,1	30,3	37,3	41,2	51,1	58,9	59,3	50,8	47,7	45,5	42,5	34,8	27,5	23,0	18,3	14,4	8,9	-3,6	-8,0	-10,4	63,1
12	19,2	30,2	35,7	39,4	43,0	49,8	45,3	42,2	48,5	48,2	39,9	35,3	28,1	20,9	23,9	17,4	9,9	-2,4	-6,1	-8,2	55,2
14	24,2	33,5	35,8	39,6	46,4	48,1	50,9	45,5	45,9	45,1	43,2	32,0	25,0	23,6	23,0	17,5	9,4	-3,0	-7,1	-9,3	55,7
15	19,2	27,9	33,3	36,6	44,2	43,2	41,7	38,0	39,1	41,2	41,9	40,8	28,6	20,7	20,0	18,1	8,7	-3,1	-6,7	-8,7	51

- 6: Effektive vertikale Schwinggeschwindigkeiten auf Erdspieß am MP2, Gerät SYS20, Güterzug, 04.06.2025 12:23:28
- 4: Effektive vertikale Schwinggeschwindigkeiten auf Erdspieß am MP2, Gerät SYS20, Regionalbahn, 04.06.2025 12:14:48
- 5: Effektive vertikale Schwinggeschwindigkeiten auf Erdspieß am MP2, Gerät SYS20, Regionalbahn, 04.06.2025 12:18:28
- 8: Effektive vertikale Schwinggeschwindigkeiten auf Erdspieß am MP2, Gerät SYS20, Regionalbahn, 04.06.2025 12:43:55
- 9: Effektive vertikale Schwinggeschwindigkeiten auf Erdspieß am MP2, Gerät SYS20, Regionalbahn, 04.06.2025 12:50:43
- 10: Effektive vertikale Schwinggeschwindigkeiten auf Erdspieß am MP2, Gerät SYS20, Regionalbahn, 04.06.2025 13:18:34
- 12: Effektive vertikale Schwinggeschwindigkeiten auf Erdspieß am MP2, Gerät SYS20, Regionalbahn, 04.06.2025 13:23:40
- 14: Effektive vertikale Schwinggeschwindigkeiten auf Erdspieß am MP2, Gerät SYS20, Regionalbahn, 04.06.2025 13:28:30
- 15: Effektive vertikale Schwinggeschwindigkeiten auf Erdspieß am MP2, Gerät SYS20, Regionalbahn, 04.06.2025 13:41:50

Auftrag: 25-14846-b05 Anlage: 2.3
 Projekt: Hochschule f. öffentl. Dienst
 Schwingungsmessungen
 Ort: Pegnitz

Maximale effektive vertikale Schnellepegel am MP2/SYS20 auf Erdspieß



Auftrag: 25-14846-b05 Anlage: 2.4
Projekt: Hochschule f. öffentl. Dienst
Schwingungsmessungen
Ort: Pegnitz

Hochschule für öffentlichen Dienst, Pegnitz

Schwingungsmessungen vom 04.06.2025

Effektive lineare Schnellepegel (rms) re. 5^{-8} m/s

Mittlere maximale effektive Schnellepegel auf Erdspieß für Regionalbahnen am MP1 und MP2

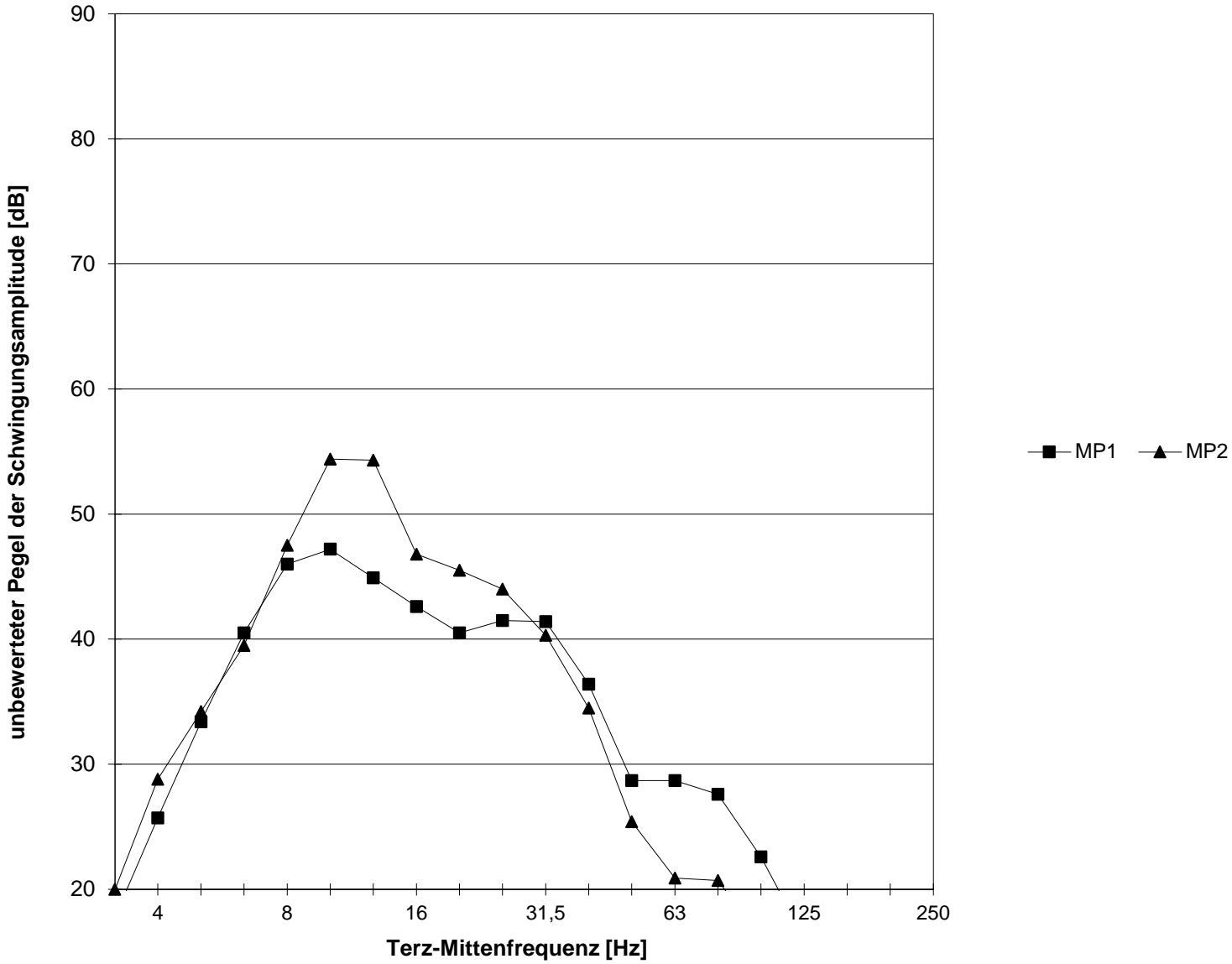
Spektrum	Terz-Mittenfrequenz [Hz]																				Sum.
	3,15	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	
MP1	17,8	25,7	33,4	40,5	46	47,2	44,9	42,6	40,5	41,5	41,4	36,4	28,7	28,7	27,6	22,6	16,1	14,2	14,3	12,1	53
MP2	20	28,8	34,2	39,5	47,5	54,4	54,3	46,8	45,5	44	40,3	34,5	25,4	20,9	20,7	16,1	8,6	-4	-8,2	-10,4	58,7

MP1: Mittel eff. vertikale Schwinggeschwindigkeiten auf Erdspieß, MP1, SYS11, Regionalbahnen, 04.06.2025 12:00 - 14:00 Uhr

MP2: Mittel eff. vertikale Schwinggeschwindigkeiten auf Erdspieß, MP2, SYS20, Regionalbahnen, 04.06.2025 12:00 - 14:00 Uhr

Auftrag: 25-14846-b05 Anlage: 2.5
 Projekt: Hochschule f. öffentl. Dienst
 Schwingungsmessungen
 Ort: Pegnitz

Mittlere maximale effektive Schnellepegel auf Erdspieß für Regionalbahnen am MP1 und MP2



Auftrag: 25-14846-b05 Anlage: 2.6
Projekt: Hochschule f. öffentl. Dienst
Schwingungsmessungen
Ort: Pegnitz

Hochschule für öffentlichen Dienst, Pegnitz

Schwingungsmessungen vom 04.06.2025

Effektive lineare Schnellepegel (rms) re. 5^{-8} m/s

Maximale effektive vertikale Schnellepegel auf Erdspieß für Güterzug am MP1 und MP2

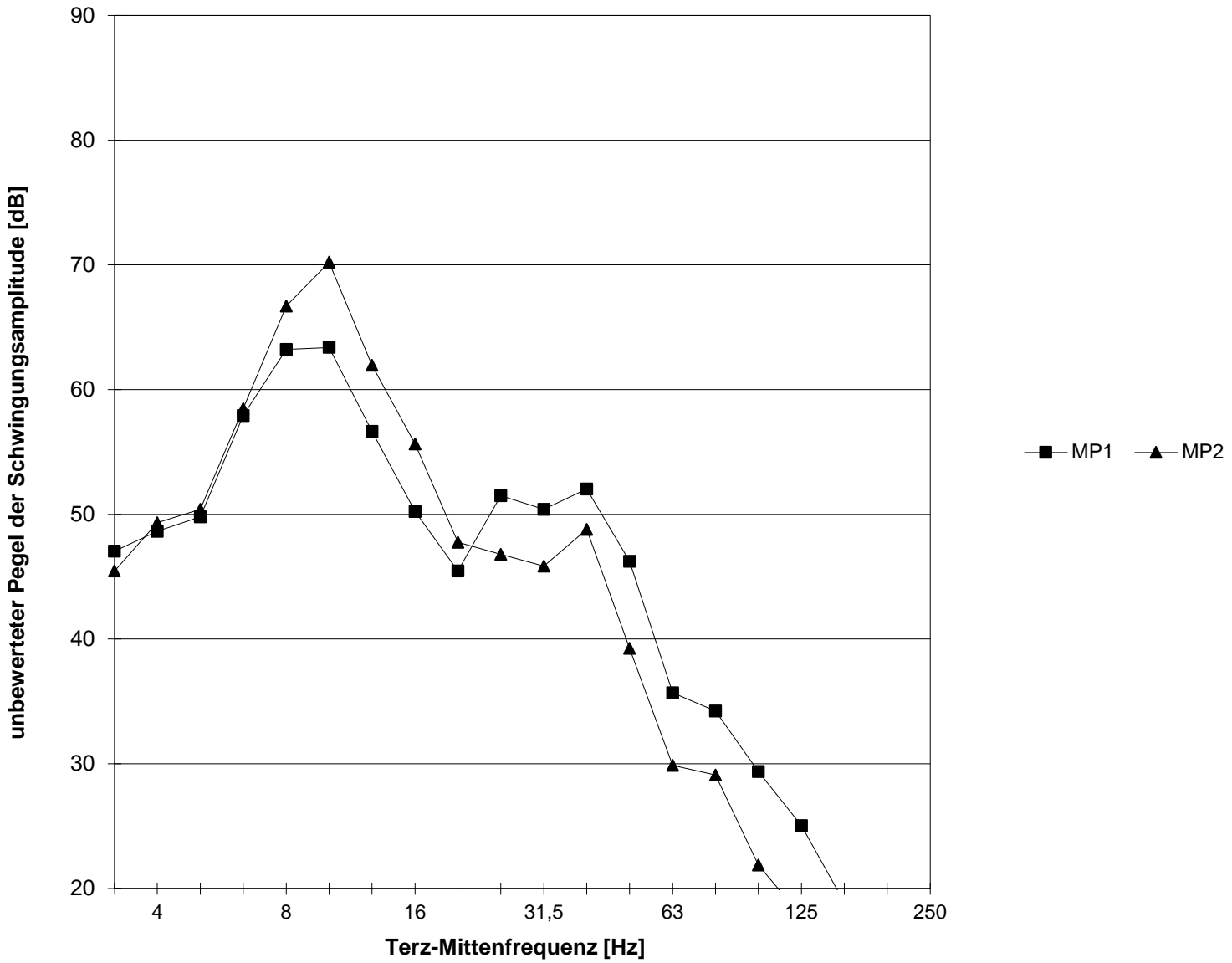
Spektrum	Terz-Mittenfrequenz [Hz]																				Sum.
	3,15	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	
MP1	47,0	48,6	49,8	57,9	63,2	63,4	56,6	50,2	45,5	51,5	50,4	52,0	46,2	35,7	34,2	29,4	25,0	18,9	12,7	12,9	67,9
MP2	45,5	49,3	50,4	58,5	66,7	70,2	61,9	55,6	47,8	46,8	45,8	48,8	39,3	29,9	29,1	21,9	17,8	4,6	1,3	-0,7	72,6

MP1: Effektive vertikale Schwinggeschwindigkeiten auf Erdspieß am MP1, Gerät SYS11, Güterzug, 04.06.2025 12:23:34

MP2: Effektive vertikale Schwinggeschwindigkeiten auf Erdspieß am MP2, Gerät SYS20, Güterzug, 04.06.2025 12:23:28

Auftrag: 25-14846-b05 Anlage: 2.7
 Projekt: Hochschule f. öffentl. Dienst
 Schwingungsmessungen
 Ort: Pegnitz

Maximale effektive vertikale Schnellepegel auf Erdspeiß für Güterzug am MP1 und MP2



Auftrag: 25-14846-b05 Anlage: 2.8
Projekt: Hochschule f. öffentl. Dienst
Schwingungsmessungen
Ort: Pegnitz