

**Schall- und
Erschütterungstechnische Untersuchung
Fachkundige Stellungnahme
zu Lärm- und Erschütterungsimmissionen
aus Straßenverkehr**

**Wohnhäuser Hauptstraße 153 und 132 in
13158 Berlin (OT Rosenthal)**

(Stand der Bearbeitung: 21.06.2021)

Auftraggeber



Hauptstraße 153
13158 Berlin

Auftragnehmer



AKUSTIKBÜRODAHMS GmbH
Beratende Ingenieure

Großbeerenstraße 231
14480 Potsdam

DAkkS akkreditierte sachverständige Stelle
Schall und Schwingungen · Messstelle nach § 29b BImSchG



Akustik und Ingenieur Consult
H.-J. Rabann, Lindenstraße 17
15230 Frankfurt (Oder)

Projekt Nr.: 1850

bearbeitet:



Dipl. - Phys. H.-J. Rabann
Inhaber AIC / Freier Mitarbeiter ABD

geprüft:



Dipl. - Ing. Jörg Kepper
Fachlich Verantwortlicher

Abgabe: 23.06.2021

23.06.2021

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	1
1. Aufgabenstellung	2
2. Grundlagen Straßenverkehrslärmimmissionen	3
3. Grundlagen Erschütterungsimmissionen	5
3.1 Einwirkung auf Menschen in Gebäuden	5
3.2 Einwirkungen auf bauliche Anlagen	8
4. Methodik der Untersuchungen	10
5. Messungen	11
5.1 Straßenverkehrslärmimmissionen	11
5.1.1 Messpunkte	11
5.1.2 Durchführung	11
5.1.3 Schallmesstechnik	12
5.1.4 Messergebnisse	13
5.1.5 Verkehrszählung	21
5.2 Erschütterungsimmissionen aus Straßenverkehr	24
5.2.1 Messpunkte	24
5.2.2 Durchführung	24
5.2.3 Messtechnik	25
5.2.4 Messergebnisse	27
5.2.5 Beurteilung	38
6. Zusammenfassung	46
7. Quellenverzeichnis / Regelwerke	49

Anlagen	Lageplan / Messpunkte
	Messergebnisse Erschütterungen (Auswahl)

1. Aufgabenstellung

Anwohner rund um den historischen Ortskern von Rosenthal, Ortsteil im Stadtbezirk von Berlin Pankow, beklagen mit dem stetig wachsenden öffentlichen Verkehrsaufkommen auch zunehmende Lärm- und Erschütterungseinwirkungen. Betroffen sind sowohl denkmalgeschützte Bauten als auch Wohnbauten. Die Anwohner sehen sich zudem durch Lärm und Erschütterungen, verursacht vor allem durch öffentlichen Straßenverkehr in der Hauptstraße im Bereich am Dorfanger, in ihrer Wohnqualität erheblich beeinträchtigt. Die Einwirkungen werden dabei auch hauptsächlich durch einen aus Kopfsteinpflaster bestehenden Fahrbahnbelag (Straßendeckschicht) begünstigt.

Konkret sollten deshalb messtechnische Ermittlungen von Schall- und Erschütterungsimmissionen aus fließendem Straßenverkehr an/in zwei unmittelbar an der Hauptstraße liegenden Wohngebäuden durchgeführt werden. Messungen von Verkehrslärm- und Erschütterungsimmissionen erfolgten am/im Wohnhaus Hauptstraße 153 (Eigentümer Ev. Kirchengemeinde Rosenthal-Wilhelmsruh). Ergänzend dazu wurden zusätzlich auch Messungen von Verkehrslärmimmissionen am Wohnhaus Hauptstraße 132 (Eigentümer: Fam. Kirchhof) durchgeführt. Die in diesem Abschnitt der Hauptstraße für PKW und LKW zugelassene Höchstgeschwindigkeit beträgt $v_{\max} \leq 30 \text{ km/h}$.

Mit den messtechnischen Ermittlungen soll der Nachweis erbracht werden, dass

1. die Zumutbarkeitsschwellen nach den in DIN 4150-2:199-02 enthaltenen Anhaltswerten für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen durch Erschütterungseinwirkungen aus Straßenverkehr im Wohnbereich des Wohnhauses Hauptstraße 153 in 13158 Berlin Rosenthal überschritten werden
2. die im Tag- und Nachtzeitraum durch Straßenverkehr an den Wohnhäusern Hauptstraße 132 und Hauptstraße 153 verursachte Lärmbelastung über den diesbezüglich in der Verkehrslärmschutzgesetzgebung festgelegten Beurteilungspegeln liegen. Als Grundlage für eine Beurteilung werden dazu die Orientierungswerte der „Richtlinien für straßenverkehrsrechtliche Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor Lärm“ (Lärmschutz-Richtlinien-StV) herangezogen.

Zu beiden o.g. Punkten soll ein Sachverständigengutachten eingeholt werden. Die Evangelische Kirchengemeinde Rosenthal-Wilhelmsruh als Eigentümer des Wohnhauses Hauptstraße 153 erteilte dazu dem Ingenieurbüro Akustik und Ingenieur Consult H.-J. Rabann, Lindenstraße 17, 15230 Frankfurt (Oder) als Sachverständige Stelle nach § 29b BImSchG • Immissionsschutz • Schall und Schwingungen, den Auftrag, die diesbezüglichen schall- und erschütterungstechnischen Untersuchungen durchzuführen. Messungen für gerichtsverwertbare Ergebnisse erfolgen dazu mit erforderlichem Sachverständigennachweis (DAkkS Akkreditierung) und/oder Zulassung als Messstelle nach §29b BImSchG in Kooperation mit der AKUSTIKBÜRODAHMS GmbH als eine nachweislich DAkkS akkreditierte Prüfstelle (V-Nr.: D-PL-20065-01-00, Modul Immissionsschutz, Schall und Erschütterungen) und nach §29b BImSchG zugelassene Messstelle.

2. Grundlagen Straßenverkehrslärmimmissionen

Das Bundesministerium für Verkehr hat mit dem allgemeinen Rundschreiben Straßenbau Nr. 26/1997 vom 2. Juli 1997 die Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes - VLärmSchR 97 [7] eingeführt. Sie gelten für Maßnahmen zum Schutz vor Verkehrslärm nach den Grundsätzen der → Lärmvorsorge (Neubau, wesentliche Änderung) ebenso wie nach den Grundsätzen der → Lärmsanierung (Bestand). Sie wird auch für die Ermittlung von Entschädigungsleistungen auf Grund trotz vorgesehener Lärmschutzmaßnahmen verbleibender Beeinträchtigungen von Nutzungen herangezogen.

Lärmsanierung besteht in Maßnahmen am Verkehrsweg (Straße) oder an der durch Verkehrslärm betroffenen baulichen Anlage. Maßnahmen am Verkehrsweg (aktive) kommen nur in Betracht, wenn diese keine unverhältnismäßig hohen Aufwendungen gegenüber Maßnahmen an der baulichen Anlage (passiv) erfordern oder ihnen sonstige überwiegende öffentliche oder private Belange nicht entgegenstehen.

Lärmsanierung setzt voraus, dass durch Straßenverkehr hervorgerufene Beurteilungspegel die Auslösewerte der VLärmSchR 97 [7] überschreiten. Diese wurden mit Verabschiedung des Bundeshaushalts 2010 herabgesetzt. Gemäß Schreiben des Bundesbauministeriums vom 25.06.2010 betragen diese nunmehr wie folgt in Tab. 1 aufgeführt.

Tabelle 1a VLärmSchR 97: Richtwerte für Lärmsanierung

Spalte	A	B	C
Zeile	Bauliche Nutzung	L_r in dB(A)	L_r in dB(A)
		Tag	Nacht
1	an Krankenhäusern, Schulen, Kurheimen, Altenheimen in reinen und allgemeinen Wohngebieten und Kleinsiedlungsgebieten	67	57
2	in Kerngebieten, Dorfgebieten und Mischgebieten	69	59
3	In Gewerbegebieten	72	62

Anmerkung: Die Auslösegrenzwerte wurden gegenüber früherer Festlegungen mit der Verabschiedung des Bundeshaushaltes im März 2010 um 3 dB(A) abgesenkt.

Lärmschutzmaßnahmen an baulichen Anlagen sind bauliche Verbesserungen an Umfassungsbauteilen schutzbedürftiger Räume. Zu schutzbedürftigen Räumen zählen vorwiegend Wohn-, Unterrichts-, Kranken- und Altenpflegeräume, sowie ähnliche, in gleichem Maße für schutzbedürftige Nutzungen bestimmte Räume. Nicht schutzbedürftige Räume sind z.B. Bäder, Toiletten, Lagerräume, Treppenhäuser und Flure.

Nach § 42 BImSchG sind auch Außenwohnbereiche geschützt, z.B. Balkone und mit dem Wohnhaus verbundene Terrassen. Weitere Einzelheiten über Art und Umfang der zu treffenden Schallschutzmaßnahmen regelt die 24. BImSchV (Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung).

Grundlage für die Beurteilung von Straßenverkehrslärmimmissionen sowie der Umsetzung von daraus von den jeweils zuständigen örtlichen Straßenverkehrsbehörden ggf. zu entscheidenden verkehrsorganisatorischen Maßnahmen in kommunalen Bereichen (innerorts), sind die Orientierungswerte der „Richtlinien für straßenverkehrsrechtliche Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor Lärm“ (Lärmschutz-Richtlinien-StV) [8].

Die heranzuziehenden Orientierungswerte werden in der folgenden Tabelle kurz zusammengefasst.

Tabelle 1b Lärmschutz-Richtlinien-StV: Orientierungswerte zum Schutz der Bevölkerung vor Verkehrslärm

Spalte	A	B	C
Zeile	Bauliche Nutzung	L_r in dB(A)	L_r in dB(A)
		Tag	Nacht
1	an Krankenhäusern, Schulen, Kurheimen, Altenheimen in reinen und allgemeinen Wohngebieten und Kleinsiedlungsgebieten	70*	60*
2	in Kerngebieten, Dorfgebieten und Mischgebieten	72*	62*
3	In Gewerbegebieten	75*	65*

Anmerkung: Die Orientierungswerte entsprechen den bis 2011 gültigen Lärmsanierungswerten für Straßen in der Baulast des Bundes (VLärmSchR), welche jedoch mittlerweile um 3 dB(A) abgesenkt wurden. Aus Sicht der Immissionsschutzbehörden der Länder ist die entsprechende Absenkung auch auf die Werte der Lärmschutz-Richtlinien-StV anzuwenden. Entsprechende Änderungen sind noch nicht schriftlich fixiert, sie werden von den zuständigen Behörden noch diskutiert.

3. Grundlagen Erschütterungsimmissionen

Die Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen erfolgt hinsichtlich der Einwirkung auf Menschen in Gebäuden und auf bauliche Anlagen selbst grundsätzlich getrennt nach

- | | | | | |
|---|------------------|---|-------------------------------------|------|
| - | DIN 4150, Teil 2 | - | Einwirkung auf Menschen in Gebäuden | [8] |
| - | DIN 4150, Teil 3 | - | Einwirkung auf bauliche Anlagen | [10] |

Im Land Brandenburg wird ergänzend dazu auch die

- | | | |
|---|--|------|
| - | Leitlinie zur Messung, Beurteilung und Verminderung von Erschütterungsimmissionen (Erschütterungs-Leitlinie) | [11] |
|---|--|------|

herangezogen.

3.1 Einwirkung auf Menschen in Gebäuden

Die Bewertung der Einwirkung von Erschütterungen auf Menschen in Gebäuden erfolgt auf der Basis der bewerteten Schwingstärke $KB_{F(t)}$. Die bewertete Schwingstärke $KB_{F(t)}$ berücksichtigt die unterschiedliche und frequenzabhängige Empfindsamkeit des Menschen gegenüber Erschütterungen. Die Beurteilung erfolgt anhand von zwei Beurteilungsgrößen:

- | | | |
|---|-------------|--------------------------------------|
| - | KB_{Fmax} | die maximale bewertete Schwingstärke |
| - | KB_{FTr} | die Beurteilungsschwingstärke. |

Die maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} ist der während der jeweiligen Beurteilungszeit (einmalig oder wiederholt) auftretende Maximalwert von $KB_{F(t)}$. Die Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} berücksichtigt die Häufigkeit und Dauer von Erschütterungsereignissen. KB_{FTr} wird mit Hilfe des Taktmaximalwert - Verfahrens (Taktzeit $T = 30$ sec) ermittelt. Die Beurteilung erfolgt gemäß der nachfolgend beschriebenen Vorgehensweise:

Zunächst ist die maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} zu ermitteln und mit den Anhaltswerten A_u (unterer Anhaltswert) und A_o (oberer Anhaltswert) nach Tab. 1 in [8] zu vergleichen:

- Ist $KB_{Fmax} \leq A_u$, dann ist die Anforderung der Norm eingehalten.
- Ist $KB_{Fmax} > A_o$, dann ist die Anforderung nicht eingehalten.
- Ist $KB_{Fmax} > A_u$ aber $\leq A_o$ gilt die Anforderung der Norm als eingehalten, wenn die Beurteilungs-Schwingstärke $KB_{FTr} < A_r$ (Beurteilungs-Anhaltswert) ist (nach Tab. 1 in [8]).

Es ist zu berücksichtigen, dass die Anhaltswerte eine Indikatorfunktion besitzen und eine Beurteilung, auch unter Berücksichtigung einer Unsicherheit (aus Messungen), jeweils im Einzelfall zu erfolgen hat.

Die in [8] und [11] für die Beurteilung von Erschütterungen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen angegebenen Anhaltswerte sind in den nachfolgenden Tabellen nochmals zusammengefasst.

Tabelle 2a: Anhaltswerte nach DIN 4150-2 Tab. 1 / Erschütterungs-Leitlinie Tab 2 für die Beurteilung von Erschütterungen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen

Einwirkungsort	Tag			Nacht		
	Au	Ao	Ar	Au	Ao	Ar
Einwirkungsorte, in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen und ggf. ausnahmsweise Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichts- und Bereitschaftspersonen untergebracht sind (vergleiche Industriegebiete § 9 BauNVO)	0,4	6	0,2	0,3	0,6	0,15
Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind (vergleiche Gewerbegebiete § 8 BauNVO)	0,3	6	0,15	0,2	0,4	0,1
Einwirkungsorte, in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind (vergleiche Kerngebiete § 7 BauNVO, Mischgebiete § 6 BauNVO, Dorfgebiete § 5 BauNVO)	0,2	5	0,1	0,15	0,3	0,07
Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind (vergleiche reines Wohngebiet § 3 BauNVO, allgemeine Wohngebiete § 4 BauNVO, Kleinsiedlungsgebiete § 2 BauNVO)	0,15	3	0,07	0,1	0,2	0,05
Besonders schutzbedürftige Einwirkungsorte, z. B. in Krankenhäusern, in Kurkliniken, soweit sie in dafür ausgewiesenen Sondergebieten liegen.	0,1	3	0,05	0,1	0,15	0,05

Ein Zusammenhang zwischen bewerteter Schwingstärke und subjektiver Wahrnehmung wird nach [8] wie folgt gegeben:

„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 $KB = 0,2$. In der Umgebungssituation „Wohnung“ werden auch bereits gerade spürbare Erschütterungen als störend empfunden. Erschütterungseinwirkungen um $KB = 0,3$ werden beim ruhigen Aufenthalt in Wohnungen überwiegend bereits als gut spürbar und entsprechend stark störend wahrgenommen.“

Auf die in [8] und [11] hinsichtlich Erschütterungen aus Baumaßnahmen enthaltenen Beurteilungsgrundlagen wird hier nicht näher eingegangen.

Tabelle 2b: Anhaltswerte nach Erschütterungs-Leitlinie /Land Brandenburg Tab. 2 für die Beurteilung von Erschütterungen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen

Einwirkungsort	Tag			Nacht		
	IW _u	IW _o	IW _r	IW _u	IW _o	IW _r
Einwirkungsorte, in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen und ggf. ausnahmsweise Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichts- und Bereitschaftspersonen untergebracht sind (vergleiche Industriegebiete § 9 BauNVO)	0,4	6	0,2	0,3	0,6	0,15
Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind (vergleiche Gewerbegebiete § 8 BauNVO)	0,3	6	0,15	0,2	0,4	0,1
Einwirkungsorte, in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind (vergleiche Kerngebiete § 7 BauNVO, Mischgebiete § 6 BauNVO, Dorfgebiete § 5 BauNVO)	0,2	5	0,1	0,15	0,3	0,07
Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind (vergleiche reines Wohngebiet § 3 BauNVO, allgemeine Wohngebiete § 4 BauNVO, Kleinsiedlungsgebiete § 2 BauNVO)	0,15	3	0,07	0,1	0,2	0,05
Besonders schutzbedürftige Einwirkungsorte, z. B. in Krankenhäusern, in Kurkliniken, soweit sie in dafür ausgewiesenen Sondergebieten liegen.	0,1	3	0,05	0,1	0,15	0,05
Beurteilungsgrößen nach DIN 4150-2	KB _{Fmax}	KB _{Fmax}	KB _{FT_r}	KB _{Fmax}	KB _{Fmax}	KB _{FT_r}

Die Beurteilung der Immissionen nach Erschütterungs-Leitlinie Land Brandenburg erfolgt mit Hilfe der Tabelle 2a und in Anlehnung an DIN 4150-2 Nr. 6.2 wie folgt.

- Ist $KB_{Fmax} \leq IW_u$ (unterer Immissionswert), dann ist die Anforderung der Leitlinie eingehalten
- Ist $KB_{Fmax} > IW_o$, (oberer Immissionswert), dann ist die Anforderung der Leitlinie nicht eingehalten
- Für selten auftretende, kurzzeitige Einwirkungen ist die Anforderung der Leitlinie eingehalten, wenn $KB_{Fmax} < IW_o$. Als kurzzeitig gelten Ereignisse mit einer Dauer von wenigen Sekunden pro Ereignis. Als wenige Male / Jahr gelten bei Sprengerschüttungen bis zu zehn Ereignisse / Jahr
- Bei häufigeren Einwirkungen mit $IW_u \leq KB_{Fmax} \leq IW_o$ ist in besonderen Fällen als weiterer Prüfschritt die Bestimmung der Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FT_r} nach DIN 4750-2 erforderlich.

Ist $KB_{FT_r} \leq IW_r$ (Immissionswert zum Vergleich mit Beurteilungs-Schwingstärken) nach Tabelle 2b, dann sind die Anforderungen der Leitlinie ebenfalls eingehalten

3.2 Einwirkungen auf bauliche Anlagen

Für die Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen auf bauliche Anlagen wird grundsätzlich die DIN 4150 Teil 3 [10] herangezogen. Im Land Brandenburg kann dazu ergänzend auch die Leitlinie zur Messung, Beurteilung und Verminderung von Erschütterungsimmissionen (Erschütterungs-Leitlinie) [11] herangezogen werden.

Die Norm und die Leitlinie nennen Anhaltswerte, bei deren Einhaltung Schädigungen 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 zum Beispiel 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 für kurzzeitige Erschütterungseinwirkungen geltenden Anhaltswerte sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 3: Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit v_i zur Beurteilung der Wirkung von kurzzeitigen Erschütterungen auf Bauwerke nach DIN 4150-3, Tab 1 / Erschütterungs-Leitlinie Tab 1

Zeile	Gebäudeart	Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit v_i in mm/s			
		Fundament			oberste Deckenebene, horizontal
		1 - 10 Hz	10 - 50 Hz	50 - 100 Hz	alle Frequenzen
1	2	3	4	5	6
1	Gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten	20	20 bis 40	40 bis 50	40
2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder Nutzung gleichartige Bauten	5	5 bis 15	15 bis 20	15
3	besonders erhaltenswerte Bauten mit besonderer Erschütterungsempfindlichkeit, (z.B. unter Denkmalschutz stehend)	3	3 bis 8	8 bis 10	8

Als kurzzeitig sind Erschütterungen definiert, deren Häufigkeit des Auftretens nicht ausreicht, um Materialermüdungserscheinungen hervorzurufen und deren zeitliche Abfolge nicht geeignet ist, um in der betroffenen Struktur Resonanz zu erzeugen. Als kurzzeitige Erschütterungen (instationäre Einwirkungen) sind Einwirkungen zu werten, die z. B. bei Rammarbeiten mittels Schlagramme entstehen.

Hinsichtlich kurzzeitig auftretender → Deckenschwingungen ist bei einer vertikalen Schwinggeschwindigkeit bis $v_z \leq 20$ mm/s am Ort mit der größten Schwinggeschwindigkeit, im allgemeinen in Deckenmitte, eine Verminderung des Gebrauchswertes der Decken nicht zu erwarten.

Anhaltswerte für → Dauererschütterungen auf Bauwerke sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst. Hier werden für verschiedene Gebäudearten Maximalwerte der beiden horizontalen Einzelkomponenten $v_{x,y}$ in der obersten Deckenebene für eine Beurteilung herangezogen.

Tabelle 4: Anhaltswerte / Immissionswerte für die Schwinggeschwindigkeit (v in mm/s) zur Beurteilung der Wirkung von Dauererschütterungen auf Bauwerke nach DIN 4150-3 Tab 3 / / Erschütterungs-Leitlinie Tab 1/ Spalte 5

Zeile	Gebäudeart	Anhaltswerte / Immissionswerte für die Schwinggeschwindigkeit v_i in mm/s	
		oberste Deckenebene, horizontal alle Frequenzen	Vertikale Deckenschwingungen
1	2	3	4
1	Gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten	10	10
2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder Nutzung gleichartige Bauten	5	10
3	besonders erhaltenswerte Bauten mit besonderer Erschütterungsempfindlichkeit, (z.B. unter Denkmalschutz stehend)	2,5	Einzelfallprüfung
	Messwerte nach DIN 4150-3	Maximalwerte der Schwinggeschwindigkeit der größten Richtungs-Komponente (x, y, z) in mm/s	

Werden die o.g. Anhaltswerte eingehalten, treten nach den bisherigen Erfahrungen Schäden als Folge der Einwirkung nicht auf. Werden diese Werte überschritten, so folgt daraus allerdings auch nicht unbedingt, dass Schäden auftreten müssen.

Deckenschwingungen mit → vertikalen Schwinggeschwindigkeiten bis $v_{\max} = 10$ mm/s führen bei Geschossdecken in Gebäuden nach obiger Tabelle, Zeilen 1 und 2 erfahrungsgemäß nicht zu Schäden. Bei Gebäuden nach Zeile 3 wird kein Anhaltswert angegeben. Das Maß der noch unschädlichen Erschütterungseinwirkungen ist im Einzelfall festzustellen.

4. Methodik der Untersuchungen

→ Erschütterungstechnische Untersuchungen

Die durchzuführenden erschütterungstechnischen Untersuchungen erfolgten anhand der Messung von durch Straßenverkehr in der Hauptstraße im Wohnhaus Hauptstraße 153 am Fundament und in Wohnräumen hervorgerufener Erschütterungsimmissionen. Die Prüfungen umfassen sowohl Einwirkungen auf bauliche Anlagen (DIN 4150-3:2016-12) als auch Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden (DIN 4150-2:199-02).

→ Schalltechnische Untersuchungen

Die durchzuführenden schalltechnischen Untersuchungen beinhalteten ausschließlich die messtechnische Ermittlung der durch Straßenverkehr in der Hauptstraße an den beiden Wohnhäusern Hauptstraße 132 (Kirchhof) und 153 (Ev. Kirchengemeinde) außerhalb verursachten Verkehrslärmimmissionen.

5. Messungen

5.1 Straßenverkehrslärmimmissionen

Die Messungen erfolgten in Absprache mit zwei ausgewählten betroffenen Anwohnern in einem Messzeitraum mit einem als repräsentativ anzusehenden und zu erwartenden Straßenverkehrsaufkommen.

Die messtechnischen Ermittlungen erfolgten hinsichtlich der anzuwendender Messbedingungen gemäß der in DIN 45642:2004-06 für Messungen zu Straßenverkehrslärmimmissionen enthaltenen Angaben.

5.1.1 Messpunkte

Gemessen wurde an jeweils einem Messpunkt vor / an den Wohngebäuden

- Mp1 - WH Hauptstraße 151 / 153
Messpunkt (Mp) in Mitte Toreinfahrt zwischen den Gebäuden Nr. 151 / 153 in Verlängerung Gebäudeflucht, parallel zur westlich verlaufenden Hauptstraße in Höhe des 1.OG mit $h_{Mp} \approx 6,5 - 7$ m. Bis zur Mittelachse der Hauptstraße beträgt die Entfernung vom Messpunkt ca. $s_{\perp} = 9,5$ m
- Mp2 - WH Hauptstraße 132
Messpunkt (Mp) in ca. 2 m Abstand vor der zur Hauptstraße (nach Osten) ausgerichteten Fassade des Wohngebäudes in Höhe obere Mitte Fenster im Erdgeschoss mit $h_{Mp} \approx 3,5 - 4$ m. Bis zur Mittelachse der Hauptstraße beträgt die Entfernung vom Messpunkt ca. $s_{\perp} = 14,5$ m

5.1.2 Durchführung

Die Messungen erfolgten im Zeitraum vom Dienstag, den 01.06.2021, ab 14:00 Uhr langfristig über 48 Stunden Dauer bis Donnerstag, den 03.06.2021, 14:00 Uhr

Auf Grund der unmittelbaren Nähe des Messpunktes zum Verkehrsweg können die Messergebnisse auch ohne oder nur geringfügig im Nachtzeitraum anzuwendende Korrekturen wegen ggf. vorliegender Fremdgeräuscheinwirkungen (Glocken läuten, Vogelzwitschern) für eine Beurteilung direkt herangezogen werden.

Eine Korrektur ist für Mp2 auf Grund der Lage des Messpunktes 2 m vor der Gebäudefassade anzuwenden, die gemäß o.g. DIN 45642 auf Grund des Einflusses von Reflexionen an der zur Lärmquelle zugewandten Gebäudefassade einen Abzug von $K_{refl} = 3$ dB vom Messwert erfordert. Für Schallmesspunkt Mp1 entfällt diese Korrektur, das auf Grund der fehlenden Gebäudefassade kein Einfluss von Reflexionen zu erwarten und deshalb auch nicht zu berücksichtigen ist.

Die Messungen erfolgten in Zyklen von $t_i = 30$ min Dauer. In jedem Messzyklus wurde der A- bewertete Mittelungspegel $L_{A,m}$, der Maximalpegel $L_{A,max}$, der Impuls bewertete Mittelungspegel $L_{AI,m}$ sowie der 5s -Taktmaximalpegel $L_{A,Tm5}$ erfasst.

Weiterhin wurden verschiedene statistische Pegelwerte (0,1%-1%-5%-10%-50%-90%-95% und 99% Pegel) sowie der zeitliche Verlauf für den A- und C- bewerteten momentanen Schallpegel und der der Terz-Frequenzspektren mit einer Auflösung von 200 ms abgelegt. Zusätzlich erfolgte auch die Aufzeichnung des (hoch aufgelösten 16 bit / 48 kHz) analogen Audiosignals zeitsynchron in jedem Messzyklus.

Die Audioaufzeichnungen werden für ggf. nachträglich erforderliche Geräuschanalysen hinsichtlich vorhandener Auffälligkeiten (Tonhaltigkeit, Anteile tiefer Frequenzen) benötigt. Dazu werden i. d. R. auch die mit einer Auflösung von 125 ms abgelegte F(Fast) - bewertete Terz- und Terz_{max} - Frequenzspektren herangezogen.

5.1.3 Schallmesstechnik

→ Schallmessung (Mp1) - Hauptstraße 151/153 (Toreinfahrt in Höhe 1.OG)

• Präzisionsschallpegelmesser	Typ 140-1	Nr. 1403559/08	Norsonic
• ½"-Mikrofon Kapsel	Typ 1225	Nr. 96135	Norsonic
• Vorverstärker	Typ 1209	Nr. 13070	Norsonic

→ Schallmessung (Mp2) - Hauptstraße 132 (2 m vor Fassade zum Verkehrsweg)

• Präzisionsschallpegelmesser	Typ 140-2	Nr. 1407018/17	Norsonic
• ½"-Mikrofon Kapsel	Typ 1225	Nr. 271175	Norsonic
• Vorverstärker	Typ 1209	Nr. 21510	Norsonic

Zubehör

• Windschutz	Typ 143		Norsonic
• Stative 2 x (7,5 m)	Typ		Manfrotto

→ Kalibrierung

• Schallpegelkalibrator	Typ 1251	Nr. 32229	Norsonic
-------------------------	----------	-----------	----------

→ A/D - Aufzeichnung

• Präzisionsschallpegelmesser	Typ 140-1	Nr. 1403559/08	Norsonic
• Präzisionsschallpegelmesser	Typ 140-1	Nr. 1407018/17	Norsonic

→ Frequenzanalyse

• Präzisionsschallpegelmesser	Typ 140	Nr. 1403559/08	Norsonic
• Präzisionsschallpegelmesser	Typ 140-1	Nr. 1407018/17	Norsonic

Die Eichung der Schallpegelmesser Nor 140 (1403559/1407018) erfolgte durch das DAkkS akkreditierte Prüflabor Norsonic-Tippkemper GmbH im Landesbetrieb Mess- und Eichwesen Nordrhein-Westfalen, Eichamt Dortmund im Januar 2019 und ist bis 31.12.2021 gültig, Eichschein DO-1-41-19-00036. Die Prüfung des Kalibrators ist als Bestandteil der Schallpegelmesser im Eich- und Kalibrierumfang enthalten.

5.1.4 Messergebnisse

Die Messergebnisse werden in den nachfolgenden Tabellen für die jeweils an den Messpunkten Mp1 und Mp2 bemessenen Tag- und Nachtzeiträume ausführlich zusammengefasst.

→ Messpunkt Mp1 (WH Hauptstraße 151/153)

Tabelle 5a Verkehrslärmimmissionen Messpunkt Mp1: Hauptstraße 151/135, 13185 Berlin, Juni 2021,
Erfassung zur Tagzeit Di, den 01.06.2021, Zeitraum 14 bis 22 Uhr

TAG	WH Hauptstraße 151/153			01.06.2021
	File version	v1.0/4.5.0.2		
Directory:	J:\NORSONIC\21-06-01#03 Gablick\NOR140-1_FILE\210601			
File	Date	Status	LAeq	LAF(max)
NOR140_FILE_210601_0001.NBF	(2021/06/01 14:00:00.00)	N/A	65,8	86,7
NOR140_FILE_210601_0002.NBF	(2021/06/01 14:30:01.00)	N/A	65,9	86,4
NOR140_FILE_210601_0003.NBF	(2021/06/01 15:00:01.00)	N/A	66,8	85,8
NOR140_FILE_210601_0004.NBF	(2021/06/01 15:30:02.00)	N/A	66,5	90,2
NOR140_FILE_210601_0005.NBF	(2021/06/01 16:00:01.00)	N/A	67,4	90,3
NOR140_FILE_210601_0006.NBF	(2021/06/01 16:30:01.00)	N/A	66,2	89,4
NOR140_FILE_210601_0007.NBF	(2021/06/01 17:00:01.00)	N/A	64,2	81,4
NOR140_FILE_210601_0008.NBF	(2021/06/01 17:30:01.00)	N/A	64,5	87,1
NOR140_FILE_210601_0009.NBF	(2021/06/01 18:00:01.00)	N/A	64,9	76,8
NOR140_FILE_210601_0010.NBF	(2021/06/01 18:30:02.00)	N/A	63,7	82,3
NOR140_FILE_210601_0011.NBF	(2021/06/01 19:00:01.00)	N/A	63,2	77,4
NOR140_FILE_210601_0012.NBF	(2021/06/01 19:30:01.00)	N/A	61,8	79,1
NOR140_FILE_210601_0013.NBF	(2021/06/01 20:00:01.00)	N/A	61,0	78,2
NOR140_FILE_210601_0014.NBF	(2021/06/01 20:30:01.00)	N/A	62,2	82,4
NOR140_FILE_210601_0015.NBF	(2021/06/01 21:00:02.00)	N/A	60,9	76,6
NOR140_FILE_210601_0016.NBF	(2021/06/01 21:30:02.00)	N/A	58,4	75,8
		480 min	64,6	85,4
		Korr	0	0
		Mittel	64,6	85,4
		Max		90,3

Mittelungspegel	(Verkehrslärmimmissionen)	L_{Am}	=	64,6	dB(A)
Korrektur	(Reflexion Fassade)	K_{Refl}	=	0,0	dB(A)
Messdauer		t_m	=	480	min
Beurteilungszeit		T_{Tag}	=	960	min
Beurteilungspegel	(Verkehrslärmimmissionen)	L_r	=	64,6*	dB(A)
Maximalpegel	kurzzeitig	L_{Amax}	≤	90,3	dB(A)
	mittel	$L_{Amax,m}$	=	85,4	dB(A)

Anmerkung * gilt nur bei vergleichbarer Einwirkung über die gesamte Dauer der Tagzeit (960 min = 16 h)

Tabelle 5b Verkehrslärmimmissionen Messpunkt Mp1: Hauptstraße 151/153, 13185 Berlin, Juni 2021,
Erfassung zur Tagzeit: Mi, den 02.06.2021, Zeitraum 06 bis 22 Uhr

TAG	WH Hauptstraße 151/153		02.06.2021	
	File version	v1.0/4.5.0.2		
Directory:	J:\NORSONIC\21-06-01#03 Gablick\NOR140-1_FILE\210602			
File	Date	Status	L _{Aeq}	L _{Af} (max)
NOR140_FILE_210602_0013.NBF	(2021/06/02 06:00:01.00)	N/A	68,7	93,6
NOR140_FILE_210602_0014.NBF	(2021/06/02 06:30:01.00)	N/A	68,0	91,0
NOR140_FILE_210602_0015.NBF	(2021/06/02 07:00:02.00)	N/A	67,6	89,1
NOR140_FILE_210602_0016.NBF	(2021/06/02 07:30:02.00)	N/A	68,4	90,7
NOR140_FILE_210602_0017.NBF	(2021/06/02 08:00:02.00)	N/A	65,9	85,9
NOR140_FILE_210602_0018.NBF	(2021/06/02 08:30:01.00)	N/A	66,9	85,8
NOR140_FILE_210602_0019.NBF	(2021/06/02 09:00:01.00)	N/A	67,3	90,0
NOR140_FILE_210602_0020.NBF	(2021/06/02 09:30:01.00)	N/A	65,0	83,2
NOR140_FILE_210602_0021.NBF	(2021/06/02 10:00:01.00)	N/A	65,2	86,1
NOR140_FILE_210602_0022.NBF	(2021/06/02 10:30:02.00)	N/A	65,6	88,1
NOR140_FILE_210602_0023.NBF	(2021/06/02 11:00:01.00)	N/A	65,3	85,1
NOR140_FILE_210602_0024.NBF	(2021/06/02 11:30:01.00)	N/A	65,4	89,1
NOR140_FILE_210602_0025.NBF	(2021/06/02 12:00:01.00)	N/A	66,5	83,9
NOR140_FILE_210602_0026.NBF	(2021/06/02 12:30:01.00)	N/A	64,8	82,8
NOR140_FILE_210602_0027.NBF	(2021/06/02 13:00:02.00)	N/A	66,6	85,4
NOR140_FILE_210602_0028.NBF	(2021/06/02 13:30:02.00)	N/A	66,4	89,5
NOR140_FILE_210602_0029.NBF	(2021/06/02 14:00:02.00)	N/A	66,0	85,5
NOR140_FILE_210602_0030.NBF	(2021/06/02 14:30:02.00)	N/A	65,6	84,8
NOR140_FILE_210602_0031.NBF	(2021/06/02 15:00:01.00)	N/A	67,1	89,6
NOR140_FILE_210602_0032.NBF	(2021/06/02 15:30:01.00)	N/A	66,4	91,0
NOR140_FILE_210602_0033.NBF	(2021/06/02 16:00:01.00)	N/A	67,4	88,8
NOR140_FILE_210602_0034.NBF	(2021/06/02 16:30:01.00)	N/A	66,3	87,4
NOR140_FILE_210602_0035.NBF	(2021/06/02 17:00:02.00)	N/A	65,8	87,0
NOR140_FILE_210602_0036.NBF	(2021/06/02 17:30:01.00)	N/A	64,5	83,7
NOR140_FILE_210602_0037.NBF	(2021/06/02 18:00:01.00)	N/A	64,8	77,3
NOR140_FILE_210602_0038.NBF	(2021/06/02 18:30:02.00)	N/A	63,5	78,0
NOR140_FILE_210602_0039.NBF	(2021/06/02 19:00:01.00)	N/A	63,2	80,6
NOR140_FILE_210602_0040.NBF	(2021/06/02 19:30:01.00)	N/A	64,1	85,5
NOR140_FILE_210602_0041.NBF	(2021/06/02 20:00:02.00)	N/A	61,5	82,5
NOR140_FILE_210602_0042.NBF	(2021/06/02 20:30:02.00)	N/A	60,7	76,4
NOR140_FILE_210602_0043.NBF	(2021/06/02 21:00:02.00)	N/A	58,9	75,8
NOR140_FILE_210602_0044.NBF	(2021/06/02 21:30:01.00)	N/A	59,7	79,4
		960 min	65,8	87,3
		Korr	0	0
		Mittel	65,8	87,3
		Max		93,6

Mittelungspegel	(Verkehrslärmimmissionen)	L_{Am}	=	65,8	dB(A)
Korrektur	(Reflexion Fassade)	K_{Refl}	=	0,0	dB(A)
Messdauer		t_m	=	960	min
Beurteilungszeit		T_{Tag}	=	960	min
Beurteilungspegel	(Verkehrslärmimmissionen)	L_r	=	65,8	dB(A)
Maximalpegel	kurzzeitig	L_{Amax}	≤	93,6	dB(A)
	mittel	$L_{Amax,m}$	=	87,3	dB(A)

Tabelle 5c Verkehrslärmimmissionen Mp1 Hauptstraße 151/153, 13158 Berlin, Juni 2021,
Di, den 01.06.2021, 22 Uhr bis Mi, den 02.06.2021, 06 Uhr und
Mi, den 02.06.2021, 22 Uhr bis Do, den 03.06.2021, 06 Uhr
Erfassung zur Nachtzeit jeweils von 22 bis 06 Uhr

NACHT	WH Hauptstraße 151/153	01-02-03.06.2021			
	File version	v1.0/4.5.0.2			
Directory:	J:\NORSONIC\21-06-01#03 Gablick\NOR140-1_FILE\210601-210602-210603				
File	Date		Status	L _{Aeq}	L _{AF} (max)
NOR140_FILE_210601_0017.NBF	(2021/06/01 22:00:02.00)	1	N/A	61,4	84,7
NOR140_FILE_210601_0018.NBF	(2021/06/01 22:30:01.00)	1	N/A	57,3	75,4
NOR140_FILE_210601_0019.NBF	(2021/06/01 23:00:01.00)	1	N/A	56,0	77,9
NOR140_FILE_210601_0020.NBF	(2021/06/01 23:30:01.00)	1	N/A	53,7	74,3
NOR140_FILE_210602_0001.NBF	(2021/06/02 00:00:01.00)	1	N/A	54,8	76,2
NOR140_FILE_210602_0002.NBF	(2021/06/02 00:30:01.00)	1	N/A	52,1	74,1
NOR140_FILE_210602_0003.NBF	(2021/06/02 01:00:01.00)	1	N/A	51,2	73,5
NOR140_FILE_210602_0004.NBF	(2021/06/02 01:30:01.00)	1	N/A	47,8	70,1
NOR140_FILE_210602_0005.NBF	(2021/06/02 02:00:01.00)	1	N/A	47,6	69,7
NOR140_FILE_210602_0006.NBF	(2021/06/02 02:30:01.00)	1	N/A	50,2	74,4
NOR140_FILE_210602_0007.NBF	(2021/06/02 03:00:01.00)	1	N/A	53,3	80,7
NOR140_FILE_210602_0008.NBF	(2021/06/02 03:30:02.00)	1	N/A	58,0	85,9
NOR140_FILE_210602_0009.NBF	(2021/06/02 04:00:01.00)	1	N/A	57,1	73,4
NOR140_FILE_210602_0010.NBF	(2021/06/02 04:30:01.00)	1	N/A	59,3	75,3
NOR140_FILE_210602_0011.NBF	(2021/06/02 05:00:02.00)	1	N/A	63,4	90,7
NOR140_FILE_210602_0012.NBF	(2021/06/02 05:30:02.00)	1	N/A	65,3	85,8
NOR140_FILE_210602_0045.NBF	(2021/06/02 22:00:02.00)	2	N/A	59,4	79,8
NOR140_FILE_210602_0046.NBF	(2021/06/02 22:30:01.00)	2	N/A	56,9	74,5
NOR140_FILE_210602_0047.NBF	(2021/06/02 23:00:02.00)	2	N/A	55,8	75,0
NOR140_FILE_210602_0048.NBF	(2021/06/02 23:30:01.00)	2	N/A	53,0	72,9
NOR140_FILE_210603_0001.NBF	(2021/06/03 00:00:02.00)	2	N/A	52,2	71,3
NOR140_FILE_210603_0002.NBF	(2021/06/03 00:30:01.00)	2	N/A	55,0	79,7
NOR140_FILE_210603_0003.NBF	(2021/06/03 01:00:01.00)	2	N/A	47,9	71,7
NOR140_FILE_210603_0004.NBF	(2021/06/03 01:30:01.00)	2	N/A	44,6	67,6
NOR140_FILE_210603_0005.NBF	(2021/06/03 02:00:01.00)	2	N/A	40,3	65,3
NOR140_FILE_210603_0006.NBF	(2021/06/03 02:30:01.00)	2	N/A	47,6	72,6
NOR140_FILE_210603_0007.NBF	(2021/06/03 03:00:01.00)	2	N/A	53,2	74,2
NOR140_FILE_210603_0008.NBF	(2021/06/03 03:30:01.00)	2	N/A	54,6	76,2
NOR140_FILE_210603_0009.NBF	(2021/06/03 04:00:02.00)	2	N/A	55,2	76,1
NOR140_FILE_210603_0010.NBF	(2021/06/03 04:30:02.00)	2	N/A	59,2	77,5
NOR140_FILE_210603_0011.NBF	(2021/06/03 05:00:01.00)	2	N/A	64,8	93,6
NOR140_FILE_210603_0012.NBF	(2021/06/03 05:30:01.00)	2	-		
	2021/06/01 22:00 - 2021/06/02 05:30		480 min	58,4	82,2
			Korr	0	0
			Mittel	58,4	82,2
			Max		90,7
	2021/06/02 22:00 - 2021/06/03 05:30		450 min	56,8	82,7
			Korr	0	0
			Mittel	56,8	82,7
			Max		93,6

Tabelle 5c Verkehrslärmimmissionen Mp1 Hauptstraße 151/153, 13158 Berlin, Juni 2021,
Di, den 01.06.2021, 22 Uhr bis Mi, den 02.06.2021, 06 Uhr und
Mi, den 02.06.2021, 22 Uhr bis Do, den 03.06.2021, 06 Uhr
Erfassung zur Nachtzeit jeweils von 22 bis 06 Uhr
Fortsetzung

NACHT	WH Hauptstraße 151/153		01-02-03.06.2021		
	File version		v1.0/4.5.0.2		
Directory:	J:\NORSONIC\21-06-01#03 Gablick\NOR140-1_FILE\210601-210602-210603				
File	Date		Status	L _{Aeq}	LAF(max)
	Nachtzeit (gesamt)		930 min	57,7	82,5
			Korr	0	0
			Mittel	57,7	82,5
			Max		93,6

Mittelungspegel	(Verkehrslärmimmissionen)	L_{Am}	=	57,7	dB(A)
Korrektur	(Reflexion Fassade)	K_{Refl}	=	- 0,0	dB(A)
Messdauer		t_m	=	930	min
Beurteilungszeit		$2 \times T_{Nacht}$	=	960	min
Beurteilungspegel	(Verkehrslärmimmissionen)	L_r	=	57,7	dB(A)
Maximalpegel	kurzzeitig	L_{Amax}	≤	93,6	dB(A)
	mittel	$L_{Amax,m}$	=	82,5	dB(A)
Anmerkung	* gilt nur bei vergleichbarer Einwirkung jeweils über die gesamte Dauer der Nachtzeit 480 min (8 h)				

→ **Messpunkt Mp2 (WH Hauptstraße 132)**

Tabelle 6a Verkehrslärmimmissionen Messpunkt Mp2: Hauptstraße 132, 13185 Berlin, Juni 2021,
Erfassung zur Tagzeit Di, den 01.06.2021, im Zeitraum 14 - 22 Uhr

TAG	WH Hauptstraße 132			01.06.2021
	File version	v1.0/4.5.0.2		
Directory:	J:\NORSONIC\21-06-01#03 Gablick\NOR140-2_FILE\210601			
File	Date	Status	LAeq	LAF(max)
NOR140_FILE_210601_0001.NBF	(2021/06/01 14:00:00.00)	N/A	65,5	80,9
NOR140_FILE_210601_0002.NBF	(2021/06/01 14:30:02.00)	N/A	65,0	83,2
NOR140_FILE_210601_0003.NBF	(2021/06/01 15:00:03.00)	N/A	66,0	81,5
NOR140_FILE_210601_0004.NBF	(2021/06/01 15:30:02.00)	N/A	65,6	82,7
NOR140_FILE_210601_0005.NBF	(2021/06/01 16:00:02.00)	N/A	66,7	83,6
NOR140_FILE_210601_0006.NBF	(2021/06/01 16:30:02.00)	N/A	66,6	87,0
NOR140_FILE_210601_0007.NBF	(2021/06/01 17:00:02.00)	N/A	64,8	78,9
NOR140_FILE_210601_0008.NBF	(2021/06/01 17:30:02.00)	N/A	64,7	79,9
NOR140_FILE_210601_0009.NBF	(2021/06/01 18:00:02.00)	N/A	64,6	80,8
NOR140_FILE_210601_0010.NBF	(2021/06/01 18:30:02.00)	N/A	64,0	76,7
NOR140_FILE_210601_0011.NBF	(2021/06/01 19:00:02.00)	N/A	63,2	77,0
NOR140_FILE_210601_0012.NBF	(2021/06/01 19:30:02.00)	N/A	61,9	76,5
NOR140_FILE_210601_0013.NBF	(2021/06/01 20:00:02.00)	N/A	61,3	76,2
NOR140_FILE_210601_0014.NBF	(2021/06/01 20:30:02.00)	N/A	61,9	80,6
NOR140_FILE_210601_0015.NBF	(2021/06/01 21:00:03.00)	N/A	60,8	74,4
NOR140_FILE_210601_0016.NBF	(2021/06/01 21:30:02.00)	N/A	59,1	74,9
		480 min	64,3	81,1
		Korr	-3	-3
		Mittel	61,3	78,1
		Max		84,0

Mittelungspegel	(Verkehrslärmimmissionen)	L_{Am}	=	64,3	dB(A)
Korrektur	(Reflexion Fassade)	K_{Refl}	=	- 3,0	dB(A)
Messdauer		t_m	=	480	min
Beurteilungszeit		T_{Tag}	=	960	min
Beurteilungspegel	(Verkehrslärmimmissionen)	L_r	=	61,3*	dB(A)
Maximalpegel	kurzzeitig	L_{Amax}	≤	84,0	dB(A)
	mittel	$L_{Amax,m}$	=	78,4	dB(A)

Anmerkung * gilt nur bei vergleichbarer Einwirkung über die gesamte Dauer der Tagzeit (960 min = 16 h)

Tabelle 6b Verkehrslärmimmissionen Messpunkt Mp2: Hauptstraße 132, 13185 Berlin, Juni 2021,
Erfassung zur Tagzeit: Mi, den 02.06.2021, im Zeitraum 06 bis 22 Uhr

TAG	WH Hauptstraße 132			02.06.2021
	File version	v1.0/4.5.0.2		
Directory:	J:\NORSONIC\21-06-01#03 Gablick\NOR140-2_FILE\210602			
File	Date	Status	L _{Aeq}	L _{Af} (max)
NOR140_FILE_210602_0013.NBF	(2021/06/02 06:00:02.00)	N/A	67,7	91,4
NOR140_FILE_210602_0014.NBF	(2021/06/02 06:30:02.00)	N/A	67,4	88,9
NOR140_FILE_210602_0015.NBF	(2021/06/02 07:00:02.00)	N/A	66,1	84,7
NOR140_FILE_210602_0016.NBF	(2021/06/02 07:30:02.00)	N/A	66,7	85,5
NOR140_FILE_210602_0017.NBF	(2021/06/02 08:00:03.00)	N/A	65,4	79,5
NOR140_FILE_210602_0018.NBF	(2021/06/02 08:30:02.00)	N/A	67,0	82,3
NOR140_FILE_210602_0019.NBF	(2021/06/02 09:00:02.00)	N/A	65,9	87,0
NOR140_FILE_210602_0020.NBF	(2021/06/02 09:30:03.00)	N/A	65,0	90,5
NOR140_FILE_210602_0021.NBF	(2021/06/02 10:00:03.00)	N/A	65,0	80,7
NOR140_FILE_210602_0022.NBF	(2021/06/02 10:30:02.00)	N/A	65,2	82,4
NOR140_FILE_210602_0023.NBF	(2021/06/02 11:00:02.00)	N/A	64,9	81,5
NOR140_FILE_210602_0024.NBF	(2021/06/02 11:30:03.00)	N/A	64,5	84,9
NOR140_FILE_210602_0025.NBF	(2021/06/02 12:00:02.00)	N/A	70,7	85,0
NOR140_FILE_210602_0026.NBF	(2021/06/02 12:30:02.00)	N/A	64,4	80,2
NOR140_FILE_210602_0027.NBF	(2021/06/02 13:00:02.00)	N/A	66,5	85,7
NOR140_FILE_210602_0028.NBF	(2021/06/02 13:30:02.00)	N/A	65,8	83,5
NOR140_FILE_210602_0029.NBF	(2021/06/02 14:00:03.00)	N/A	66,0	81,4
NOR140_FILE_210602_0030.NBF	(2021/06/02 14:30:03.00)	N/A	65,4	80,7
NOR140_FILE_210602_0031.NBF	(2021/06/02 15:00:02.00)	N/A	66,3	82,9
NOR140_FILE_210602_0032.NBF	(2021/06/02 15:30:02.00)	N/A	65,8	89,0
NOR140_FILE_210602_0033.NBF	(2021/06/02 16:00:02.00)	N/A	66,8	84,7
NOR140_FILE_210602_0034.NBF	(2021/06/02 16:30:03.00)	N/A	65,9	84,2
NOR140_FILE_210602_0035.NBF	(2021/06/02 17:00:03.00)	N/A	66,1	80,8
NOR140_FILE_210602_0036.NBF	(2021/06/02 17:30:03.00)	N/A	65,2	80,5
NOR140_FILE_210602_0037.NBF	(2021/06/02 18:00:02.00)	N/A	70,0	84,7
NOR140_FILE_210602_0038.NBF	(2021/06/02 18:30:03.00)	N/A	63,7	77,3
NOR140_FILE_210602_0039.NBF	(2021/06/02 19:00:02.00)	N/A	63,0	77,1
NOR140_FILE_210602_0040.NBF	(2021/06/02 19:30:02.00)	N/A	64,0	81,6
NOR140_FILE_210602_0041.NBF	(2021/06/02 20:00:03.00)	N/A	61,8	78,9
NOR140_FILE_210602_0042.NBF	(2021/06/02 20:30:03.00)	N/A	61,5	75,6
NOR140_FILE_210602_0043.NBF	(2021/06/02 21:00:02.00)	N/A	60,0	77,7
NOR140_FILE_210602_0044.NBF	(2021/06/02 21:30:03.00)	N/A	60,0	75,2
		960 min	65,9	84,6
		Korr	-3	-3
		Mittel	62,9	81,6
		Max		88,4

Mittelungspegel	(Verkehrslärmimmissionen)	L_{Am}	=	65,9	dB(A)
Korrektur	(Reflexion Fassade)	K_{Refl}	=	- 3,0	dB(A)
Messdauer		t_m	=	960	min
Beurteilungszeit		T_{Tag}	=	960	min
Beurteilungspegel	(Verkehrslärmimmissionen)	L_r	=	62,9	dB(A)
Maximalpegel	kurzzeitig	L_{Amax}	≤	88,4	dB(A)
	mittel	$L_{Amax,m}$	=	81,6	dB(A)

Tabelle 6c

NACHT		WH Hauptstraße 132		01-02-03.06.2021	
	File version	v1.0/4.5.0.2			
Directory:		J:\NORSONIC\21-06-01#03 Gablick\NOR140-2_FILE\210601-210602-210603			
File	Date		Status	L _{Aeq}	LAF(max)
NOR140_FILE_210601_0017.NBF	(2021/06/01 22:00:02.00)		N/A	61,3	80,2
NOR140_FILE_210601_0018.NBF	(2021/06/01 22:30:02.00)		N/A	58,0	76,1
NOR140_FILE_210601_0019.NBF	(2021/06/01 23:00:02.00)		N/A	56,6	76,7
NOR140_FILE_210601_0020.NBF	(2021/06/01 23:30:02.00)		N/A	52,4	70,7
NOR140_FILE_210602_0001.NBF	(2021/06/02 00:00:03.00)		N/A	55,3	76,5
NOR140_FILE_210602_0002.NBF	(2021/06/02 00:30:02.00)		N/A	51,7	71,5
NOR140_FILE_210602_0003.NBF	(2021/06/02 01:00:02.00)		N/A	52,1	73,9
NOR140_FILE_210602_0004.NBF	(2021/06/02 01:30:02.00)		N/A	49,0	71,8
NOR140_FILE_210602_0005.NBF	(2021/06/02 02:00:03.00)		N/A	49,9	73,9
NOR140_FILE_210602_0006.NBF	(2021/06/02 02:30:02.00)		N/A	51,5	75,9
NOR140_FILE_210602_0007.NBF	(2021/06/02 03:00:02.00)		N/A	52,8	76,3
NOR140_FILE_210602_0008.NBF	(2021/06/02 03:30:02.00)		N/A	55,5	80,8
NOR140_FILE_210602_0009.NBF	(2021/06/02 04:00:03.00)		N/A	56,8	76,0
NOR140_FILE_210602_0010.NBF	(2021/06/02 04:30:02.00)		N/A	59,7	77,8
NOR140_FILE_210602_0011.NBF	(2021/06/02 05:00:02.00)		N/A	63,3	84,1
NOR140_FILE_210602_0012.NBF	(2021/06/02 05:30:03.00)		N/A	65,1	81,8
NOR140_FILE_210602_0045.NBF	(2021/06/02 22:00:02.00)		N/A	60,2	79,7
NOR140_FILE_210602_0046.NBF	(2021/06/02 22:30:02.00)		N/A	57,6	74,9
NOR140_FILE_210602_0047.NBF	(2021/06/02 23:00:03.00)		N/A	56,1	77,2
NOR140_FILE_210602_0048.NBF	(2021/06/02 23:30:02.00)		N/A	52,7	71,8
NOR140_FILE_210603_0001.NBF	(2021/06/03 00:00:03.00)		N/A	55,5	70,9
	2021/06/01 22:00 - 2021/06/02 05:30		480 min	58,3	78,1
			Korr	-3	-3
			Mittel	55,3	75,1
			Max		81,1
	2021/06/02 22:00 - 2021/06/03 05:30		150 min	57,1	76,1
			Korr	-3	-3
			Mittel	54,1	73,1
			Max		76,7

Tabelle 6c Verkehrslärmimmissionen Mp2 Hauptstraße 132, 13158 Berlin, Juni 2021,
Di, den 01.06.2021, 22 Uhr bis Mi, den 02.06.2021, 06:00 Uhr und
Mi, den 02.06.2021, 22 Uhr bis Do, den 03.06.2021, 00:30 Uhr
Erfassung im Nachtzeitraum jeweils von 22 bis 06 Uhr
Fortsetzung

NACHT	WH Hauptstraße 132		01-02-03.06.2021		
	File version		v1.0/4.5.0.2		
Directory:	J:\NORSONIC\21-06-01#03 Gablick\NOR140-2_FILE\210601-210602-210603				
File	Date		Status	L _{Aeq}	LAF(max)
	Nachtzeit (gesamt)		630 min	58,1	77,7
			Korr	-3	-3
			Mittel	55,1	74,7
			Max		81,1

Mittelungspegel	Verkehrslärmimmissionen				
	Nachtzeit	L_{Am}	=	58,1	dB(A)
Korrektur	(Reflexion Fassade)	K_{Refl}	=	- 3,0	dB(A)
Messdauer		t_m	=	630	min
Beurteilungszeit		$2 \times T_{Nacht}$	=	960	min
Beurteilungspegel	Verkehrslärmimmissionen				
	Nachtzeit	L_r	=	55,1	dB(A)
Maximalpegel	kurzzeitig	L_{Amax}	≤	81,1	dB(A)
	mittel	$L_{Amax,m}$	=	74,7	dB(A)

Anmerkung * gilt nur bei vergleichbar hoher Einwirkung jeweils über die gesamte Dauer der Nachtzeit über 480 min (8 h)

5.1.5 Verkehrszählung

Zu den an beiden Messpunkten durchgeführten Schallimmissionsmessungen werden ergänzend die aus Verkehrsmengen ermittelten Geräuschemissionen des Verkehrsweges sowie daraus an beiden Messpunkten berechnete Immissionsschallpegel vergleichend gegenübergestellt.

Die Ermittlung der Verkehrsmengen aus dem in der Hauptstraße im Abschnitt der Wohnhäuser 132 und 153 stattfindenden fließenden Straßenverkehrs erfolgte anhand von zeitgleich im gesamten Messzeitraum durchgeführten Verkehrszählungen. Die Erhebungen erfolgten gemäß den dazu vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur erlassenen und allgemein gültigen Regeln (Zählzeiten, Trennung der Fahrzeugarten, etc.) sowie gemäß den Anforderungen der für die Ermittlung der Geräuschemission von Verkehrswegen anzuwendenden Richtlinie für den Lärmschutz an Straßen (RLS-19) [12].

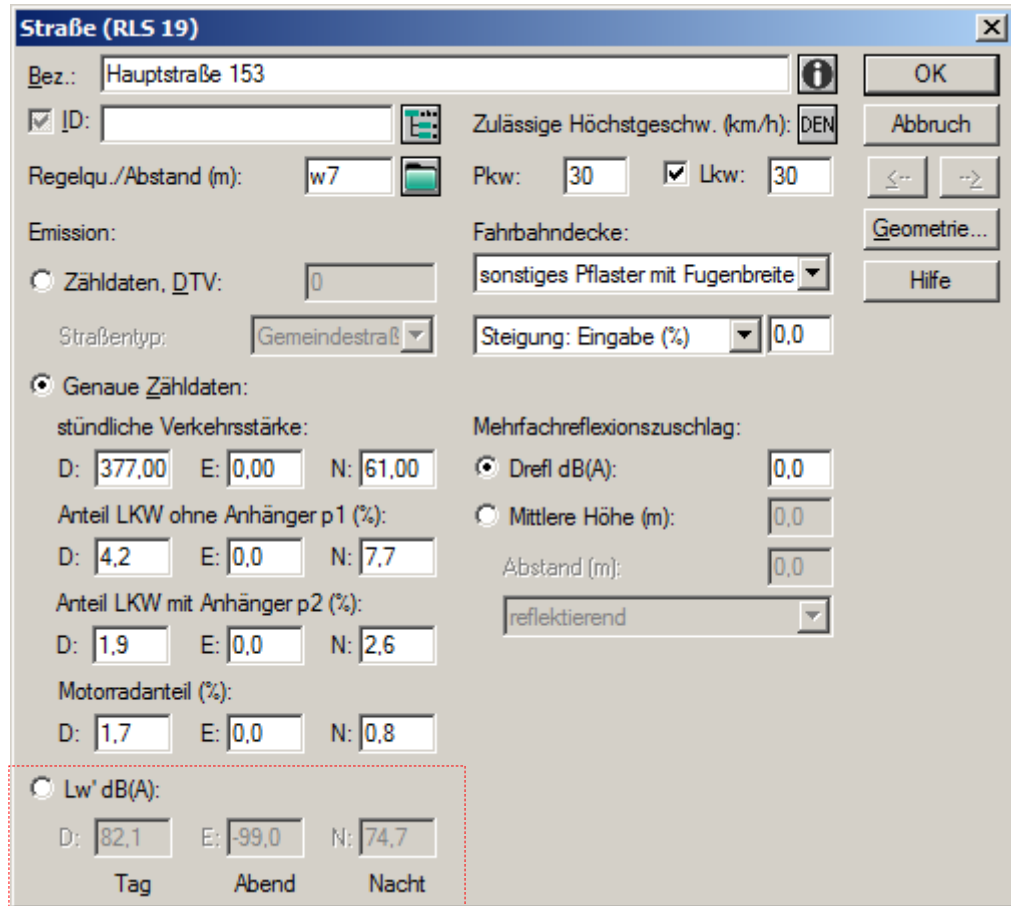
→ Zählergebnisse	Kräder	Pkw < 3,5 t	Bus	Lkw > 3,5t	Lastzüge (m/o) Anhänger	Gesamt Kfz	M Kfz/h
Zeitraum							
Die, 01.06.21 15:30 - 22:00 Uhr	54	2112	40	21	19	2246	346
Di, 01.06.21, 22 Uhr Mi, 02.06.21, 06 Uhr	2	438	26	12	8	486	61
Mi, 02.06.21 06:00 - 22:00 Uhr	94	5655	98	166	100	6113	382
Mi, 02.06.21, 22 Uhr Do, 03.06.21, 06 Uhr	6	433	26	7	11	483	60
Do, 06.06.21 06:00 - 14:10 Uhr	48	2957	56	113	98	3272	404

→ Durchschnittliche Verkehrsstärke

Tagzeitraum 06 - 22 Uhr	65	3575	65	100	72	3877	377
Nachtzeitraum 22 - 06 Uhr	4	436	26	10	10	485	61

Die Aufbereitung der Zähldaten für den schalltechnischen Gebrauch nach RLS-19 führt für den Verkehrsweg Hauptstraße im Abschnitt der Wohnhäuser Nr. 132 und 153 zu einem längenbezogenen Schalleistungspegel L'_{wA} in dB(A) wie folgt.

Abb. Schall 1a Geräuschemission durch Straßenverkehr, Verkehrsweg
13158 Berlin, Hauptstraße im Abschnitt WH 132 und WH 153

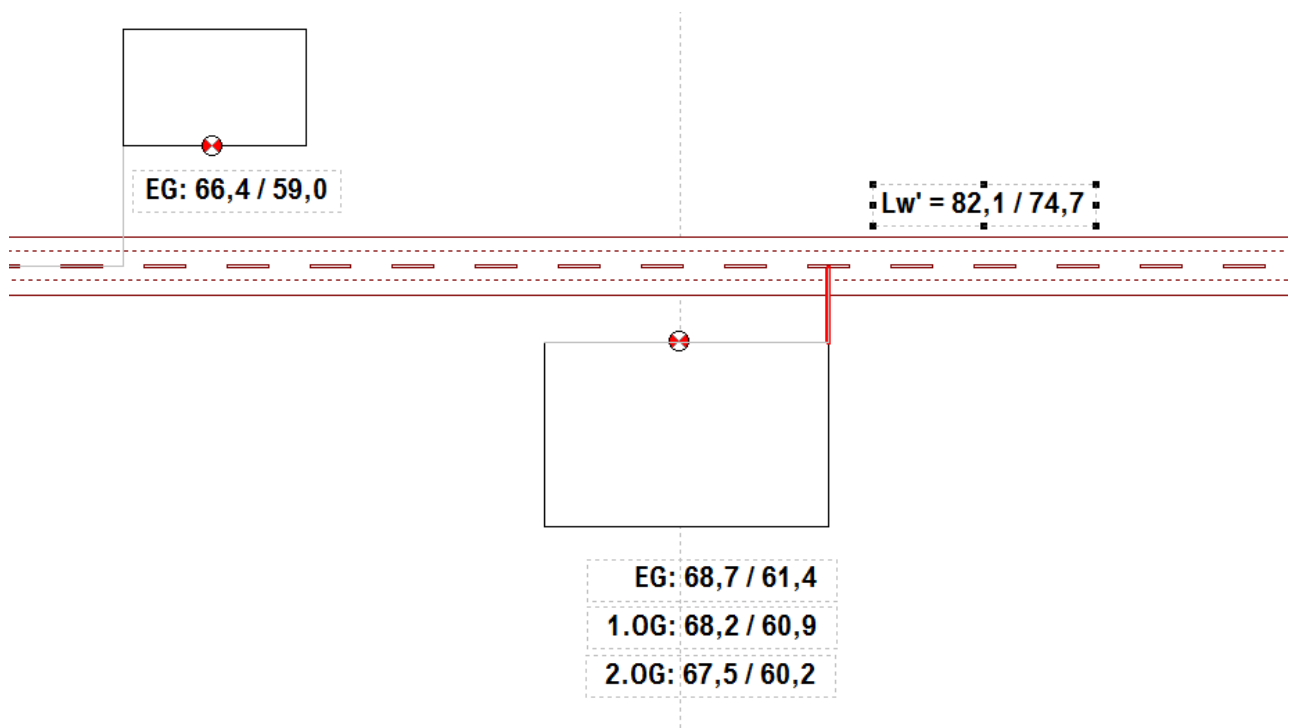


Tagzeit	L'_{wA}	=	82,1	dB(A)
Nachtzeit	L'_{wA}	=	74,7	dB(A)

Anmerkungen:	Zulässige Höchstgeschwindigkeit:	$v_{max} = 30$ km/h
	Fahrbahndecke:	Kopfsteinpflaster (alt)
	p1 in %	Lkw1 (Lkw und Bus) > 3,5 t
	p2 in %	Lkw2 (Lkw mit Anhänger, Lastzüge > 3,5 t)

Mit Anwendung eines vereinfachten Rechenmodells („lange gerade Straße“) ergeben sich die an den beiden Immissionsorten für die Tag- und Nachtzeit berechneten und in unten folgender Abb. Schall 1b dargestellten Immissionswerte für Verkehrslärmimmissionen.

Abb. Schall 1b Geräuschimmissionen durch Straßenverkehr,
Verkehrsweg : 13158 Berlin, Hauptstraße im Abschnitt WH 132 und WH 153
Immissionsorte: Wohnhaus Hauptstraße 132, EG
Wohnhaus Hauptstraße 153, EG, 1.OG und 2.OG
Angaben jeweils für Tag- / Nachtzeit



Anmerkung	L'w	Emissionswerte des Verkehrsweges in dB(A)
	Ergebnisse	Immissionen jeweils in der Tag- und / Nachtzeit

5.2 Erschütterungsimmissionen aus Straßenverkehr

Zeitgleich mit den im Außenbereich durchgeführten Verkehrslärmimmissionsmessungen wurden durch Straßenverkehr verursachte Erschütterungen im Wohnhaus Hauptstraße 153 messtechnisch erfasst.

Die Messungen erfolgten in zwei zur Hauptstraße ausgerichteten Wohnräumen (Wohnzimmer) im 1.OG (Kirchner) und 2.OG (Podewski) sowie am Fundament im Kellergeschoss (KG) und einem über dem Kellergeschoss liegenden zur Straße ausgerichteten Büroraum der Ev. Kirchengemeinde Rosenthal-Wilhelmsruh.

Messpunkte im Büro (EG) und Wohnbereich (1.OG, 2.OG) wurden jeweils in Deckenmitte (2 x vertikal, Holzbalkendecke im OG, Massivdecke im EG) und im 2.OG auch an der zur Hauptstraße ausgerichteten Außenwand (2 x horizontal) angeordnet. Damit wurden am Fundament im Kellergeschoss und im obersten 2.OG jeweils drei signifikante Schwingungsrichtungen in drei Ebenen erfasst. Im Büro- (EG) und Wohnbereich (1.OG) wurden ausschließlich vertikale Deckenschwingungen (gemessen. Gemessen und aufgezeichnet wurden die zeitlichen Verläufe der Schwinggeschwindigkeiten $v_z(t)$ und bew. Schwingstärken KB_F dauerhaft sowie im Ereignisfall.

5.2.1 Messpunkte

Mp1	Fundament	KG	an AW zur Hauptstraße	$v_x / v_y / v_z$
Mp2	Büro Ev KG	EG	links (Raummitte)	v_z / KB_F
Mp3	Wohnzimmer	1.OG	Raummitte	v_z / KB_F
Mp4	Wohnzimmer	2.OG	Eckpunkt an AW zur Hauptstraße	v_x / v_y
Mp5	Wohnzimmer	2.OG	Raummitte	v_z / KB_F

5.2.2 Durchführung

Die Erschütterungsmessungen erfolgten parallel zu den im Zeitraum vom 01. bis zum 03.06.2021 außerhalb des Gebäudes durchgeführten Geräuschimmissionsmessungen.

Gemessen wurde in Zyklen von jeweils $t_i = 30$ min Dauer. Die Ermittlungen erfolgten dauerhaft und ereignisbezogen. Im Ereignisfall wurden an allen Messpunkten zeitgleich die Maximal- und Taktmaximalwerte für die Schwinggeschwindigkeit (v_{max}) und für die bew. Schwingstärke (KB_{Fmax}) hoch aufgelöst erfasst. Weiterhin wurden auch die zeitlichen Verläufe der o.g. Schwingwerte und Terz-Frequenzspektren mit einer Auflösung von 120 ms (Mp1/2) und 125 ms (Mp3 bis 5) aufgezeichnet und protokolliert. Für den Ereignisfall wurde eine Schwelle für die bew. Schwingstärke von $KB_F > 0,3$ festgelegt. Die subjektiv signifikante Wahrnehmung liegt bei $KB \geq 0,4$.

5.2.3 Messtechnik

- Kellergeschoss (KG, Fundament) und Büroraum im EG (links, über KG)
 - Schwingungsaufnehmer: SENSOR Netherland bv

1. Typ:	3D Triaxial Geophon	PE-6B	(Ser.-Nr. 3025)
Empfindlichkeiten	x-axis	$v_x = 27,987$	mV/(mm/s)
	y-axis	$v_y = 27,507$	mV/(mm/s)
	z-axis	$v_z = 28,150$	mV/(mm/s)
Frequenzbereich	0,8 - 100 Hz ($\pm 1,5\%$ bez. $f_0 = 16$ Hz)		

Anmerkung: es wurden sowohl die horizontalen Schwingungsrichtungen x und y als auch die vertikale Schwingungsrichtung verwendet

y- || parallel zum Verkehrsweg (Hauptstraße), Fundament
 x- ⊥ senkrecht zum Verkehrsweg (Hauptstraße), Fundament
 z- ↓ vertikal Fundament

2. Typ:	1D vertikal Geophon	PE-3	(Ser.-Nr. 20)
Empfindlichkeit	z-axis	$v_z = 28,045$	mV/(mm/s)
Frequenzbereich	0,8 - 100 Hz ($\pm 1,5\%$ bez. $f_0 = 16$ Hz)		

Anmerkung: Messpunkt in Raummitte Büro Ev. Kirchengemeinde über KG, z-Richtung (↓ vertikal)

- Aufzeichnung- und Auswertung

Hardware	SOUNDBOOK™	_quadro G	(#6272)	SINUS MT
Software	Mess- und Analyse	SAMURAI	Rev. 2.8.3	SINUS MT

- Die Signalverarbeitungskette wurde vor und nach den Messungen mit dem Schwingungskalibrator VC 20 (Ser.-Nr. 100204, METRA Radebeul e.K.) überprüft.

- 1.OG (Kirchner), Wohnzimmer (groß, hinten links, Deckenmitte)
 - Schwingungsaufnehmer: SINUS MT

1. Typ:	3D Triaxial Seismometer	902219.7	(Ser.-Nr.#0503378)
Empfindlichkeiten	x-axis (←→)	$v_z = 29,116$	mV/(mm/s)
	y-axis (↑↓)	$v_z = 30,444$	mV/(mm/s)
	z-axis (⊗)	$v_z = 29,593$	mV/(mm/s)
Frequenzbereich	0,8 - 315 Hz (± 2 dB bez. $f_0 = 16$ Hz)		

Anmerkung: es wurden drei Schwingungsrichtungen x, y und z erfasst, für die Bewertung wird nur die vertikale z-Richtung verwendet

y- || parallel zum Verkehrsweg, x- ⊥ senkrecht zum Verkehrsweg
 z- ⊗ vertikal in Deckenmitte

- 2.OG (Podewski), Wohnzimmer (groß, hinten links, Außenwand und Deckenmitte)
- Schwingungsaufnehmer: SINUS MT
- | | | | |
|-----------------|----------------------------------|--|---|
| 2. Typ: | 1D horizontal Seismometer | 902103.4 | (Ser.-Nr.#0506083) |
| | 1D horizontal Seismometer | 902103.4 | (Ser.-Nr.#0506415) |
| Empfindlichkeit | x-axis ($\longleftrightarrow$) | $v_x = 30,334$ | mV/(mm/s) |
| | y-axis ($\updownarrow$) | $v_y = 29,064$ | mV/(mm/s) |
| Frequenzbereich | | 0,8 - 315 Hz | (± 2 dB bez. $f_0 = 16$ Hz) |
| Anmerkung: | Messpunkt an Außenwand, | x-Richtung $\perp$ senkrecht zum Verkehrsweg | y-Richtung $\parallel$ parallel zum Verkehrsweg |
-
- | | | | |
|-----------------|------------------------------------|----------------|----------------------------------|
| 2. Typ: | 1D vertikal Seismometer | 902102.6 | (Ser.-Nr.#0505494) |
| Empfindlichkeit | z_1 -axis ($\hat{z}$ DG) | $v_z = 31,011$ | mV/(mm/s) |
| Frequenzbereich | | 0,8 - 315 Hz | (± 2 dB bez. $f_0 = 16$ Hz) |
| Anmerkung: | Messpunkt in Raummitte, z-Richtung | | |
-
- Aufzeichnung- und Auswertung
- | | | | | |
|----------|-------------------|---------------|---------|----------|
| Hardware | SOUNDBOOK™ | __MK2__8L G | (#7098) | SINUS MT |
| Software | Mess- und Analyse | SAMURAI 2.8.3 | | SINUS MT |
-
- Die Signalverarbeitungskette wurde vor und nach den Messungen mit dem Schwingungskalibrator VC 20 (Ser.-Nr. 100204, METRA Radebeul e.K.) überprüft.

5.2.4 Messergebnisse

Die Ergebnisse der durchgeführten Erschütterungsmessungen werden in den nachfolgenden Tabellen wie folgt zusammengefasst.

- Tagzeit
 - Messungen am Di, den 01.06.2021 und am Do, den 03.06.2021
 - Messungen am Mi, den 02.06.2021
- Nachtzeit
 - Messungen vom Di, den 01.06.2021 zum Mi, den 02.06.2021
 - Messungen vom Mi, den 02.06.2021 zum Do, den 03.06.2021

→ Tagzeiten (06 - 22 Uhr)

In der unten folgenden Tabelle 7 werden die am Messpunkt Mp5 mit den höchsten Einwirkungen zur jeweiligen Tagzeit (8 h) aufgezeichneten Messergebnisse zusammengefasst. Die höchsten durch Straßenverkehr verursachten Erschütterungsimmissionen wurden an den Messpunkt Mp4 im 2.OG beobachtet. Der zeitliche Verlauf für das aufgezeichnete Ereignis mit der höchsten Einwirkung ist dazu ergänzend in Abb. 1 anschaulich dargestellt.

Im Ergebnis der im Zeitraum vom 01.06. bis 03.06.2021 zu Tagzeiten (06-22 Uhr) durchgeführten Erschütterungsmessungen ist hinsichtlich der → Einwirkung auf Menschen in Gebäuden (DIN 4150-2) folgendes zusammenfassend festzustellen.

Die an den Messpunkten Mp2 (Büro im EG, Raummitte, vertikal), Mp3 (Wohnzimmer 2.OG Außenwand horizontal) und Mp5 (Wohnzimmer 1.OG Raummitte, vertikal) erfassten Schwingungsrichtungen sind wegen ihrer Geringfügigkeit der im gesamten Messzeitraum festgestellten Ereignisse ohne Relevanz. Es wird deshalb ausschließlich nur auf den Messpunkt mit den höchsten festgestellten Erschütterungseinwirkungen eingegangen. Die höchsten Erschütterungseinwirkungen wurden am Messpunkt Mp4 im Wohnzimmer 2.OG (Deckenmitte, vertikal v_z) festgestellt. Für die Messpunkte Mp2, Mp3 und Mp4 liegen dazu die folgenden Ermittlungsergebnisse vor.

Zeitraum der Erfassung	01.06.2021	15:00 bis 22:00 Uhr,	(420 min)
	02.06.2021	06:00 bis 22:00 Uhr und	(960 min)
	03.06.2021	06:00 bis 14:15 Uhr	(495 min)

Messpunkt Mp2 Büro Ev. KG, EG vorn links
in Deckenmitte (über Keller)

Messzeit (insgesamt) t_{Mz} = 1875 min (31:15 hh:mm)
Schwingungsrichtung v_z (vertikal)

die maximale Schwinggeschwindigkeit im Messzeitraum $v_{\max,z}$ = X,XX mm/s
die maximale bew. Schwingstärke im Messzeitraum $KB_{F\max}$ = Y,YY

Messpunkt Mp3

1.OG Kirchner, Wohnzimmer hinten links
in DeckenmitteMesszeit (insgesamt) $t_{Mz} = 1875 \text{ min (31:15 hh:mm)}$ Schwingungsrichtung v_z (vertikal)die maximale Schwinggeschwindigkeit im Messzeitraum $v_{\max,z} = 2,91 \text{ mm/s}$ die maximale bew. Schwingstärke im Messzeitraum $KB_{F\max} = 1,69$

Messpunkt Mp5

2.OG Podewski, Wohnzimmer hinten links
in DeckenmitteMesszeit (insgesamt) $t_{Mz} = 1875 \text{ min (31:15 hh:mm)}$ Schwingungsrichtung v_z (vertikal)die maximale Schwinggeschwindigkeit im Messzeitraum $v_{\max,z} = 4,63 \text{ mm/s}$ die maximale bew. Schwingstärke im Messzeitraum $KB_{F\max} = 2,49$

Die höchste Einwirkung wurde im 2..OG (Wz Podewski) durch Vorbeifahrt eines LKW (Abfallcontainer) in Richtung Dorfanger am 02.06.2021 um 14:30 Uhr hervorgerufen. Der zeitliche Ereignisverlauf für die bewertete Schwingstärke (KB_F) wird für dieses in der unten folgenden Abb. 1 und für einige weitere maßgebliche Ereignisse beispielhaft in Anlage 2 anschaulich dargestellt.

Tabelle 7.1 Erschütterungen durch Straßenverkehr, WH Hauptstraße 153, 13158 Berlin,
Messpunkt: Mp5, Wohnzimmer Podewski im 2.OG, Deckenmitte
Erfassungszeitraum: Tagzeit (Di, 01.06.21, 15 - 22 Uhr / Do, 03.06.21, 06 - 14 Uhr)

TAGZEIT		01.06.2021 und 03.06.2021							Mp5 (CH7)						
Directory:		J:\SINUS\21-06-01\03 Berlin\SAM_FILE\210601#03					A _u (IW _u),T	A _u ⁺ (IW _u),T	2.OG Wz Deckenmitte v _z						
File	Date / Time	No	Status	Takte (Häufigkeiten)		0,1725		KB _{Fmax}	KB _{F_Tmi}	KB _{F_Ti}	v _{max}	Quelle	Ri		
				Σ	KB _{F_Ti} > 0,1	KB _{F_Ti} > A _u	KB _{F_Ti} > A _u								
				Takte	0,15	+ 15% u	> 0,1							mm/s	
8K_4150_2/3_210601_01DAT	(2021/06/01 15:00:00.00)	1	15 ⁰⁰ -15 ³⁰	37	37	37	36	1,31	0,54	0,54	2,22	SV (Lz)	←		
8K_4150_2/3_210601_02DAT	(2021/06/01 16:00:00.00)	2	15 ³⁰ -16 ⁰⁰	60	60	58	57	1,18	0,47	0,47	2,10	SV (Lz)	→		
8K_4150_2/3_210601_03DAT	(2021/06/01 16:00:00.00)	3	16 ⁰⁰ -16 ³⁰	60	60	57	55	1,44	0,52	0,52	2,45	Lkw	←		
8K_4150_2/3_210601_04DAT	(2021/06/01 16:30:00.00)	4	16 ³⁰ -17 ⁰⁰	60	59	58	56	1,69	0,48	0,48	2,91	SV	←		
8K_4150_2/3_210601_05DAT	(2021/06/01 17:00:00.00)	5	17 ⁰⁰ -17 ³⁰	60	60	56	54	1,07	0,40	0,40	1,81	Lkw	→		
8K_4150_2/3_210601_06DAT	(2021/06/01 17:30:00.00)	6	17 ³⁰ -18 ⁰⁰	60	57	54	52	1,08	0,39	0,38	2,04	SV	→		
8K_4150_2/3_210601_07DAT	(2021/06/01 18:00:00.00)	7	18 ⁰⁰ -18 ³⁰	60	58	56	55	0,86	0,40	0,39	1,46	Bus	←		
8K_4150_2/3_210601_08DAT	(2021/06/01 18:30:00.00)	8	18 ³⁰ -19 ⁰⁰	60	59	57	54	1,29	0,47	0,47	2,32	SV(Lz)	→		
8K_4150_2/3_210601_09DAT	(2021/06/01 19:00:00.00)	9	19 ⁰⁰ -19 ³⁰	60	58	56	52	1,08	0,37	0,36	2,14	Tkw	→		
8K_4150_2/3_210601_10DAT	(2021/06/01 19:30:00.00)	10	19 ³⁰ -20 ⁰⁰	60	55	49	45	0,91	0,35	0,34	1,77	Bus	→		
8K_4150_2/3_210601_11DAT	(2021/06/01 20:00:00.00)	11	20 ⁰⁰ -20 ³⁰	60	48	41	36	0,85	0,29	0,26	1,53	Bus	→		
8K_4150_2/3_210601_12DAT	(2021/06/01 20:30:00.00)	12	20 ³⁰ -21 ⁰⁰	60	50	44	39	0,65	0,28	0,26	1,19	Lkw	→		
8K_4150_2/3_210601_13DAT	(2021/06/01 21:00:00.00)	13	21 ⁰⁰ -21 ³⁰	60	53	36	30	1,01	0,33	0,31	1,90	Bus	←		
8K_4150_2/3_210601_14DAT	(2021/06/01 21:30:00.00)	14	21 ³⁰ -22 ⁰⁰	60	37	26	22	0,87	0,27	0,21	1,64	SV (Lz)	←		
8K_4150_2/3_210603_79DAT	(2021/06/03 06:00:00.00)	79	06 ⁰⁰ -06 ³⁰	60	58	57	53	1,79	0,57	0,56	3,08	SV (Lz)	→		
8K_4150_2/3_210603_80DAT	(2021/06/03 06:30:00.00)		06 ³⁰ -07 ⁰⁰	60	60	59	56	1,39	0,54	0,54	2,69	Lkw	→		
8K_4150_2/3_210603_81DAT	(2021/06/03 07:00:00.00)	81	07 ⁰⁰ -07 ³⁰	60	59	57	56	1,53	0,54	0,54	2,83	SV (Lz)	←		
8K_4150_2/3_210603_82DAT	(2021/06/03 07:30:00.00)		07 ³⁰ -08 ⁰⁰	60	57	52	48	2,49	0,60	0,58	4,17	SV	→		
8K_4150_2/3_210603_83DAT	(2021/06/03 08:00:00.00)	83	08 ⁰⁰ -08 ³⁰	60	60	58	57	1,46	0,55	0,55	2,62	SV	→		
8K_4150_2/3_210603_84DAT	(2021/06/03 08:30:00.00)		08 ³⁰ -09 ⁰⁰	60	58	57	55	1,55	0,60	0,59	2,76	SV	→		
8K_4150_2/3_210603_85DAT	(2021/06/03 09:00:00.00)	85	09 ⁰⁰ -09 ³⁰	60	58	57	56	1,55	0,56	0,55	3,19	SV(Lz)	←		
8K_4150_2/3_210603_86DAT	(2021/06/03 09:30:00.00)		09 ³⁰ -10 ⁰⁰	60	60	55	53	2,09	0,61	0,61	3,49	SV(LzA)	→		
8K_4150_2/3_210603_87DAT	(2021/06/03 10:00:00.00)	87	10 ⁰⁰ -10 ³⁰	60	60	60	58	1,84	0,56	0,56	3,28	Lkw	→		
8K_4150_2/3_210603_88DAT	(2021/06/03 10:30:00.00)	88	10 ³⁰ -11 ⁰⁰	60	58	57	55	1,60	0,61	0,60	2,81	LKW	→		
8K_4150_2/3_210603_89DAT	(2021/06/03 11:00:00.00)	89	11 ⁰⁰ -11 ³⁰	60	58	58	58	1,93	0,67	0,66	3,21	SV(Lz)	→		
8K_4150_2/3_210603_90DAT	(2021/06/03 11:30:00.00)		11 ³⁰ -12 ⁰⁰	60	57	55	55	1,98	0,58	0,57	3,20	Lkw(bau)	←		
8K_4150_2/3_210603_91DAT	(2021/06/03 12:00:00.00)	91	12 ⁰⁰ -12 ³⁰	60	60	57	56	1,55	0,65	0,65	2,67	SV(Lz)	←		
8K_4150_2/3_210603_92DAT	(2021/06/03 12:30:00.00)		12 ³⁰ -13 ⁰⁰	60	59	57	57	1,80	0,73	0,72	2,97	Lkw(bau)	→		
8K_4150_2/3_210603_93DAT	(2021/06/03 13:00:00.00)	93	13 ⁰⁰ -13 ³⁰	60	59	59	58	1,68	0,73	0,72	3,35	Lkw	←		
8K_4150_2/3_210603_94DAT	(2021/06/03 13:30:00.00)		13 ³⁰ -14 ⁰⁰	60	58	58	57	1,69	0,66	0,65	2,82	SV(Lz)	→		
8K_4150_2/3_210603_95DAT	(2021/06/03 14:00:00.00)	95	14 ⁰⁰ -14 ³⁰	30	30	30	30	1,51	0,61	0,43	2,72	Lkw	←		
8K_4150_2/3_210603_96DAT	(2021/06/03 14:30:00.00)		14 ³⁰ -15 ⁰⁰												
8K_4150_2/3_210603_97DAT	(2021/06/03 15:00:00.00)	97	15 ⁰⁰ -15 ³⁰												

Tabelle 7.2 Erschütterungen durch Straßenverkehr, WH Hauptstraße 153, 13158 Berlin,
Messpunkt: Mp5, Wohnzimmer Podewski im 2.OG, Deckenmitte
Erfassungszeitraum: Tagzeit, Mi 02.06.21, 06 - 22 Uhr

TAGZEIT	02.06.2021 (06-22 Uhr)				Mp5 (CH7)									
Directory:	J:\SINUS\21-06-02 Berlin\SAM_FILE\210602				A _u (IW _u), T		A _u ⁺ (IW _u), T		2.OG Wz Deckenmitte v _z					
				Takte (Häufigkeiten)		0,1725							Quelle	Ri
File	Date / Time	No	Status	Σ	KB _{F_{Ti}} > 0,1	KB _{F_{Ti}} > A _u	KB _{F_{Ti}} > A _u ⁺	KB _{F_{max}}	KB _{F_{Tmi}}	KB _{F_{Tri}}	v _{max}			
				Takte		0,15	+ 15% u			> 0,1	mm/s			
8K_4150_2/3_210602_31DAT	(2021/06/02 06:00:00.00)	31	06 ⁰⁰ -06 ³⁰	60	60	56	53	1,35	0,46	0,43	2,38	SV(Lz)	→	
8K_4150_2/3_210602_32DAT	(2021/06/02 06:30:00.00)	32	06 ³⁰ -07 ⁰⁰	60	60	58	54	1,73	0,58	0,55	3,03	SV(Lz)	→	
8K_4150_2/3_210602_33DAT	(2021/06/02 07:00:00.00)	33	07 ⁰⁰ -07 ³⁰	60	59	57	55	1,01	0,42	0,40	1,91	Lkw/Bau	↔	
8K_4150_2/3_210602_34DAT	(2021/06/02 07:30:00.00)	34	07 ³⁰ -08 ⁰⁰	60	59	55	53	1,13	0,43	0,40	2,15	SV(Bau)	←	
8K_4150_2/3_210602_35DAT	(2021/06/02 08:00:00.00)	35	08 ⁰⁰ -08 ³⁰	60	57	55	53	1,91	0,58	0,55	3,39	SV(Lz)	→	
8K_4150_2/3_210602_36DAT	(2021/06/02 08:30:00.00)	36	08 ³⁰ -09 ⁰⁰	60	59	58	58	2,38	0,65	0,64	4,39	SV(Lkw)	→	
8K_4150_2/3_210602_37DAT	(2021/06/02 09:00:00.00)	37	09 ⁰⁰ -09 ³⁰	60	59	56	52	1,72	0,61	0,57	2,95	SV(Lz)	←	
8K_4150_2/3_210602_38DAT	(2021/06/02 09:30:00.00)	38	09 ³⁰ -10 ⁰⁰	60	58	56	55	1,47	0,49	0,47	2,54	Lkw(Bau)	→	
8K_4150_2/3_210602_39DAT	(2021/06/02 10:00:00.00)	39	10 ⁰⁰ -10 ³⁰	60	59	56	54	2,21	0,59	0,56	4,11	Lkw	→	
8K_4150_2/3_210602_40DAT	(2021/06/02 10:30:00.00)	40	10 ³⁰ -11 ⁰⁰	60	58	55	53	1,37	0,50	0,47	2,37	SV(Lz)	→	
8K_4150_2/3_210602_41DAT	(2021/06/02 11:00:00.00)	41	11 ⁰⁰ -11 ³⁰	60	57	54	54	2,36	0,60	0,57	4,13	SV(Lz)	←	
8K_4150_2/3_210602_42DAT	(2021/06/02 11:30:00.00)	42	11 ³⁰ -12 ⁰⁰	60	55	52	47	2,10	0,58	0,51	3,79	Lkw	←	
8K_4150_2/3_210602_43DAT	(2021/06/02 12:00:00.00)	43	12 ⁰⁰ -12 ³⁰	60	60	59	57	1,56	0,55	0,54	2,74	Lkw	→	
8K_4150_2/3_210602_44DAT	(2021/06/02 12:30:00.00)	44	12 ³⁰ -13 ⁰⁰	60	57	53	53	1,73	0,59	0,55	2,97	SV(LzA)	←	
8K_4150_2/3_210603_45DAT	(2021/06/02 13:00:00.00)	45	13 ⁰⁰ -13 ³⁰	60	58	55	54	1,15	0,49	0,46	2,04	SV(Lz)	↔	
8K_4150_2/3_210603_46DAT	(2021/06/02 13:30:00.00)	46	13 ³⁰ -14 ⁰⁰	60	59	57	53	1,54	0,62	0,58	2,70	Lkw(Bau)	→	
8K_4150_2/3_210603_47DAT	(2021/06/02 14:00:00.00)	47	14 ⁰⁰ -14 ³⁰	60	60	58	58	2,19	0,54	0,53	3,82	Lkw(Bau)	←	
8K_4150_2/3_210603_48DAT	(2021/06/02 14:30:00.00)		14 ³⁰ -15 ⁰⁰	60	59	56	55	2,49	0,59	0,56	4,63	Lkw(Abf)	→	
8K_4150_2/3_210603_49DAT	(2021/06/02 15:00:00.00)	49	15 ⁰⁰ -15 ³⁰	60	58	57	57	2,36	0,58	0,57	3,87	SV(Lz)	←	
8K_4150_2/3_210603_50DAT	(2021/06/02 15:30:00.00)		15 ³⁰ -16 ⁰⁰	60	58	58	58	1,45	0,51	0,50	2,40	Lkw	→	
8K_4150_2/3_210603_51DAT	(2021/06/02 16:00:00.00)	51	16 ⁰⁰ -16 ³⁰	60	60	58	57	1,59	0,56	0,55	2,81	SV(Lz)	←	
8K_4150_2/3_210603_52DAT	(2021/06/02 16:30:00.00)		16 ³⁰ -17 ⁰⁰	60	60	59	57	1,51	0,48	0,47	2,47	SV(Lz)	→	
8K_4150_2/3_210603_53DAT	(2021/06/02 17:00:00.00)	53	17 ⁰⁰ -17 ³⁰	60	60	59	58	1,24	0,47	0,46	2,13	Lkw	→	
8K_4150_2/3_210603_54DAT	(2021/06/02 17:30:00.00)	54	17 ³⁰ -18 ⁰⁰	60	58	56	54	1,70	0,45	0,43	2,76	SV(Lz)	←	
8K_4150_2/3_210603_55DAT	(2021/06/02 18:00:00.00)	55	18 ⁰⁰ -18 ³⁰	60	57	53	50	0,88	0,40	0,37	1,53	Bus	←	
8K_4150_2/3_210603_56DAT	(2021/06/02 18:30:00.00)		18 ³⁰ -19 ⁰⁰	60	59	52	49	0,90	0,38	0,34	1,61	Bus	→	
8K_4150_2/3_210603_57DAT	(2021/06/02 19:00:00.00)	57	19 ⁰⁰ -19 ³⁰	60	56	54	51	0,97	0,36	0,33	1,78	Lkw	←	
8K_4150_2/3_210603_58DAT	(2021/06/02 19:30:00.00)		19 ³⁰ -20 ⁰⁰	60	57	51	48	1,12	0,39	0,35	2,00	Bus	←	
8K_4150_2/3_210603_59DAT	(2021/06/02 20:00:00.00)	59	20 ⁰⁰ -20 ³⁰	60	51	44	37	1,59	0,37	0,29	2,85	Lkw	→	
8K_4150_2/3_210603_60DAT	(2021/06/02 20:30:00.00)		20 ³⁰ -21 ⁰⁰	60	47	39	36	1,09	0,37	0,29	1,98	SV(Lz)	←	
8K_4150_2/3_210603_61DAT	(2021/06/02 21:00:00.00)	61	21 ⁰⁰ -21 ³⁰	60	47	36	29	0,96	0,27	0,19	1,66	SV(Lz)	→	
8K_4150_2/3_210603_62DAT	(2021/06/02 21:30:00.00)	62	21 ³⁰ -22 ⁰⁰	60	42	27	27	1,08	0,30	0,20	1,85	Bus	→	
								Max	KB _{F_{Tmi}}	KB _{F_{Tri}}	Max			
		M _T	1920	1920	1823	1709	1639	2,49	0,50	0,49	4,63	SV		
		T (min)	960	100%	95%	89%	85%							
								A _o (IW _o), T	3,00					
								KB _{F_{max}}	2,49	v _{max}	4,63 [mm/s]			
								A _u (IW _u), T	0,15					
								A _r (IW _r), T	0,07					

Legende:

KB_{F_{max}}KB_{F_{Tmi}}KB_{F_{Tri}}v_{max}A_uA_u⁺M_T

SV

Ri

Maximalwert der bewerteten Schwingstärke im Messzyklus (30 min)

Taktmaximal-Effektivwert für den i-ten Messzyklus (i = 1-14 und 31-49)

Beurteilungs-Schwingstärke für den i-ten Messzyklus (i = 1-14 und 31-49)

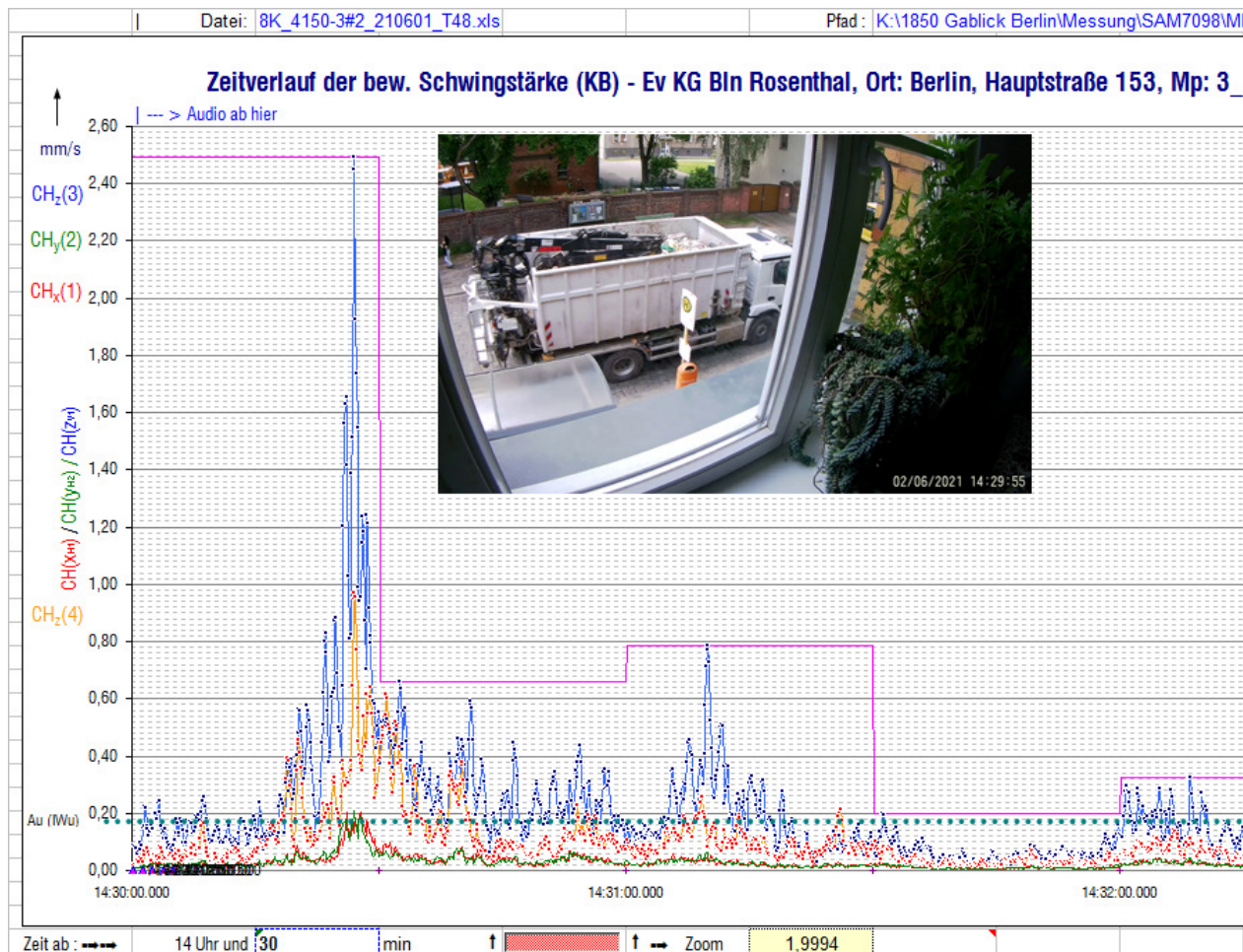
Maximalwert der Schwinggeschwindigkeit im Messzyklus (30 min)

Unterer Anhaltswert für die bewertete Schwingstärke KB_{F_{max}}Unterer Anhaltswert die bewertete Schwingstärke KB_{F_{max}} plus 15% UnsicherheitAnzahl der 30-sec Takte für die bewertete Schwingstärke KB_{F_{max}}

Schwerverkehr

Richtung ← Stadteinwärts, → Stadtauswärts

Abb. 1.1 Erschütterungen durch Straßenverkehr, WH Hauptstraße 153, 13158 Berlin,
Messpunkt: Mp5, Wohnzimmer Podewski im 2.OG, Deckenmitte
Erfassungszeitraum: Tagzeit Mi 02.06.2021, 14:30 Uhr - 15:00 Uhr



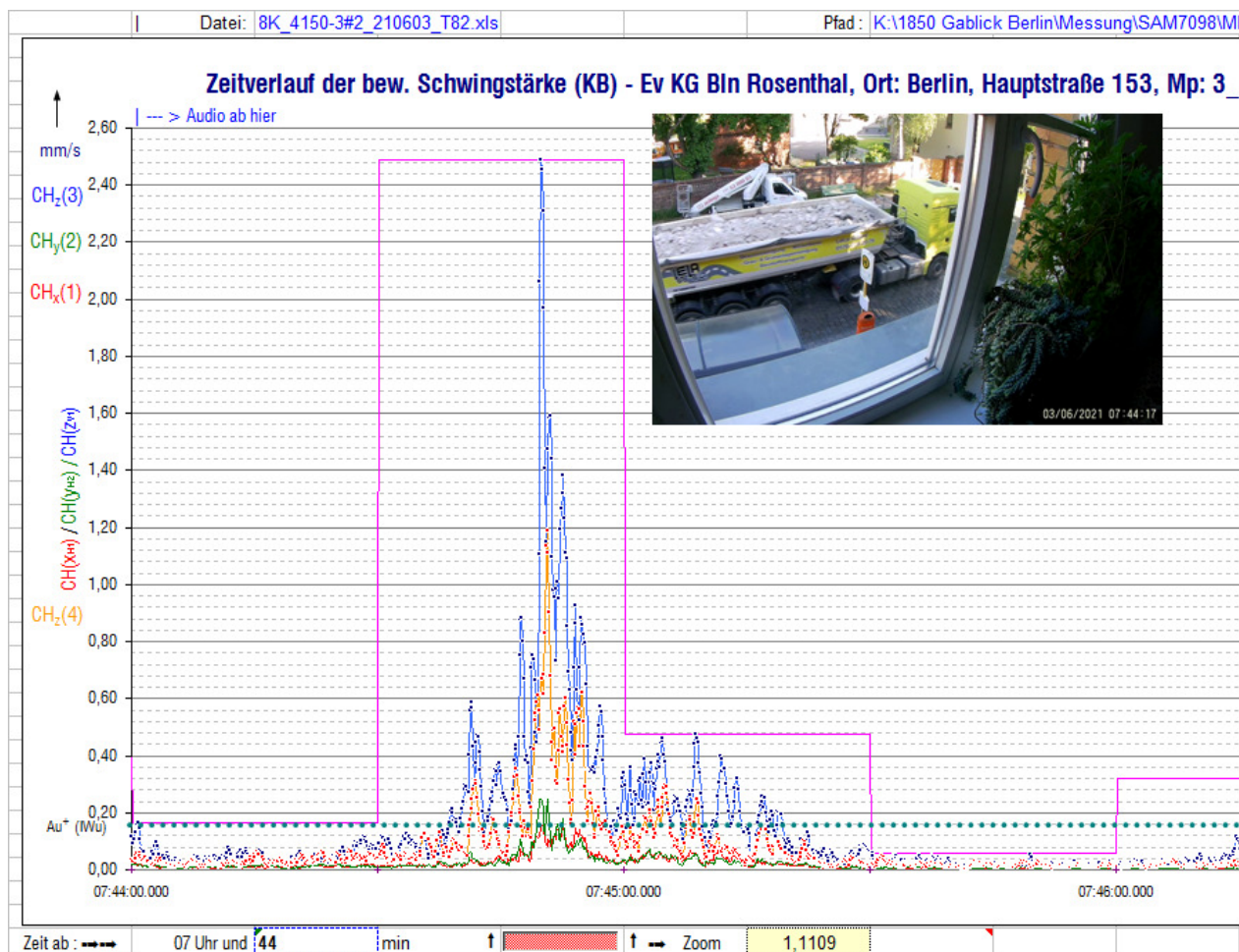
Legende:

rote Linie
grüne Linie
blaue Linie
gelbe Linie
violette Linie

bewertete Schwingstärke am Mp4 (2.OG Außenwand, horizontal x - Richtung)
bewertete Schwingstärke am Mp4 (2.OG Außenwand, horizontal y - Richtung)
bewertete Schwingstärke am Mp5 (2.OG Deckenmitte vertikal z - Richtung)
bewertete Schwingstärke am Mp3 (1.OG Deckenmitte vertikal z - Richtung)
Takt-Maximalwerte KB_{FTI} der bewertete Schwingstärke (Mp5)

Abb. 1.2

Erschütterungen durch Straßenverkehr, WH Hauptstraße 153, 13158 Berlin,
Messpunkt: Mp5, Wohnzimmer Podewski im 2.OG, Deckenmitte
Erfassungszeitraum: Tagzeit Do 03.06.2021, 07:30 Uhr - 08:00 Uhr



Legende:

rote Linie bewertete Schwingstärke am Mp4 (2.OG Wz Außenwand, horizontal x - Richtung)
grüne Linie bewertete Schwingstärke am Mp4 (2.OG Wz Außenwand, horizontal y - Richtung)
blaue Linie bewertete Schwingstärke am Mp5 (2.OG Wz Deckenmitte vertikal z - Richtung)
gelbe Linie bewertete Schwingstärke am Mp3 (1.OG Wz Deckenmitte vertikal z - Richtung)
violette Linie Takt-Maximalwerte KB_{FTI} der bewerteten (maximalen) Schwingstärke (Mp5)

Im 2.OG (Wz Podewski, Deckenmitte) durch weitere Lkw und Schwerlastverkehr im Tagzeitraum verursachte Einwirkungen liegen als Mittelwerte bei

- | | |
|--|----------------------------------|
| - Mittlere Schwinggeschwindigkeit im Messzeitraum | $v_{\max,z} = 2,74 \text{ mm/s}$ |
| - Mittlere bew. Schwingstärke im Messzeitraum | $KB_{F\max} = 1,56 \text{ mm/s}$ |
| - unterer Anhaltswert / Immissionswert zur Tagzeit | $A_{uT} = 0,15 \leq KB_{F\max}$ |
| - oberer Anhaltswert / Immissionswert zur Tagzeit | $A_{oT} = 3,0 > KB_{F\max}$ |

- Im 2.Obergeschoss (Wz Podewski) des Wohnhauses Hauptstraße 153 wurden im Tagzeitraum (02.06.2021, 16 h) insgesamt 1709 aus Straßenverkehr (Transporter, LKW, LZ, SV) hervorgehende Erschütterungsereignisse mit Überschreitung des unteren Anhaltswertes für die bew. Schwingstärke ($A_{u,T} \geq 0,15$ bei Lage in einem WA, §4 BauNVO) festgestellt. Mit Einbeziehung einer Unsicherheit von 15% ergeben sich immer noch 1639 Ereignisse. Das sind ca. 94% bzw. 90% des insgesamt im Messzeitraum als erschütterungsrelevant ($KB_{FTi} > 0,1$) festgestellten Verkehrsaufkommens. Erschütterungsrelevantes Verkehrsaufkommen nimmt ca. 95% ($M_T = 1823$ Takte) der am Tage zugrunde zu legenden Beurteilungszeit (16 h, 960 min, $M_{Tr} = 1920$ Takte) in Anspruch.

- In den unteren Geschosebenen (1.OG - Wz Kirchner, EG - Büro Ev KG) sind die Einwirkungen geringer. Überschreitungen des unteren Anhaltswertes für die bew. Schwingstärke ($A_{u,T} \geq 0,15$ bei Lage in einem WA, §4 BauNVO) liegen aber auch bis zur Ebene im EG vor.

- Überschreitungen des oberen Anhaltswertes für die bew. Schwingstärke ($A_o \geq 3,0$) wurden im Messzeitraum zur Tagzeit nicht festgestellt und sind auch nicht zu erwarten.

- Damit wird die Ermittlung einer $\rightarrow$ Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTi} für die insgesamt tagsüber aus Straßenverkehr einwirkenden Erschütterungsimmission erforderlich. Für die Beurteilung ist dann ein Beurteilungs-Anhaltswert heranzuziehen. Für die Lage des Wohnhauses in einem Gebiet mit baulicher Nutzung als „Allgemeines Wohngebiet“ (WA, §4 BauNVO) beträgt dieser Anhaltswert nach [9] $A_{r,T} = 0,07$. Auf die Beurteilung der Ergebnisse wird im unten folgenden Punkt 5.2.5 noch ausführlich eingegangen.

- Die an den Messpunkten festgestellten maximalen Schwinggeschwindigkeiten $v_{\max}$ werden ausschließlich für eine Beurteilung der Einwirkungen auf Gebäude hinsichtlich ggf. zu erwartender Schäden (DIN 4150-3) herangezogen. Auf eine Bewertung der am Fundament und den jeweiligen Geschosebenen für die Schwingsschnelle gemessenen Werte wird hier nicht näher eingegangen. Anhand der jeweils festgestellten Messwerte sind Schäden an der Bausubstanz durch Erschütterungseinwirkungen aus Straßenverkehr am Standort des Wohnhauses Hauptstraße 153 eher ableitbar und auch nicht zu erwarten.

- Die festgestellten Maximalwerte der bewerteten Schwingstärken $KB_{F\max}$ werden ausschließlich für die Beurteilung der Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden (DIN 4150-2) herangezogen.

Tabelle 8.2 Erschütterungen durch Straßenverkehr, WH Hauptstraße 153, 13158 Berlin,
Messpunkt: Mp5, Wohnzimmer Podewski im 2.OG, Deckenmitte
Erfassungszeitraum: Nachtzeit, Mi, den 02.06.21, 22 Uhr bis Do, den 03.06.2021, 06 Uhr

NACHTZEIT (02.06/03.06.21)										Mp5 (CH7)									
Directory:	J:\SINUS\21-06-02\03 Berlin\SAM_FILE\210602#03					A _u (IW _u),N		A _u ⁺ (IW _u),N		A _o (IW _o),N		A _o ⁺ (IW _o),N		2.OG Wz Deckenmitte v _z					
File	Date / Time	No	Status	Σ	Takte	KB _{F_{Ti}} > 0,1	KB _{F_{Ti}} > A _u	KB _{F_{Ti}} > A _u ⁺	KB _{F_{Ti}} > A _o	KB _{F_{Ti}} > A _o ⁺	KB _{F_{max}}	KB _{F_{Tmi}}	KB _{F_{Tri}}	v _{max}	Quelle	Ri			
						0,1	+ 15% u		0,20	+ 15% u				mm/s					
8K_4150_2\3_210602_63DAT	(2021/06/02 22:00:00.00)	63	22 ⁰⁰ -22 ³⁰	60	40	40	37	19	17	0,89	0,26	0,20	1,47	Bus	←				
8K_4150_2\3_210602_64DAT	(2021/06/02 22:30:00.00)	64	22 ³⁰ -23 ⁰⁰	60	33	33	29	13	9	1,10	0,25	0,17	1,99	Bus	←				
8K_4150_2\3_210602_65DAT	(2021/06/02 23:00:00.00)	65	23 ⁰⁰ -23 ³⁰	60	24	24	23	14	10	1,01	0,25	0,15	1,88	Bus	→				
8K_4150_2\3_210602_66DAT	(2021/06/02 23:30:00.00)	66	23 ³⁰ -24 ⁰⁰	60	13	13	13	7	5	0,99	0,22	0,10	1,66	Bus	←				
8K_4150_2\3_210603_67DAT	(2021/06/03 00:00:00.00)	67	00 ⁰⁰ -00 ³⁰	60	17	17	16	7	6	1,09	0,27	0,14	2,09	Bus	→				
8K_4150_2\3_210603_68DAT	(2021/06/03 00:30:00.00)	68	00 ³⁰ -01 ⁰⁰	60	15	15	14	8	8	0,73	0,19	0,09	1,32	Bus	←				
8K_4150_2\3_210603_69DAT	(2021/06/03 01:00:00.00)	69	01 ⁰⁰ -01 ³⁰	60	6	6	6	2	2	0,32	0,07	0,02	0,61	Pkw	→				
8K_4150_2\3_210603_70DAT	(2021/06/03 01:30:00.00)	70	01 ³⁰ -02 ⁰⁰	60	4	4	3	1	1	0,32	0,05	0,01	0,51	Lkw1	→				
8K_4150_2\3_210603_71DAT	(2021/06/03 02:00:00.00)	71	02 ⁰⁰ -02 ³⁰	60	1	1	1	1	0	0,20	0,03	0,00	0,35	Pkw	←				
8K_4150_2\3_210603_72DAT	(2021/06/03 02:30:00.00)	72	02 ³⁰ -03 ⁰⁰	60	4	4	3	0	0	0,18	0,04	0,01	0,34	Pkw	←				
8K_4150_2\3_210603_73DAT	(2021/06/03 03:00:00.00)	72	03 ⁰⁰ -03 ³⁰	60	11	11	11	6	4	0,64	0,12	0,05	1,11	Pkw	→				
8K_4150_2\3_210603_74DAT	(2021/06/03 03:30:00.00)	74	03 ³⁰ -04 ⁰⁰	60	12	12	9	7	6	0,47	0,11	0,04	0,91	Pkw	←				
8K_4150_2\3_210603_75DAT	(2021/06/03 04:00:00.00)	75	04 ⁰⁰ -04 ³⁰	60	16	16	15	6	3	0,29	0,1	0,05	0,55	Pkw	←				
8K_4150_2\3_210603_76DAT	(2021/06/03 04:30:00.00)	76	04 ³⁰ -05 ⁰⁰	60	32	32	30	20	17	1,26	0,33	0,23	2,19	SV(Lz)	←				
8K_4150_2\3_210603_77DAT	(2021/06/03 05:00:00.00)	77	05 ⁰⁰ -05 ³⁰	60	47	47	44	32	27	1,38	0,42	0,36	2,64	Bus	→				
8K_4150_2\3_210603_78DAT	(2021/06/03 05:30:00.00)	78	05 ³⁰ -06 ⁰⁰	60	54	54	54	43	38	1,22	0,49	0,46	2,30	SV	←				
		M _N	960	960	329	329	308	186	153	1,38	0,24	0,14	2,64						
		T (min)	480	100%	34%	34%	94%	57%	47%										
										A _o (IW _o),N	0,20								
										KB _{F_{max}}	1,38	v _{max}	2,64	[mm/s]					
										A _u (IW _u),N	0,10								
										A _r (IW _r),N	0,05								

Legende:	KB _{F_{max}}	Maximalwert der bewerteten Schwingstärke im Messzyklus (30 min)
	KB _{F_{Tmi}}	Taktmaximal-Effektivwert für den i-ten Messzyklus (i = 1-14 und 31-49)
	KB _{F_{Tri}}	Beurteilungs-Schwingstärke für den i-ten Messzyklus (i = 1-14 und 31-49)
	v _{max}	Maximalwert der Schwinggeschwindigkeit im Messzyklus (30 min)
	A _u	Unterer Anhaltswert für die bewertete Schwingstärke KB _{F_{max}}
	A _u ⁺	Unterer Anhaltswert die bewertete Schwingstärke KB _{F_{max}} plus 15% Unsicherheit
	M _T	Anzahl der 30-sec Takte für die bewertete Schwingstärke KB _{F_{max}}
	SV	Schwerverkehr
	Ri	Richtung ← Stadteinwärts, → Stadtauswärts

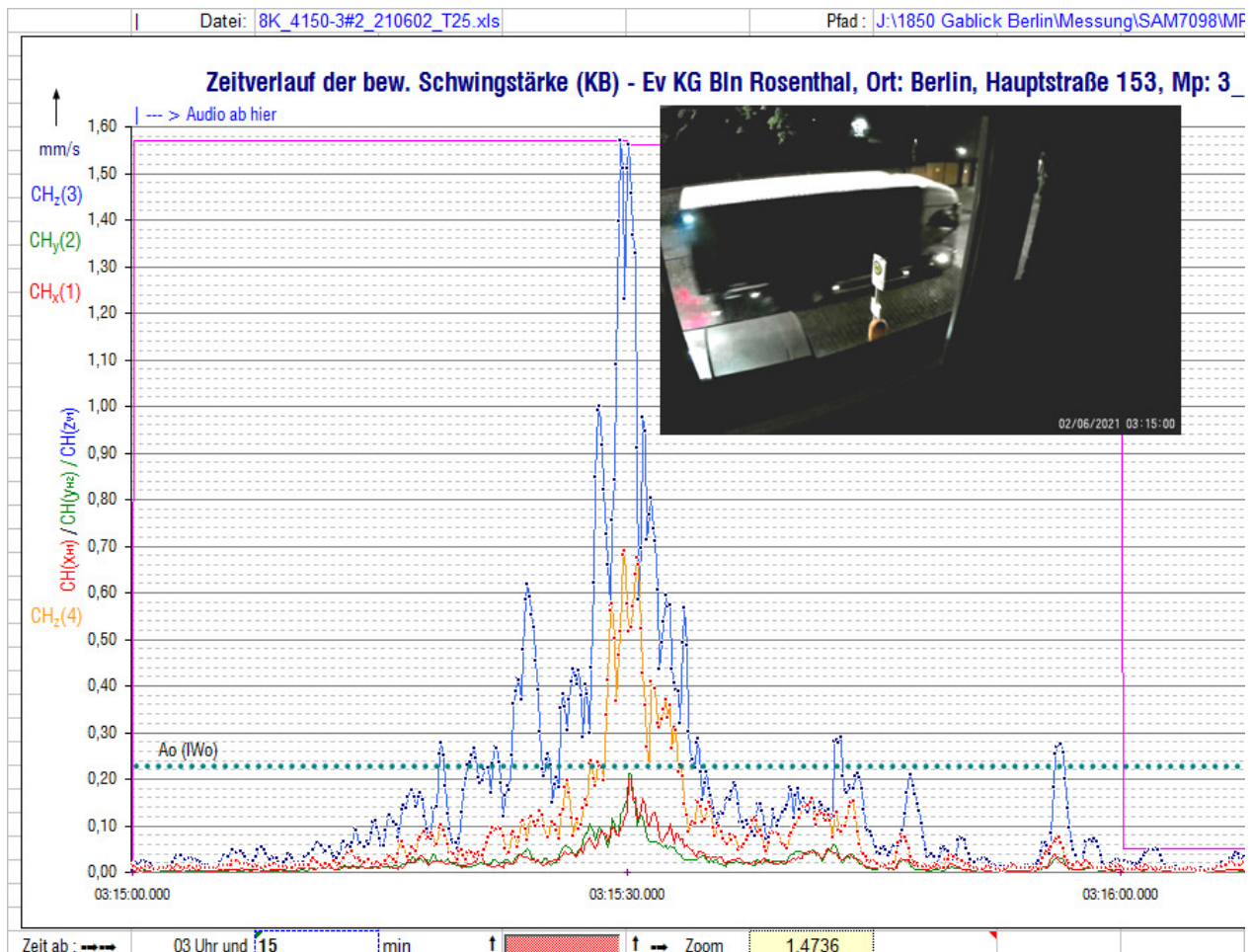
Im Ergebnis der Messungen am Ort mit den höchsten Einwirkungen in der Nachtzeit vom 01./02.6.2021 und 02./03..06.2021 ist folgendes zusammenfassend festzustellen.

Zeitraum der Erfassung	01.06.2021 22:00 bis 24:00 Uhr und 02.06.2021 00:00 bis 06:00 Uhr (dauerhaft)
sowie	02.06.2021 22:00 bis 24:00 Uhr und 03.06.2021 00:00 bis 06:00 Uhr (dauerhaft)
Messpunkt	Mp5 (2.OG Wz Podewski, Deckenmitte)
Schwingungsrichtung	v _z (vertikal)
Messzeit	t _{Mz} = 2 x 480 min

Maximale Schwinggeschwindigkeit im Messzeitraum	v _{max,z} = 2,66 mm/s
Maximale bew. Schwingstärke im Messzeitraum	KB _{F_{max}} = 1,57

Die höchste Einwirkung wurde durch eine LkW-Fahrt am 02.06.2021 um 03:15 Uhr hervorgerufen. Der zeitliche Ereignisverlauf für die bewertete Schwingstärke (KB_F) wird in der Abb. 2 unten anschaulich dargestellt.

Abb. 2 Erschütterungen durch Straßenverkehr, WH Hauptstraße 153, 13158 Berlin,
Messpunkt: Mp5, Wohnzimmer Podewski im 2.OG, Deckenmitte
Erfassungszeitraum: Nachtzeit Mi 02.06.2021, 03:00 Uhr - 03:30 Uhr



Legende:	rote Linie	bewertete Schwingstärke am Mp4 (2.OG Außenwand, horizontal x - Richtung)
	grüne Linie	bewertete Schwingstärke am Mp4 (2.OG Außenwand, horizontal y - Richtung)
	blaue Linie	bewertete Schwingstärke am Mp5 (2.OG Deckenmitte vertikal z - Richtung)
	gelbe Linie	bewertete Schwingstärke am Mp3 (1.OG Deckenmitte vertikal z - Richtung)
	violette Linie	Takt-Maximalwerte KB_{FTi} der bewertete Schwingstärke (Mp5)

Weitere im Nachtzeitraum hauptsächlich durch Bus- (BVG) und Lkw-Verkehr hervorgerufene Einwirkungen liegen als Mittelwerte bei

- Mittlere Schwinggeschwindigkeit im Messzeitraum $v_{max,z} = 1,55 / 1,37 \text{ mm/s}$
- Mittlere bew. Schwingstärke im Messzeitraum $KB_{Fmax,m} = 0,86 / 0,76$
- unterer Anhaltswert / Immissionswert $A_{uN} = 0,10 \leq KB_{Fmax}$
- oberer Anhaltswert / Immissionswert $A_{oN} = 0,20 > KB_{Fmax}$

In der Nachtzeit wurde bis auf einen Messzyklus (01:30 bis 02:00 Uhr am 02.06.2021 und 02:30 bis 03:00 Uhr am 03.06.2021) in jedem Messzyklus (30 min) mindestens ein ähnliches wie in Abb. 2 dargestellt aus Straßenverkehr (hauptsächlich Bus- und Lkw Verkehr) hervorgehendes Erschütterungsereignis mit Überschreitung des oberen Anhaltswertes A_o für die bew. Schwingstärke aufgezeichnet. Damit kann davon ausgegangen werden, dass es sich hierbei nicht um ein als „selten vorkommend“ zu bezeichnendes Ereignis handelt.

In der Nachtzeit vom 01.06.21 zum 02.06.21 (22 - 06 Uhr) wurden insgesamt 342 aus Straßenverkehr (Transporter, BUS, LKW, Lz, SV) hervorgehende erschütterungsrelevante Ereignisse mit Überschreitung des unteren Anhaltswertes ($A_u = 0,1$ für die Lage in einem WA, §4 BauNVO) festgestellt. Davon wurde bei 206 Ereignissen auch der obere Anhaltswert $A_o \geq 0,2$ (WA, § 4 BauNVO) für die bew. Schwingstärke überschritten. Der Anteil Einwirkungen mit Überschreitung des A_o liegt damit bei $\approx 60\%$ des im gesamten Messzeitraums ($M_{Nr} = 480 \text{ min} = 960 \text{ Takte}$) stattgefundenen erschütterungsrelevanten Straßenverkehrs ($M_{Ni} = 342 \text{ Takte} = 171 \text{ min} = 2 \text{ h } 51 \text{ min}$). Mit Einbeziehung einer Unsicherheit von 15% verbleiben noch $\approx 52\%$ Überschreitungshäufigkeit des oberen Anhaltswertes von $A^+_{o} \geq 0,23$.

In der Nachtzeit vom 01.06.21 zum 03.06.21 (22 - 06 Uhr) wurden insgesamt 329 aus Straßenverkehr (Transporter, BUS, LKW, Lz, SV) hervorgehende erschütterungsrelevante Ereignisse mit Überschreitung des unteren Anhaltswertes ($A_u = 0,1$ für die Lage in einem WA, §4 BauNVO) festgestellt. Davon wurde bei 186 Ereignissen auch der obere Anhaltswert $A_o \geq 0,2$ (WA, § 4 BauNVO) für die bew. Schwingstärke überschritten. Der Anteil Einwirkungen mit Überschreitung des A_o liegt damit bei $\approx 57\%$ des im gesamten Messzeitraums ($M_{Nr} = 480 \text{ min} = 960 \text{ Takte}$) stattgefundenen erschütterungsrelevanten Straßenverkehrs ($M_{Ni} = 329 \text{ Takte} \approx 165 \text{ min} = 2 \text{ h } 45 \text{ min}$). Mit Einbeziehung einer Unsicherheit von 15% verbleiben noch $\approx 47\%$ Überschreitungshäufigkeit des oberen Anhaltswertes von $A^+_{o} \geq 0,23$.

Wird der obere Anhaltswert A_o für die bew. Schwingstärke überschritten, dann sind die Anforderungen der DIN 4150-2 [9] an den Erschütterungsschutz nicht erfüllt. Die Ermittlung einer Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} wäre in diesem Fall nicht mehr erforderlich. Maßgeblich ist hier nur die nicht selten vorliegende bis 4-fache Überschreitung des in der Nachtzeit festgelegten zulässigen maximalen Anhaltswertes für die bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} .

5.2.5 Beurteilung

Die Beurteilung der Ergebnisse erfolgt hinsichtlich

- a) der Einwirkung auf das Gebäude (als bauliche Anlage - DIN 4150-03) sowie
- b) der Einwirkung auf Menschen in Gebäuden (DIN 4150 - 02) bzw. Erschütterungs-Leitlinie Land Brandenburg (Tabellen 1 und 2).

- Einwirkung auf bauliche Anlagen

Dazu wird zunächst davon ausgegangen, dass Straßenverkehr als dauerhafte Einwirkung angesehen wird. Für die Beurteilung herangezogen werden dazu die Tab. 3 in DIN 4150-3 enthaltenen Anhaltswerte für maximal zulässige Schwinggeschwindigkeiten $v_{\max}$ enthaltenen Immissionswerte.

Für „Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder Nutzung gleichartige Bauten“ beträgt danach der Anhaltswert / zul. Immissionswert für die Schwinggeschwindigkeit auf der obersten Deckenebene in horizontaler Schwingungsrichtung

- für dauerhaft vorliegende Immissionen $v_{\max,xy} = 5 \text{ mm/s}$ und
- für kurzzeitig vorliegende Immissionen $v_{\max,xy} = 15 \text{ mm/s}$

Die in horizontaler Schwingungsrichtung im Wohnraum im 2.OG (oberste Deckenebene) in den Messzeiträumen ereignisbezogen erfassten Erschütterungseinwirkungen lagen alle weit unter den o.g. Anhaltswerten. Für eine bauwerksbezogene Beurteilung sind horizontale Erschütterungseinwirkungen aus Straßenverkehr deshalb nicht relevant.

Vertikale (z-Richtung) Schwinggeschwindigkeiten in Deckenmitte auf der obersten Deckenebene dürfen

- für dauerhaft vorliegende Immissionen bis $v_{\max,z} = 10 \text{ mm/s}$ und
- für kurzzeitig vorliegende Immissionen bis $v_{\max,z} = 20 \text{ mm/s}$ betragen.

Selbst wenn die statisch bemessenen zulässigen Spannungen der Decke damit voll in Anspruch genommen würden, führen Schwinggeschwindigkeiten bis $v_{\max,z} = 10 \text{ mm/s}$ erfahrungsgemäß nicht zu Schäden an/in Gebäuden.

Die im Messzeitraum vom 01. bis 03.06.2021 (Tag- und Nachtzeit) durch Messungen im Wohnraum des 2.OG (oberste Deckenebene) in Deckenmitte (vertikal) festgestellten maximalen Schwinggeschwindigkeiten lagen (kurzzeitig) bei $v_{\max,z} = 4,63 \text{ mm/s}$ (02.06.2021, 14:30 Uhr siehe Abb. 1) und bei $v_{\max,z} = 4,17 \text{ mm/s}$ (03.06.2021, 07:45 Uhr, siehe Abb. 2).

Mittlere dauerhafte Einwirkungen aus Straßenverkehr liegen tagsüber in Höhe von $v_{\max,m} \approx 1,5 \text{ mm/s}$ und im Nachtzeitraum in Höhe von $v_{\max,m} \approx 1,0 \text{ mm/s}$ vor.

Auf die am Fundament im Kellergeschoss ermittelten Ergebnisse wird auf Grund der auf der obersten Deckenebene ermittelten nur als geringfügig einzustufenden Einwirkungen nicht mehr näher eingegangen.

- Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Die Beurteilung erfolgt in zwei Stufen. Zugrunde gelegt werden dazu Anhaltswerte ($A_{u/o}$) und ggf. auch Beurteilungs-Anhaltswerte (A_r) für die bew. Schwingstärke (KB_{Fmax} / KB_{FTm}) gemäß Tab. 1, Zeile 4 (WA), Tag- und Nachtzeit, in DIN 4150-2.

→ Tagzeit

→ Messpunkt Mp5 (2.OG, Wz Podewski, vertikal in Deckenmitte)

Die Ergebnisse zeigen, dass im WH Hauptstraße 153 in der → obersten Deckenebene (Mp5) eine Überschreitung des unteren Anhaltswertes $A_u = 0,15$ für die bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} durch Straßenverkehr verursacht wird ($KB_{Fmax}^A = 1,47$, $KB_{Fmax,m} = 0,75$). Der obere Anhaltswert ($A_o = 3,0$) wird nicht überschritten.

Damit wird die Ermittlung einer → Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} für die insgesamt tagsüber aus Straßenverkehr zu erwartende Erschütterungsimmission erforderlich. Für die Beurteilung wird die Lage des Wohnhauses in einem Gebiet mit baulicher Nutzung als „Allgemeines Wohngebiet“ (WA nach §4 BauNVO) zugrunde gelegt. Für die Beurteilung ist damit ein Beurteilungs-Anhaltswert von $A_{r,T} = 0,07$ heranzuziehen.

Für die Bestimmung der Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} für Erschütterungen aus Straßenverkehr wird zunächst der für die vor allem durch LKW und Bus sowie sonstigem Schwerlastverkehr hervorgerufenen Einwirkungen bezogene Taktmaximal-Effektivwert KB_{FTm} bestimmt. Erschütterungswirksam ist deshalb hauptsächlich der im gesamten Straßenverkehrsaufkommen enthaltene Anteil Schwerlastverkehr. PKW-Verkehr hingegen ist diesbezüglich weniger oder auch gar nicht relevant. Betrachtet wird zunächst auch nur der Immissionsort (Messpunkt) mit den höchsten registrierten Erschütterungseinwirkungen. Das ist hier der Messpunkt Mp5 im 2.OG, Wohnzimmer Podewski, vertikal in Deckenmitte.

→ Messungen am 01.06.2021, 15 - 22 Uhr und am 03.06.2021, 06 - 14:30 Uhr

- | | | |
|---|----------|--------------|
| - Zeitraum der Erfassung | T_r | ≈ 904 min |
| - Anzahl der Ereignisse (Takt-Maximalwerte $KB_{FTi} > 0,1$) | M_j | = 1720 |
| - | T_e | ≈ 860 min |
| - Anzahl Überschreitungen - unterer Anhaltswert (A_u) | $H_{ÜB}$ | = 1628 (90%) |
| - Anzahl Takte $T_i = 30$ sec im Beurteilungszeitraum | N_r | = 1920 |
| - Taktmaximal-Effektivwert | | |

$$KB_{FTm,j} = \sqrt{\frac{1}{M_j} \sum_{i=1}^{M_j} KB_{FTi,j}^2}$$

mit allen $KB_{FTi,j} > 0,1$

$$KB_{FTm} = 0,53$$

- Beurteilungs-Schwingstärke

$$KB_{FTr} = KB_{FTm} \cdot \sqrt{\frac{M}{N_r}}$$

- | | | | |
|---|----------------------|---|------|
| | KB_{FTr} | = | 0,50 |
| - Beurteilungs-Anhaltswert / Immissionswert | $A_{r,T} / IW_{r,T}$ | = | 0,07 |

Werden nur die mit Sicherheit aus Schwerlastverkehr hervorgehenden Einwirkungen mit Überschreitung des unteren Anhaltswertes inkl. einer Unsicherheit von +15% ($A_{u+15\%}$) herangezogen ergibt sich mit

- Anzahl Takte ($T_i = 30$ sec) für Schwerlastverkehr $> A_{u+15\%}$	M_j	=	1561
- Einwirkungsdauer für Schwerlastverkehr	T_j	≈	781 min
- Anzahl Takte im Beurteilungszeitraum	N_r	=	1920 (16h)
- Beurteilungs-Schwingstärke	KB_{FT_r}	=	0,48
- Beurteilungs-Anhaltswert / Immissionswert	$A_{r,T}$	=	0,07

Aus den Ergebnissen der im Tagzeitraum am 02.06.2021 durchgeführten Messungen ergibt sich am Messpunkt Mp5 die Beurteilungs-Schwingstärke wie folgt.

→ Messungen am 02.06.2021, 06 - 22 Uhr

- Zeitraum der Erfassung	T_r	≈	960 min
- Anzahl der Ereignisse (Takt-Maximalwerte $KB_{FT_i} > 0,1$)	M_j	=	1823
-	T_e	≈	912 min
- Anzahl Überschreitungen - unterer Anhaltswert (A_u)	$H_{ÜB}$	=	1709 (94%)
- Anzahl Überschreitungen - unterer Anhaltswert ($A_{u+15\%}$)	$H_{ÜB+15}$	=	1639 (90%)
- Anzahl Takte $T_i = 30$ sec im Beurteilungszeitraum	N_r	=	1920 (16h)
- Taktmaximal-Effektivwert mit allen $KB_{FT_{i,j}} > 0,1$	KB_{FT_m}	=	0,50
- Beurteilungs-Schwingstärke	KB_{FT_r}	=	0,49
- Beurteilungs-Anhaltswert / Immissionswert	$A_{r,T} / IW_{r,T}$	=	0,07

Werden in der Berechnungen nur Anteile des Schwerlastverkehrs mit Überschreitung des unteren Anhaltswertes inkl. einer Unsicherheit von +15% ($A_{u+15\%}$) berücksichtigt, ergibt sich die Beurteilungs-Schwingstärke wie folgt

- Anzahl Takte ($T_i = 30$ sec) für Schwerlastverkehr $> A_{u+15\%}$	M_j	=	1639
- Einwirkungsdauer für Schwerlastverkehr	T_j	≈	820 min
- Anzahl Takte im Beurteilungszeitraum	N_r	=	1920 (16h)
- Beurteilungs-Schwingstärke	KB_{FT_r}	=	0,46
- Beurteilungs-Anhaltswert / Immissionswert	$A_{r,T}$	=	0,07

Die Ergebnisse beziehen sich auf 16 h Beurteilungszeit ($T_e = 960$ min, $N_r = 1920$ Takte). Bei Einwirkungen aus Straßenverkehr wird dabei die Regelungen für die Berücksichtigung einer erhöhte Störwirkung ($2 \cdot T_{e2}$) während Zeiten mit erhöhtem Ruhebedürfnis (Ruhezeiten, werktags 06 - 07 Uhr, 19 - 22 Uhr) nicht angewendet.

Die auf alle aus Straßenverkehr bezogene Einwirkungen, LkW, SV auch Pkw, ermittelte bewertete Schwingstärke von $KB_{FT_r} = 0,50$ (01.06.21/03.06.21) überschreitet deutlich den für die Tagzeit heranzuziehenden Beurteilungs-Anhaltswert von $A_{r,T} = 0,07$.

Auch mit alleinigem Bezug auf den im Tagzeitraum erfassten Schwerlastverkehr (LKW, Bus, SV) liegt mit einer daraus hervorgehenden Beurteilungs-Schwingstärke von $KB_{FTT} = 0,46$ bis $0,48$ ebenfalls noch eine deutliche Überschreitung des Beurteilungs-Anhaltswertes von $A_{r,T} \geq 0,07$ zur Tagzeit vor.

Aus dem Ergebnis kann auch abgeleitet werden, welche Zeitdauer bzw. maximale Anzahl von Ereignissen (Takte $T_i = 30$ sec) mit erschütterungsintensiven Schwerlastverkehr auf Grundlage der für den Tageszeitraum stichprobenhaft ermittelten Höhe intensiver Erschütterungseinwirkungen höchstens vorliegen dürfte, damit es nicht zu einer Überschreitung des Anhaltswertes für die Beurteilungs-Schwingstärke zur Tagzeit kommt.

$$N_{Ti,max} = \frac{(KB_{FTT})^2}{(KB_{FTM})^2} \cdot N_r \leq A_r / IW_r$$

mit $KB_{FTT} = A_{r,T}$

$$N_{Ti,max} = (0,07 / 0,50)^2 \cdot 1920 \leq A_r / IW_r$$

$$N_{Ti,max} \approx 37 \approx 19 \text{ min} \approx 0,3 \text{ h} \leq A_r / IW_r$$

Zusammengefasst ist aus dem Ergebnis der dauerhaft über 24 Stunden Ermittlungszeit im Tagzeitraum durch Straßenverkehr im Wohnhaus Hauptstraße 153, 2.OG, verursachten Erschütterungseinwirkungen abzuleiten, dass die ermittelte Höhe der vor allem aus Schwerlastverkehr hervorgehenden Einwirkungen für die Einhaltung eines Beurteilungs-Anhaltswertes / Beurteilungs-Immissionswertes von $A_r / IW_r = 0,07$ mit Lage des Wohngebäudes in einem „Allgemeinen Wohngebiet“ (WA) maximal nur für ca. $t_{max} \approx 0,3 \text{ h} \approx 19 \text{ min}$ im Beurteilungszeitraum Tag ($T_r = 16 \text{ h} = 960 \text{ min}$) vorliegen dürfte.

Innerhalb des zur Auswertung für die Tagzeit herangezogenen Messzeitraumes liegen insgesamt $t_j = 1864 \text{ min} \approx 31 \text{ h}$ mit vor allem aus Schwerlastverkehr hervorgehenden relevanten Erschütterungseinwirkungen im Wohnhaus Hauptstraße 153, im Wohnzimmer 2.OG (oberste Deckenebene) vor.

Anmerkung: Die für die Erfassung von Erschütterungseinwirkungen im gesamten Tagzeitraum (16 h) oben angegebenen Zeiträume sind ausschließlich aus Straßenverkehr festgestellten Einwirkungen zuzuordnen. Fremdeinwirkungen, z.B. durch Bewohner im Haus selbst erzeugt, waren nicht, oder nur sehr selten zu beobachten, und wurden im Falle des > Auftretens auch nicht mit in die Auswertung einbezogen.

→ Messpunkt Mp3 (1.OG, Wz Kirchner, vertikal in Deckenmitte)

Für den Messpunkt im 1.OG (Mp3, Wz Kirchner, vertikal, Deckenmitte) liegen ebenfalls in gleicher Weise aufbereitete Messergebnisse vor. Die allein auf Straßenverkehr zurückzuführenden Einwirkungen sind geringfügiger als am Messpunkt Mp5 (2.OG, Wz Podewski), bestätigen aber den auf der obersten Geschoss- / Deckenebene gewonnenen Gesamteindruck der vorliegenden Erschütterungssituation.

Aus den Ergebnissen der im Tagzeitraum am 02.06.2021 durchgeführten Messungen ergibt sich am Messpunkt Mp3 die Beurteilungs-Schwingstärke wie folgt.

→ Messungen am 02.06.2021, 06 - 22 Uhr

- Zeitraum der Erfassung	T_r	≈ 960 min
- Anzahl der Ereignisse (Takt-Maximalwerte $KB_{FTi} > 0,1$)	M_j	$= 1373$
-	T_e	≈ 687 min
- Anzahl Überschreitungen - unterer Anhaltswert (A_u)	$H_{ÜB}$	$= 836$ (61%)
- Anzahl Überschreitungen - unterer Anhaltswert ($A_u+15\%$)	$H_{ÜB+15}$	$= 658$ (48%)
- Anzahl Takte $T_i = 30$ sec im Beurteilungszeitraum	N_r	$= 1920$ (16h)
- Taktmaximal-Effektivwert mit allen $KB_{FTi,j} > 0,1$	KB_{FTm}	$= 0,25$
- Beurteilungs-Schwingstärke	KB_{FTr}	$= 0,21$
- Beurteilungs-Anhaltswert / Immissionswert	$A_{r,T} / IW_{r,T}$	$= 0,07$

→ Messpunkt Mp2 (EG, Ev KG Büroraum links, vertikal in Deckenmitte)

Die an o.g. Messpunkt im EG ermittelten Ergebnisse sind der folgenden Übersicht zu entnehmen.

→ Messungen am 02.06.2021, 06 - 22 Uhr

- Zeitraum der Erfassung	T_r	≈ 960 min
- Anzahl der Ereignisse (Takt-Maximalwerte $KB_{FTi} > 0,1$)	M_j	$= 1559$
-	T_e	≈ 780 min
- Anzahl Überschreitungen - unterer Anhaltswert (A_u)	$H_{ÜB}$	$= 1146$ (60%)
- Anzahl Überschreitungen - unterer Anhaltswert ($A_u+15\%$)	$H_{ÜB+15}$	$= 956$ (50%)
- Anzahl Takte $T_i = 30$ sec im Beurteilungszeitraum	N_r	$= 1920$ (16h)
- Taktmaximal-Effektivwert mit allen $KB_{FTi,j} > 0,1$	KB_{FTm}	$= 0,23$
- Beurteilungs-Schwingstärke	KB_{FTr}	$= 0,21$
- Beurteilungs-Anhaltswert / Immissionswert	WA $A_{r,T} / IW_{r,T}$	$= 0,07$
- Beurteilungs-Anhaltswert / Immissionswert	MI $A_{r,T} / IW_{r,T}$	$= 0,10$
- Beurteilungs-Anhaltswert / Immissionswert	GE $A_{r,T} / IW_{r,T}$	$= 0,15$
- Beurteilungs-Anhaltswert / Immissionswert	GI $A_{r,T} / IW_{r,T}$	$= 0,20$

- Nachtzeit
 → Messpunkt Mp5 (2.OG, Wz Podewski, vertikal in Deckenmitte)

Stufe 1 Vergleich der Messwerte KB_{Fmax} mit Anhaltswerten $A_{u+15\%}$ und A_o

gemessene maximale Schwingstärke größer als der untere Anhaltswert oder Immissionswert ?

$$\begin{array}{llll} KB_{Fmax}^{\wedge} > A_u \rightarrow 1,57 > 0,1 & \text{am 01.06.21 / 02.06.21} \\ KB_{Fmax,m} > A_u \rightarrow 0,86 > 0,1 & \text{trifft zu} \end{array}$$

$$\begin{array}{llll} KB_{Fmax}^{\wedge} > A_u \rightarrow 1,38 > 0,1 & \text{am 02.06.21 / 03.06.21} \\ KB_{Fmax,m} > A_u \rightarrow 0,76 > 0,1 & \text{trifft zu} \end{array}$$

gemessene maximale Schwingstärke kleiner/gleich als oberer Anhaltswert oder Immissionswert ?

$$\begin{array}{llll} KB_{Fmax}^{\wedge} < A_o \rightarrow 1,57 \leq 0,2 & \text{am 01.06.21 / 02.06.21} \\ KB_{Fmax,m} < A_o \rightarrow 0,86 \leq 0,2 & \text{trifft nicht zu} \end{array}$$

$$\begin{array}{llll} KB_{Fmax}^{\wedge} < A_o \rightarrow 1,38 \leq 0,2 & \text{am 02.06.21 / 03.06.21} \\ KB_{Fmax,m} < A_o \rightarrow 0,76 \leq 0,2 & \text{trifft nicht zu} \end{array}$$

Stufe 2 Ermittlung der Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr}
 wird nur angewendet, wenn beide in Stufe 1 enthaltenen Bedingungen zutreffen.

$$bzw. \quad KB_{FTr} = KB_{FTm} \sqrt{T_e / T_r}$$

$$KB_{FTr} = KB_{FTm} \sqrt{M / N_r}$$

$$KB_{FTm} = \sqrt{1 / N \cdot \sum KB_{FTi}^2}$$

mit KB_{FTi} Taktmaximalwert (mit $T_i = 30$ sec)
 KB_{FTm} Taktmaximal - Effektivwert
 T_e Einwirkzeit
 T_r Beurteilungszeit
 M Anzahl Takte T_i mit Erschütterungseinwirkungen aus Straßenverkehr
 N_r Anzahl Takte im Beurteilungszeitraum ($N_{r,Tag} = 1920$, $N_{r,Nacht} = 960$)

Bedingungen für die Ermittlung von KB_{FTr}

- mit $A_{u,T/N} \leq KB_{Fmax} < A_{o,T/N}$
 Beurteilung mittels Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} erfolgt
- wegen $A_{u,T/N} \leq KB_{Fmax} > A_{o,T/N}$
 Beurteilung mittels Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} entfällt bei nicht selten vorliegenden Einwirkungen

Da die zweite Bedingung in Stufe 1 ($KB_{Fmax} < A_0$) nicht zutrifft, das heißt sowohl die einmalig festgestellte maximale Schwingstärke als auch weitere ereignisbezogen festgestellte maximale Schwingstärken den in der Nachtzeit geltenden oberen Anhaltswert / Immissionswert „nicht nur selten“ überschreiten (siehe Tabellen 6 und 7), in der Nachtzeit vom 01.06./ 02.06.2021 liegt z.B. von insgesamt 342 registrierten signifikanten Ereignissen für 206 (21%) bzw. 177 inkl. 15% Unsicherheit (18%) eine Überschreitung des oberen Anhaltswertes vor, entfällt die Ermittlung einer Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} sowie der Vergleich mit dem diesbezüglich anzuwendenden Beurteilungs-Anhaltswert A_r .

Auch die in DIN 4150-2 bezüglich Einwirkungen aus Straßenverkehr enthaltenen quellen-spezifischen Regelungen (Pkt. 6.5) betreffen nur die Tagzeit. Da wiederum auch nur insbesondere die Regelungen für die Ruhezeiten, allerdings auch nur dann, wenn es sich nicht um Einwirkungen aus Straßen- und/oder Schienenverkehr handelt. Das führt deshalb in der Nachtzeit zu keinem anderen Ergebnis.

→ Messpunkt Mp3 (1.OG, Wz Kirchner, vertikal in Deckenmitte)

Stufe 1 Vergleich der Messwerte KB_{Fmax} mit Anhaltswerten $A_{u+15\%}$ und A_0

gemessene maximale Schwingstärke größer als der untere Anhaltswert oder Immissionswert ?

$KB_{Fmax}^{\wedge}$	$> A_u$	→	1,01	$> 0,1$	am 01.06.21 / 02.06.21
KB_{Fmax}	$n > A_{u+15\%}$	→	148	= 86%	
$KB_{Fmax}^{\wedge}$	$> A_u$	→	1,01	$> 0,1$	am 02.06.21 / 03.06.21
KB_{Fmax}	$n > A_{u+15\%}$	→	136	= 84%	

gemessene maximale Schwingstärke kleiner/gleich als oberer Anhaltswert oder Immissionswert ?

$KB_{Fmax}^{\wedge}$	$< A_0$	→	1,01	$\leq 0,2$	am 01.06.21 / 02.06.21
KB_{Fmax}	$n > A_{0+15\%}$	→	70	$\approx 45\%$	trifft nicht zu
$KB_{Fmax}^{\wedge}$	$< A_0$	→	1,01	$\leq 0,2$	am 02.06.21 / 03.06.21
KB_{Fmax}	$n > A_{0+15\%}$	→	58	$\approx 43\%$	trifft nicht zu

Stufe 2 Ermittlung der Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr}

wegen $A_{u,T/N} \leq KB_{Fmax} > A_{0,T/N}$ ist die Beurteilung mittels Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} nur bei „selten“ vorliegenden Einwirkungen anzuwenden

Wird der obere Anhaltswert A_0 für die bew. Schwingstärke überschritten, dann sind die Anforderungen der DIN 4150-2 [9] an den Erschütterungsschutz grundsätzlich nicht erfüllt. Die Ermittlung einer Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} ist daher nicht auch mehr erforderlich. Maßgeblich ist in diesem Fall nur die nicht selten vorliegende bis 4-fache Überschreitung des in der Nachtzeit festgelegten zulässigen maximalen Anhaltswertes für die bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} .

Wird die Ermittlung einer bew. Beurteilungs-Schwingstärke dennoch ausgeführt, dann ergeben sich aus den in beiden Nächten im Wohnbereich im 1.OG (Mp3) erzielten Messergebnissen die Beurteilungs-Schwingstärken wie folgt

01./02.06.2021	KB_{FTm}	=	0,14	
	M	=	173	
	N_r	=	960	
	KB_{FTr}	=	0,059	> 0,02 ($A_r - WA$)
02./03.06.2021	KB_{FTm}	=	0,13	
	M	=	162	
	N_r	=	960	
	KB_{FTr}	=	0,054	> 0,02 ($A_r - WA$)

Im Ergebnis ist damit festzustellen, dass auch mit (nicht regelkonformer) Anwendung einer Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} die diesbezüglich in [9] für die Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen enthaltenen Anhaltswerte ebenfalls nicht eingehalten sind.

→ Messpunkt Mp2 (EG, Büro Ev. KG Berlin-Rosenthal, vertikal in Deckenmitte)

Die Nutzung der Räume ist mit einer gewerblichen Nutzung vergleichbar. Eine Wohnnutzung liegt im Erdgeschoss nicht vor. Zur Nachtzeit werden die Büroräume auch für Bürotätigkeiten nicht genutzt. Die Nachtzeit ist deshalb für eine erschütterungs-immissionsschutzrechtliche Beurteilung nicht relevant.

6. Zusammenfassung

Zu den im Tag- und Nachtzeitraum vom 01.06. bis 03.06.2021 an/in den Wohnhäusern Hauptstraße 132 und Hauptstraße 153 in 13158 Berlin (Pankow) OT Rosenthal durchgeführten messtechnischen Ermittlungen ist zusammenfassend zunächst festzustellen, dass mit den Ergebnissen eine Beurteilung der durch Straßenverkehr in der Hauptstraße an beiden Immissionsorten hervorgerufenen Geräusch- und Erschütterungsimmissionen grundsätzlich möglich und auch berechtigt ist.

→ Verkehrslärmimmissionen

Zu Geräuschimmissionen aus Straßenverkehr wurde an beiden Immissionsorten für die Tag- und Nachtzeit aus Messungen ein mit allen erforderlichen Korrekturen versehener → Beurteilungspegel von

aus Messungen		Mp1 (Nr. 153, 1.OG)	Mp2 (Nr. 132, EG)
-	im Tagzeitraum von	$L_r = 65,2 \text{ dB(A)}$	$L_r = 63,7 \text{ dB(A)}$
-	im Nachtzeitraum von	$L_r = 57,7 \text{ dB(A)}$	$L_r = 55,1 \text{ dB(A)}$

messtechnisch ermittelt.

Mit den Ergebnissen der im Messzeitraum durchgeführten Verkehrszählung sowie den damit nach RLS-19 aufbereiteten und für den Verkehrsweg berechneten Emissionswerten werden an beiden Immissionsorten die folgenden Immissionswerte berechnet.

aus Berechnung		Mp1 (Nr. 153, 1.OG)	Mp2 (Nr. 132, EG)
-	im Tagzeitraum von	$L_r = 68,2 \text{ dB(A)}$	$L_r = 66,4 \text{ dB(A)}$
-	im Nachtzeitraum von	$L_r = 60,9 \text{ dB(A)}$	$L_r = 59,0 \text{ dB(A)}$
-	Richtwerte		
	Lärmschutz-Richtlinien-StV	Tag	70* (67)
		Nacht	60* (57)

Einwirkungen aus LKW / Schwerlastverkehr waren tagsüber geprägt durch Fahrzeuge der städtischen Betriebswirtschaft (Wasser- Abwasser, Müllabfuhr), Versorgungsfahrzeuge (Märkte), Baufahrzeuge (LKW, Betonfahrzeug) und vor allem durch städtischen / regionalen Busverkehr. In der Nachtzeit beschränkte sich der LKW / Schwerlastverkehr auf vereinzelt, vor allem in den Morgenstunden stattgefundene LKW Fahrten zur Versorgung von Märkten verschiedener Handelsketten. Hauptsächlich fand im Nachtzeitraum Busverkehr statt.

Die in der 16. BImSchV genannten Immissionsgrenzen sind gemäß ihrer vorgesehenen Anwendung unmittelbar nur auf den Bau oder die wesentliche Änderung von öffentlichen Straßen anwendbar. Dabei wird zwischen Lärmvorsorge und Lärmsanierung unterschieden. Nach einschlägiger Rechtsprechung sind aber auch die im Verhältnis niedrigeren Grenzwerte der 16. BImSchV (im Vergleich zu den Grenzwerten der Lärmschutz-Richtlinien-StV und der VLärmSchR 97) als Orientierungswerte für eine Prüfung nach § 45 Abs. 1 S. 1 und 2 Nr. 3 StVO heranzuziehen.

→ Erschütterungsimmissionen aus Straßenverkehr

Für Erschütterungsimmissionen aus Straßenverkehr wurden im Wohnhaus Hauptstraße 153 hinsichtlich des Auftretens an Aufenthaltsorten von Menschen in Gebäuden im Wohnbereich im 2.OG (oberster Deckenebene) Überschreitungen des unteren Anhaltswertes A_u für die maximale bew. Schwingstärke KB_{Fmax} zur Tag- und Nachtzeit sowie auch eine Überschreitung des oberen Anhaltswertes A_o in der Nachtzeit festgestellt. Für die Beurteilung wurden Anhaltswerte für die Lage des Wohngebäudes Hauptstraße 153 in einem „Allgemeinen Wohngebiet“ (WA, §4 Bau NVO) herangezogen.

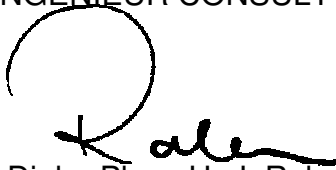
Zur → Nachtzeit liegt mit den ermittelten Maximalwerten für die bew. Schwingstärke im Bereich von $0,19 \leq KB_{Fmax} \leq 1,57$ der Nachweis vor, dass mit den durch Straßenverkehr im Wohnzimmer im 2.OG hervorgerufene Erschütterungseinwirkungen die Einhaltung des zulässigen oberen Anhaltswertes / Immissionswertes ($A_o = 0,2$) nicht gewährleistet ist. Die ermittelte Überschreitungshäufigkeit liegt über 57% aller in diesem Zeitraum vorkommenden erschütterungsrelevanten Ereignisse. In der Nachtzeit ist der Straßenverkehr maßgeblich durch Bus- (BVG) und Pkw Verkehr und nur in den Morgenstunden ab 05:00 Uhr auch maßgeblich durch Schwerlastverkehr geprägt. Bei Überschreitung des oberen Anhaltswertes / Immissionswertes (A_o) ist in den Regelwerken / Verwaltungsvorschriften die Bildung eines Beurteilungswertes, der bew. Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} , nicht mehr vorgesehen. Maßgeblich ist nur die nicht selten vorliegende, und hier bis 8-fache Überschreitung des in der Nachtzeit festgelegten maximal zulässigen Anhaltswertes für die bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} .

Zur Tagzeit wird eine Überschreitung des oberen Anhaltswertes / Immissionswertes (A_o) der bew. Schwingstärke nicht erreicht. Mit Vorliegen einer Überschreitung des unteren Anhaltswertes (A_u) wird aber die Bestimmung einer bewerteten Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} erforderlich. Diese wurde aus den Auswertungen der zur Tagzeit am 01.06.21 und 03.06.2021 sowie der am 02.06.2019 dauerhaft und kontinuierlich über 16 Stunden durchgeführter Messungen ermittelt und einer Auswertung für einen durchschnittlichen gesamten Tagzeitraum (16 h) zugrunde gelegt. Für die Tagzeit (06 - 22 Uhr) ergibt sich daraus für Erschütterungseinwirkungen aus beiden Messungen eine aus Straßenverkehr im Wohnhaus Hauptstraße 153 im 2.OG hervorgerufene → Beurteilungs-Schwingstärke von $KB_{FTr} \approx 0,52$. Zur Tagzeit liegt damit auch eine Überschreitung des Beurteilungs-Anhaltswertes / Immissionswertes ($A_r = 0,07$ für die Lage im WA, §4 BauNVO) vor.

Im Umkehrschluss wurde ermittelt, dass bei der Höhe (Intensität) der durch LKW, Schwerlast- und Busverkehr im Wohngebäude Hauptstraße 153 (Wohnzimmer, 2.OG) zur Tagzeit hervorgerufenen Erschütterungsimmissionen eine zeitliche Dauer von insgesamt nur ca. 19 min für die durch Schwerverkehr verursachten Einwirkungen vorliegen dürfte, um die Einhaltung des heranzuziehenden Beurteilungskriteriums gewährleisten zu können. Die aus den Messungen am 01.06.21 zur Tagzeit dauerhaft in insgesamt 7 Stunden Messzeit (15 - 22 Uhr) ermittelte Häufigkeit von Erschütterungseinwirkungen aus Straßenverkehr (Pkw, Bus, LkW, SV) liegt bereits bei mindestens 640 Ereignissen und würde eine für die Beurteilung zugrunde zu legende Einwirkdauer von ca. 160 min bedeuten.

Begünstigt werden sowohl Lärm und Erschütterungen aus Straßenverkehr in der Hauptstraße am/im Wohnhaus Nr. 153 durch die als Kopfsteinpflaster ausgeführte Straßendeckschicht. Das führt dazu, dass sogar Pkw bei Nichteinhaltung der im Straßenabschnitt vorgeschriebenen Höchstgeschwindigkeit von $v_{\max} \leq 30 \text{ km/h}$, was vor allem in der Nachtzeit häufiger zu beobachten war, annähernd vergleichbar hohe Schall- und Erschütterungsimmissionen am/im Wohnhaus hervorrufen, wie bei Bus- und Lkw Fahrten mit Einhaltung der vorgeschriebenen Höchstgeschwindigkeit zu beobachten waren.

A&IC · AKUSTIK und
- INGENIEUR CONSULT -

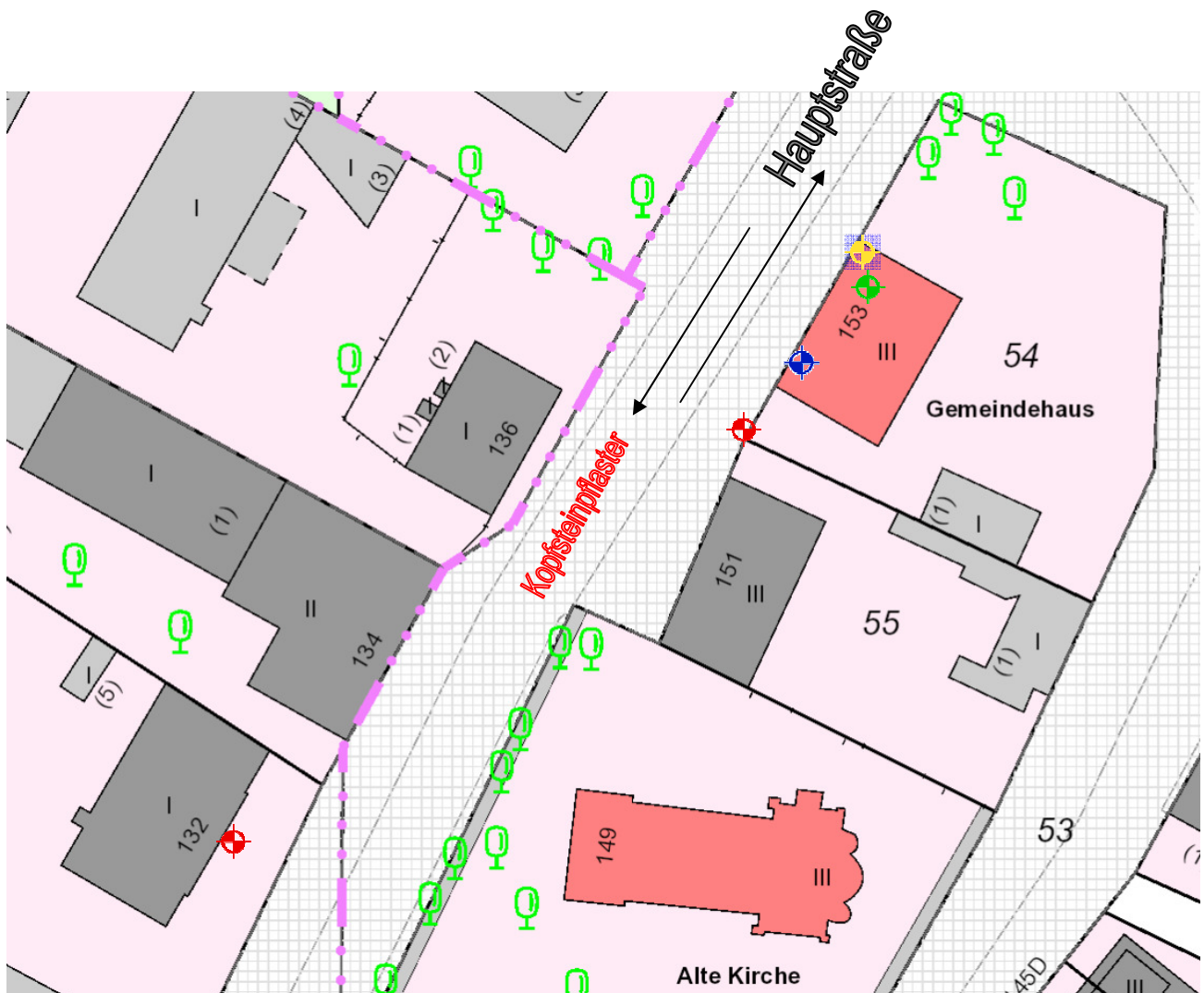


Dipl. - Phys. H.-J. Rabann
Frankfurt (Oder), den 23.06.2021

7. Quellenverzeichnis / Regelwerke

- [1] **BlmSchG** - Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BlmSchG), vom 05.03.1974, in der Fassung der Bekanntmachung vom 26.09.2002 (BGBl. I S.3830), in der zuletzt aktuell gültigen Fassung
- [2] **BauGB** - Baugesetzbuch vom 27.8.1997 (BGBl I, S.2141) in der aktuellen Fassung
- [3] **BauNVO** - Baunutzungsverordnung vom 23.01.1990 (BGBl. I S. 132), in der aktuell gültigen Fassung
- [4] **16. BlmSchV** - Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionschutzgesetzes, 16. BlmSchV (Verkehrslärmschutzverordnung) vom 12. Juni 1990
- [5] **RLS-90** - Richtlinie für den Schutz vor Lärm an Straßen (RLS-90), herausgegeben vom Bundesminister für Verkehr 1990
- [6] **RBLärm-92** - Rechenbeispiele zu den Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen, Ausgabe 1992
- [7] **VLärmSchR 97** - Richtlinie für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes - Teil 2 (D. Lärmsanierung),
- [8] **Lärmschutz-Richtlinien-StV** - Richtlinien für straßenverkehrsrechtliche Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor Lärm, 23.11.2007
- [9] **DIN 4150-2:1999-06** - Erschütterungen im Bauwesen - Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden, Juni 1999
- [10] **DIN 4150-3:2016-12** - Erschütterungen im Bauwesen - Teil 3: Einwirkungen auf bauliche Anlagen, Dezember 2016
- [11] **Erschütterungs-Leitlinie** - im Land Brandenburg, Leitlinie zu Messung, Beurteilung und Verminderung von Erschütterungsimmissionen (Erschütterungs-Leitlinie), Erlass des Ministeriums für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz vom 17 Mai 2005
- [12] **RLS-19** - Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen, Ausgabe 2019, FGSV Verlag
- [13] **HBS** - Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen, Ausgabe 2009, FGSV Verlag

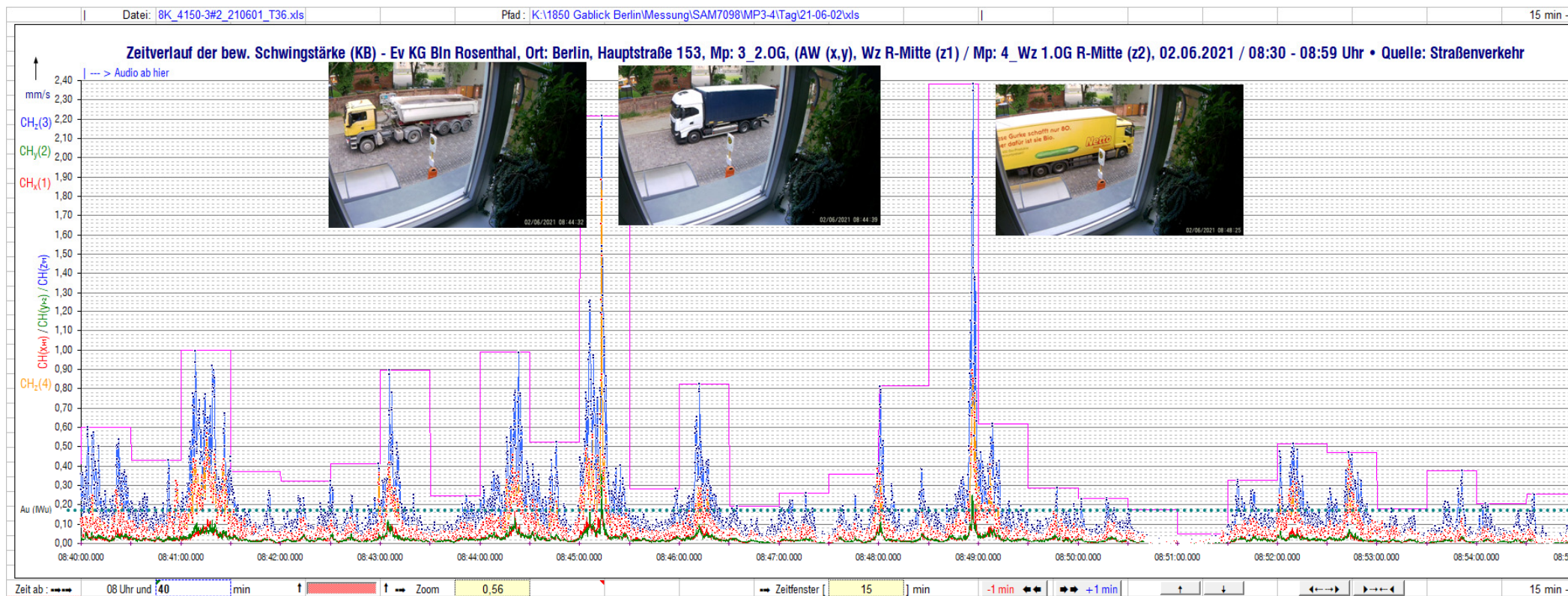
ANLAGEN



- Schallmesspunkte (1: WH Nr. 151/153, 2: WH Nr. 132)
- Erschütterungsmesspunkte (am Fundament KG und im EG, WH Nr. 153)
- Erschütterungsmesspunkt (horizontal Wohnzimmer 2.OG, HW Nr. 153)
- Erschütterungsmesspunkte (vertikal im Wohnzimmer Deckenmitte 1.OG und 2.OG)

ANLAGE 1

Lageplan und Messpunkte

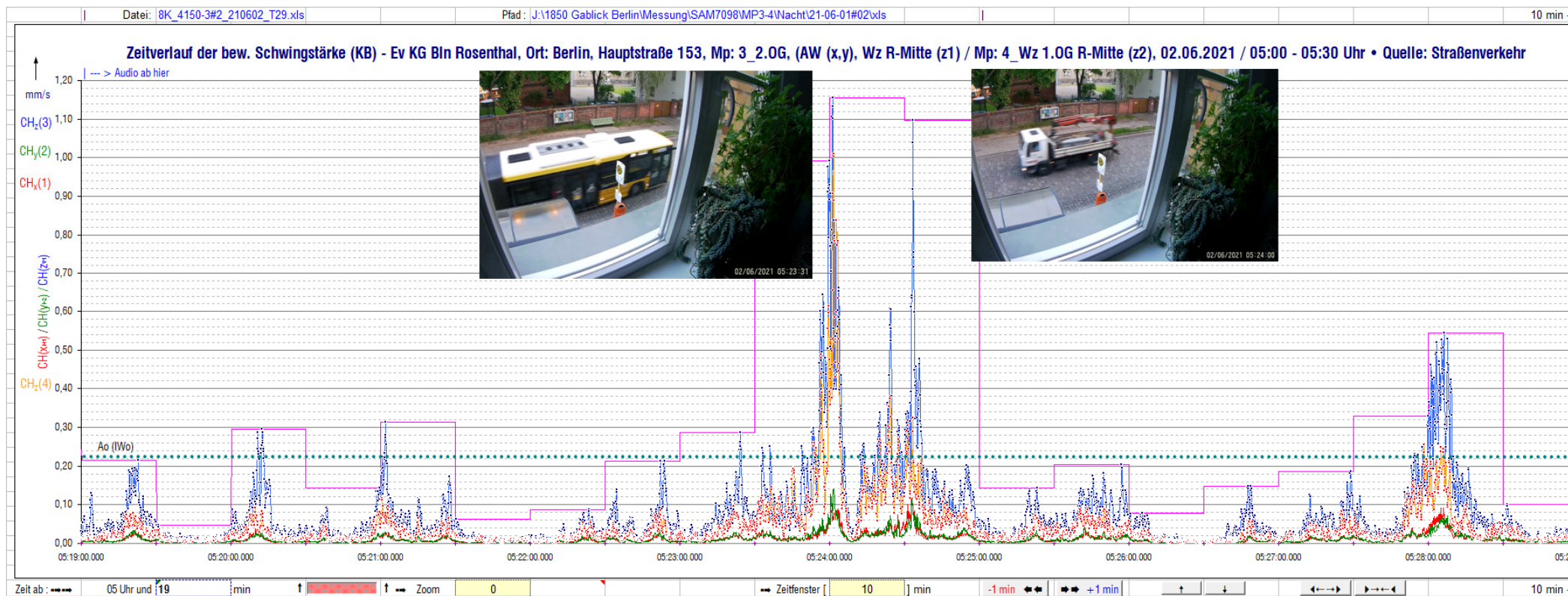


Legende:

rote Linie	Mp4,	horizontal 2.OG AW, x Richtung (senkrecht zur Straßenachse)
grüne Linie	Mp4,	horizontal 2.OG AW, y Richtung (parallel zur Straßenachse)
blaue Linie	Mp5	vertikal 2.OG Wz Podewski, Deckenmitte, z Richtung
gelbe Linie	Mp3	vertikal 1.OG Wz Kirchner, Deckenmitte, z Richtung
grün Punkte		unterer Anhaltswert A_0

ANLAGE 2.1

Messergebnisse: Erschütterungsimmissionen aus Straßenverkehr im WH Hauptstraße 153, 2.OG (Wz Podewski), Tagzeit 02.06.21, 08:30 - 09:00 Uhr

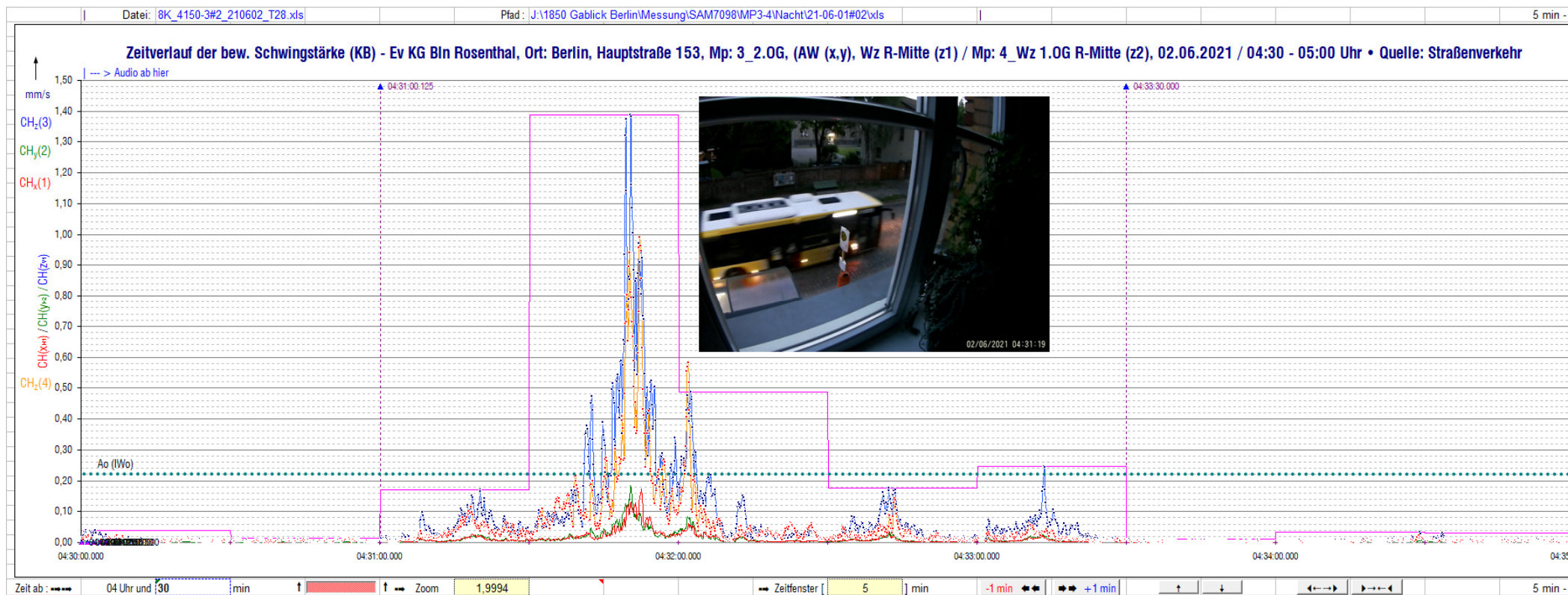


Legende:

rote Linie	Mp4,	horizontal 2.OG AW, x Richtung (senkrecht zur Straßenachse)
grüne Linie	Mp4,	horizontal 2.OG AW, y Richtung (parallel zur Straßenachse)
blaue Linie	Mp5	vertikal 2.OG Wz Podewski, Deckenmitte, z Richtung
gelbe Linie	Mp3	vertikal 1.OG Wz Kirchner, Deckenmitte, z Richtung
grün Punkte		oberer Anhaltswert A ₀

ANLAGE 2.2

Messergebnisse: Erschütterungsimmissionen aus Straßenverkehr im WH Hauptstraße 153, 2.OG (Wz Podewski), Nachtzeit 02.06.21, 05:00 - 05:30 Uhr

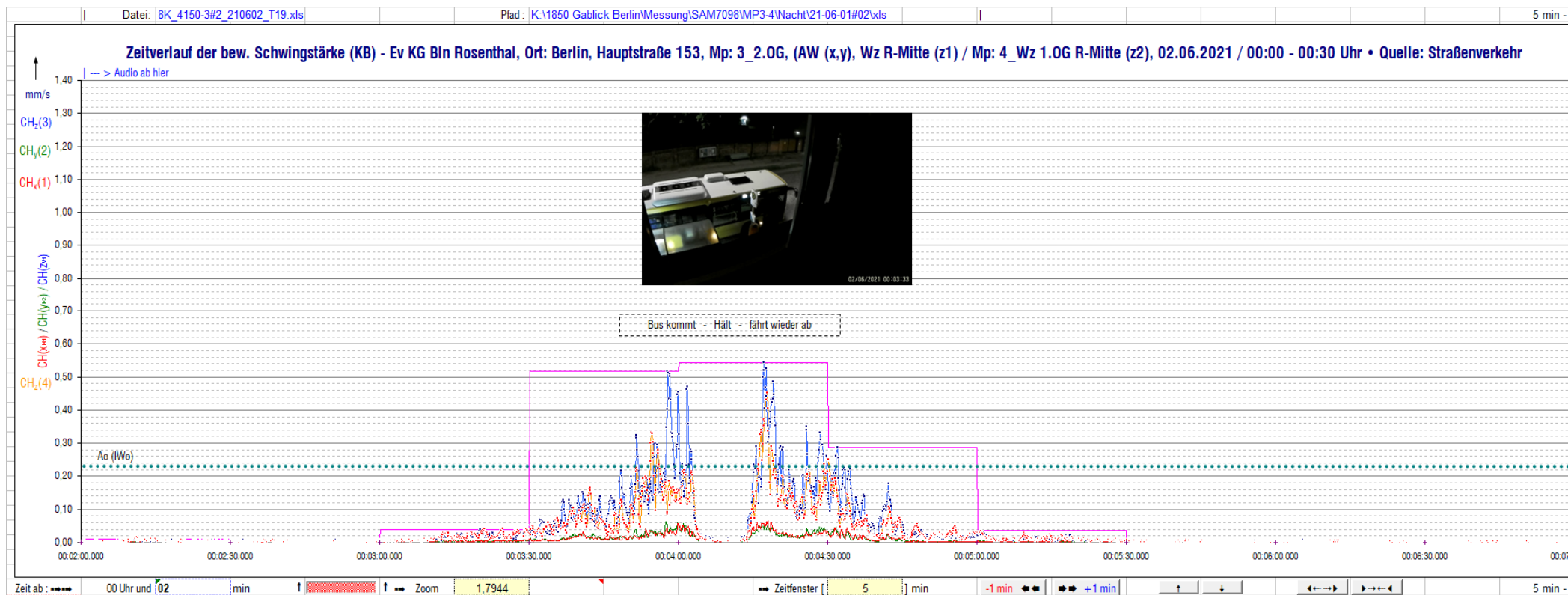


Legende:

rote Linie	Mp4, horizontal 2.OG AW, x Richtung (senkrecht zur Straßenachse)
grüne Linie	Mp4, horizontal 2.OG AW, y Richtung (parallel zur Straßenachse)
blaue Linie	Mp5, vertikal 2.OG Wz Podewski, Deckenmitte, z Richtung
gelbe Linie	Mp3, vertikal 1.OG Wz Kirchner, Deckenmitte, z Richtung
grün Punkte	oberer Anhaltswert A ₀

ANLAGE 2.3

Messergebnisse: Erschütterungsimmissionen aus Straßenverkehr im WH Hauptstraße 153, 2.OG (Wz Podewski), Busfahrt, Nachtzeit 02.06.21, 04:30 - 05:00 Uhr

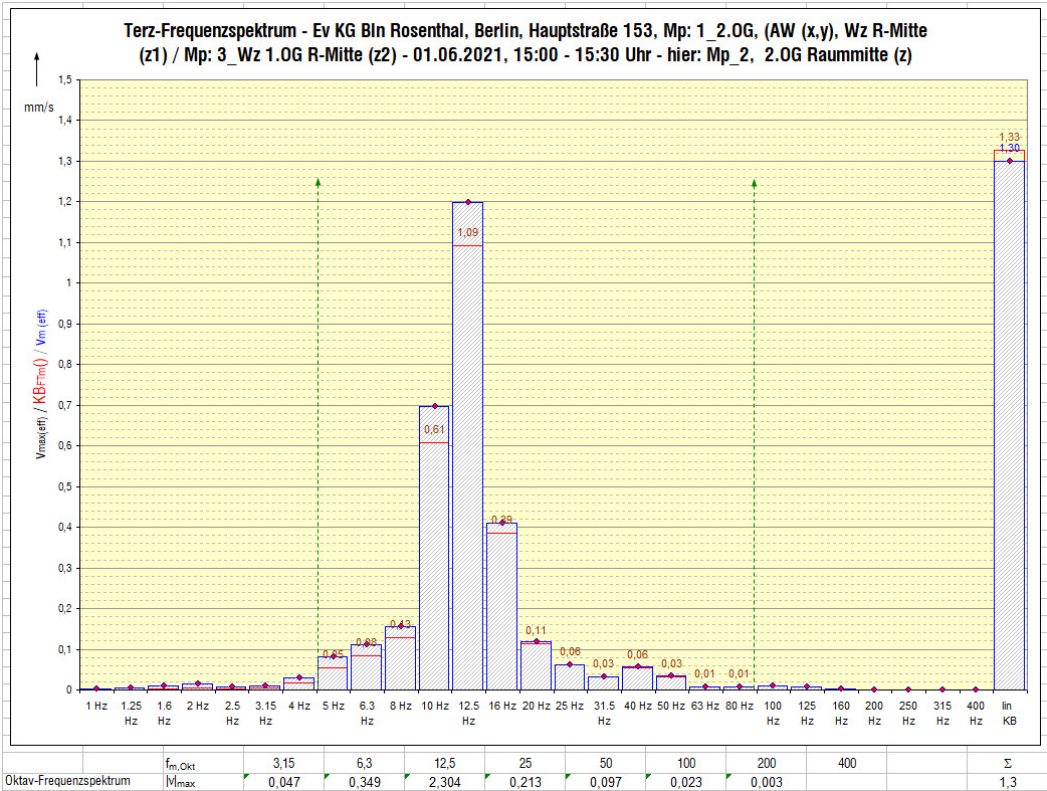


Legende:

rote Linie	Mp4,	horizontal 2.OG AW, x Richtung (senkrecht zur Straßenachse)
grüne Linie	Mp4,	horizontal 2.OG AW, y Richtung (parallel zur Straßenachse)
blaue Linie	Mp5	vertikal 2.OG Wz Podewski, Deckenmitte, z Richtung
gelbe Linie	Mp3	vertikal 1.OG Wz Kirchner, Deckenmitte, z Richtung
grün Punkte		oberer Anhaltswert A_0

ANLAGE 2.4

Messergebnisse: Erschütterungsimmissionen aus Straßenverkehr im WH Hauptstraße 153, 2.OG (Wz Podewski), Busfahrt mit Fahrgastwechsel, Nachtzeit 02.06.21 00:04 Uhr



Bemerkung: Typisches Spektrum für (traditionell) ausgeführte Holzbalkendecken (Eigenfrequenz $f_{r,T} = 12,5$ Hz)