

**Bericht über Erschütterungsmessungen an der
Willy-Brandt-Straße in 77933 Lahr**

Auftraggeber: Eichner Baugesellschaft mbH
Offenburger Str. 20
D-77933 Lahr

Vorhaben Neubauten an der Willy-Brandt-Straße
in 77933 Lahr

Methode: Erschütterungsmessungen

Gutachter: Dipl.-Geophys. Martin Flinspach

Datum Messung: 03. 12. 2018

Datum Bericht: 07. 12. 2018

Nummer Bericht: 2018-B7

Umfang: 13 Seiten



Karlsruhe, den 07.12.2018

Dipl.-Geophys Martin Flinspach

Inhaltsverzeichnis:

1. Zusammenfassung und Ergebnis	3
2. Aufgabenstellung	4
3. Grundlagen für die Beurteilung von Erschütterungen	4
3.1 Regelwerke, Normen und Vorgaben	4
3.2 Lagebeschreibung und Erschütterungsquelle	4
3.3 Rechtsgrundlage	6
3.4 Übertragung von Erschütterungen auf Bauwerke	6
3.5 Richtwerte	8
3.5.1 Erschütterungswirkung auf Gebäude	9
3.5.2 Erschütterungswirkung auf Menschen in Gebäuden	9
4. Durchführung der Messungen	10
5. Messergebnisse und Prognose	11
5.1 Erschütterungswirkung auf Gebäude	12
5.2 Erschütterungsbelastung für Menschen	13

Abbildungsverzeichnis:

Abb. 1 : Lageskizze	5
Abb. 2: Gemessene Erschütterungen, Beispiel	12

Tabellenverzeichnis:

Tab. 1 : Anhaltswerte Fundament nach DIN 4150-3	8
Tab. 2 : Anhaltswerte obersten Deckenebene nach DIN 4150-3	8
Tab. 3 : Anhaltswerte nach DIN 4150-2	9
Tab. 4: Messpunkte	10
Tab. 5: Messergebnisse Freifeld	11
Tab. 6: Prognose	11

1. Zusammenfassung und Ergebnis

Die GUS führte am 03.12.2018 Erschütterungsmessungen im Baugebiet an der Willy-Brandt-Straße in Lahr durch. Auf dem Baugelände plant der Auftraggeber der Neubau von Wohngebäuden, einer Kindertagesstätte und eines Horts (Abb. 1). Das Baugebiet grenzt im Osten an das Betriebsgelände der Firma Carl Padberg Zentrifugenbau GmbH.

Ziel der Messungen ist die Erfassung der von der Carl Padberg Zentrifugenbau GmbH erzeugten Erschütterungsbelastung im Baugebiet, insbesondere beim Betrieb einer Schlagschere für die Metallbearbeitung, und die Beurteilung der Erschütterungseinwirkung auf Gebäude und auf Menschen in Gebäuden nach DIN 4150, Teil 2 und 3. Eine Beurteilung der Erschütterungseinwirkung auf Böden oder auf technische Anlagen und der Anregung von sekundärem Luftschall durch Erschütterungen wird nicht vorgenommen.

Die Erschütterungsmessungen wurden an 2 Messpunkten im Osten des Baugeländes so durchgeführt, dass der maximale Erschütterungseintrag durch den Betrieb der Schlagschere in das Baugelände erfasst wird. Aus den Messwerten wurden Schwinggeschwindigkeiten in den geplanten Neubauten anhand veröffentlichter Transferfunktionen (/4/, /6/) prognostiziert. Für die Beurteilung der Erschütterungseinwirkung nach DIN 4150, Teil 2 und 3, wurden maximale Schwinggeschwindigkeiten und maximale bewertete Schwingstärken ermittelt und nach DIN 4150 bewertet :

- Erschütterungseinwirkung auf Gebäude :
Aufgrund der gemessenen und prognostizierten Erschütterungen sind nach DIN 4150 Teil 3 keine Schäden an den geplanten Gebäuden zu erwarten.
- Erschütterungseinwirkung auf Menschen im Gebäude :
Aufgrund der gemessenen und prognostizierten Erschütterungen ist keine erhebliche Erschütterungsbelastung für Menschen in den geplanten Gebäuden zu erwarten. Die Erschütterungsbelastung ist nach DIN 4150 Teil 2 zulässig

2. Aufgabenstellung

Im Baugebiet an der Willy-Brandt-Straße in Lahr plant der Auftraggeber den Neubau von Wohngebäuden, einer Kindertagesstätte und eines Horts. Das Baugebiet liegt östlich der Willy-Brandt-Straße zwischen Geroldsecker Vorstadt und Rosenweg und grenzt im Osten an das Betriebsgelände der Firma Carl Padberg Zentrifugenbau GmbH (Abb. 1).

Die Eichner Baugesellschaft mbH hat am 15.11.2018 die GUS zur Durchführung von Erschütterungsmessungen beauftragt. Ziel der Messungen ist die Erfassung der von der Carl Padberg Zentrifugenbau GmbH erzeugten Erschütterungsbelastung im Baugebiet, insbesondere beim Betrieb einer Schlagschere für die Metallbearbeitung, und die Beurteilung der Erschütterungseinwirkung auf Gebäude und auf Menschen in Gebäuden nach DIN 4150, Teil 2 und 3. Eine Beurteilung der Erschütterungseinwirkung auf Böden oder auf technische Anlagen und der Anregung von sekundärem Luftschall durch Erschütterungen wird nicht vorgenommen.

3. Grundlagen für die Beurteilung von Erschütterungen

3.1 Regelwerke, Normen und Vorgaben

Der vorliegenden Messung und Bewertung von Erschütterungen liegen folgende Unterlagen zu Grunde:

- /1/ Norm: DIN 4150-1 (06/2001) Erschütterungen im Bauwesen. Teil 1: Vorermittlung von Schwingungsgrößen.
- /2/ Norm: DIN 4150-2 (06/1999) Erschütterungen im Bauwesen. Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden.
- /3/ Norm: DIN 4150-3 (12/2016). Erschütterungen im Bauwesen. Teil 3: Einwirkungen auf bauliche Anlagen.
- /4/ Körperschall- und Erschütterungsschutz, Leitfaden für den Planer, DB Systemtechnik, August 1996 und Februar 1999
- /5/ Hinweise zur Messung, Beurteilung und Verminderung von Erschütterungsimmissionen, Beschluss des Länderausschuss für Immissionsschutz vom 10.05.2000
- /6/ Bauwerkerschütterungen durch Tiefbauarbeiten, Achmus, M., Kaiser, J., tom Würden, F. (2005). Mitteilungen des Instituts für Grundbau, Bodenmechanik und Energiewasserbau der Universität Hannover, Heft 61.
- /7/ Lageskizze der geplanten Bebauung und der Schlagschere und Angaben zur Bebauung, gestellt am 16.11.2018 und 19.11.2018 per E-Mail von der Stadt Lahr, Frau Fink.

3.2 Lagebeschreibung und Erschütterungsquelle

An der Willy-Brandt-Straße in Lahr plant der Auftraggeber den Neubau von Wohngebäuden, einer Kindertagesstätte und eines Horts. Das Baugebiet grenzt im Osten an das Betriebsgelände

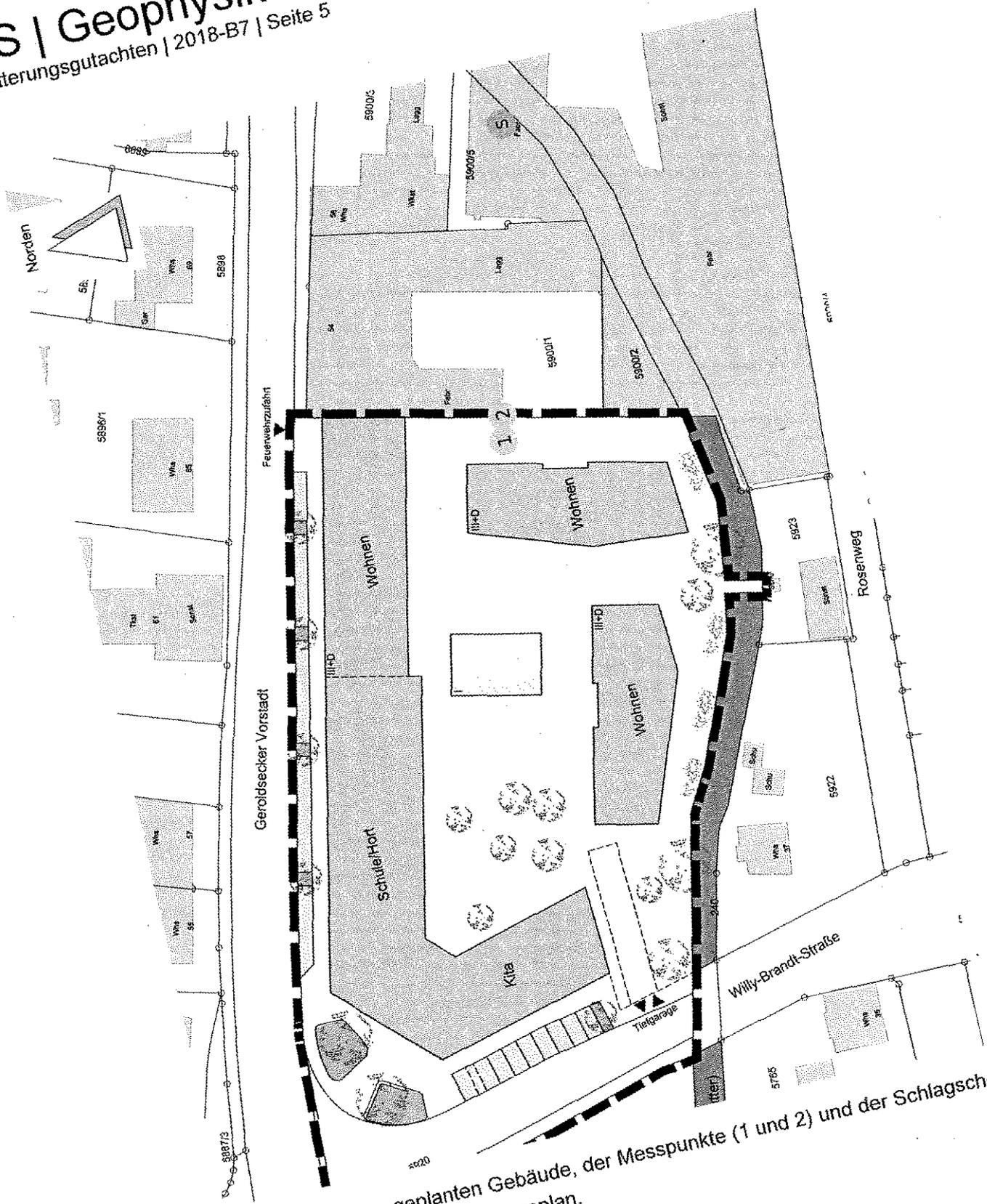


Abb. 1 : Lageskizze des geplanten Gebäude, der Messpunkte (1 und 2) und der Schlagschere (S).
 Schwarz gestrichelt: Grenze Bebauungsplan.

GUS
 Viktoriastraße 8
 DE-76133 Karlsruhe
 Inhaber: Martin Flinspach

Sparkasse Karlsruhe Ettlingen
 BIC : KARSDE66XXX
 IBAN : DE05 6605 0101 0009 7843 72

GUS ist Mitglied im BDG
 USt-IdNr.: 812 140 718
 Steuer-Nr.: 35070 / 04211

der Firma Carl Padberg Zentrifugenbau GmbH. Die Produktion der Firma Carl Padberg Zentrifugenbau GmbH emittiert Erschütterungen ins Baugelände, insbesondere beim Betrieb einer Schlagschere zur Metallbearbeitung. Nach mündlicher Auskunft von Herrn Burgmeier, Carl Padberg Zentrifugenbau GmbH, wird die Schlagschere durchschnittlich je Woche an einem Tag für die Dauer von ca. 8 Stunden betrieben. Die Schlagschere ist nur tags zwischen ca. 8:00 Uhr und 16:00 Uhr im Einsatz. Der Abstand zwischen Schlagschere und Grundstücksgrenze beträgt ca. 48 m (Abb. 1).

Das Baugelände ist geräumt, im Osten des Baugeländes ist eine Baugrube bis in den Bereich des natürlichen Bodens, ca. 3 m unter Gelände, ausgehoben. Nach mündlicher Auskunft von Herrn Surbeck, Eichner Baugesellschaft mbH, wurde im Baugrundgutachten kein Felshorizont erteuft. Bereiche mit geringem Flurabstand des Felshorizonts sind nicht bekannt.

Das Baugebiet ist nach Angaben der Stadt Lahr (7/) als Mischgebiet nach Baunutzungsverordnung ausgewiesen.

3.3 Rechtsgrundlage

Erschütterungen zählen zu den Immissionen im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG). Die Frage, wann Erschütterungsimmissionen auf bauliche Anlagen oder Menschen in Gebäuden als schädliche Umwelteinwirkungen anzusehen sind ist nicht bundesweit rechtsverbindlich geregelt. Eine Bewertung von Erschütterungsimmissionen kann deshalb nur anhand von Regelwerken sachverständiger Organisationen vorgenommen werden. Maßgebend ist hier die DIN 4150, Teil 1 bis 3.

Aus der DIN 4150 abgeleitet wurde mit Beschluss vom 10.05.2000 vom Länderausschuss für Immissionsschutz die sog. Erschütterungsrichtlinie „Hinweise zur Messung, Beurteilung und Verminderung von Erschütterungsimmissionen“ (5/). Die Richtlinie gibt die Anhaltswerte der DIN 4150 ohne Änderung als Immissionswerte für Erschütterungen von Anlagen oder Baustellen vor. In Baden-Württemberg ist die Richtlinie von Behörden, die für den Immissionsschutz zuständig sind, verbindlich anzuwenden. Handlungsanleitungen für die Prognose von Erschütterungen werden nicht gegeben.

Bei Einhaltung der Anhaltswerte nach DIN 4150 ist nach heutigem Sachverstand i.d.R. davon auszugehen, dass weder Schäden an baulichen Anlagen im Sinne einer Minderung des Gebrauchswerts auftreten noch eine erhebliche Belästigung von Menschen in Wohnungen. Werden die Anhaltswerte nach DIN 4150 nicht eingehalten, so sind weder Schäden an baulichen Anlagen noch eine erhebliche Belästigung von Menschen in Wohnungen eine zwingende Folge. Mit zunehmender Überschreitung der Anhaltswerte werden diese Folgen aber wahrscheinlicher.

3.4 Übertragung von Erschütterungen auf Bauwerke

Die von Erschütterungsquellen in den Untergrund eingeleitete Schwingungsenergie breitet sich als Wellen aus. Ab einem gewissen geringen Abstand von der Erschütterungsquelle sind die im Boden angeregten Verschiebungen und Spannungen klein. Die Schwingungsausbreitung kann dann hinreichend genau durch die lineare Elastizitätstheorie beschrieben werden. Lösungen der

Bewegungsgleichung für den elastische Halbraum sind Raumwellen (Kompressionwellen, Scherwellen) und Oberflächenwellen (Rayleighwellen). Das Schwingungsverhalten an der Oberfläche wird ab einem geringen Abstand zur Erschütterungsquelle, in etwa ab der Wellenlänge der Scherwelle, von der Rayleighwelle bestimmt.

Bei der Einleitung der Schwingungsenergie in ein Bauwerk sind v.a. die Elastizität des Baugrundes und des Bauwerks, die Gebäudemasse und das Verhältnis der Gebäudeabmessung zu den Wellenlängen der Erschütterungen von Bedeutung. Die im Boden wirksamen Erschütterungen werden beim Übergang auf Bauwerkfundamente im Regelfall gemindert. Bei der Übertragung der Erschütterungen vom Fundament auf Gebäudeteile, insbesondere auf Geschossdecken, kommt es meist zu Verstärkungen. Im Fall von Resonanzen sind deutliche Amplitudenerhöhungen möglich. Resonanzen im Bauwerk treten auf bei harmonischer Erschütterungseinwirkung im Bereich der Eigenfrequenzen des Bauwerks.

Nach DIN 4150 Teil1 (/1/) können horizontale Eigenfrequenzen von Gebäuden abgeschätzt werden zu 10 Hz durch die Anzahl der Geschosse. Die vertikale Eigenfrequenz des Systems Boden-Bauwerk liegt für mittlere Bodensteifigkeiten und Gebäude mit 2 bis 6 Geschossen bei 8 bis 12 Hz.

Die vertikalen Eigenfrequenzen von Geschossdecken werden v.a. durch die Bauart und die Geometrie der Decken, insbesondere durch deren Spannweite, bestimmt. Für übliche Ausführungen und Spannweiten sind für Stahlbetondecken im Wohnungsbau tiefste vertikale Eigenfrequenzen zwischen 20 und 30 Hz (/6/), nach eigenen Messungen zwischen ca. 20 Hz und 40 Hz, zu erwarten. Für Holzbalkendecken liegen die vertikalen Eigenfrequenzen meist bei 9-15 Hz (/6/).

Die Berechnung der Schwingungsausbreitung vom Boden ins Gebäude durch die lineare Elastizitätstheorie scheidet in der Praxis v.a. an der unzureichenden Kenntnis der Materialeigenschaften und der Schichtung im Boden und der Materialeigenschaften und der Geometrie im Gebäude. Für die Prognose von vertikalen Deckenschwingungen im Gebäude verwenden wir deshalb stattdessen als statistischen Ansatz eine empirisch aus einer Vielzahl von Messungen gewonnene Transferfunktion.

Die DB Systemtechnik GmbH hat Transferfunktionen und deren Standardabweichungen für den Übergang von Erschütterungen vom Boden in Wohngebäude veröffentlicht (/4/). Wir nutzen diese Transferfunktionen zur Berechnung der wahrscheinlichen vertikalen Schwingungsschnellen auf Geschossdecken in den geplanten Neubauten. Dafür werden die im Freifeld gemessenen Erschütterungen mit Transferfunktionen beaufschlagt.

Die in den Neubauten geplante Ausführung der Geschossdecken und deren Spannweiten sind uns nicht bekannt. Wir berücksichtigen dies in der Erschütterungsprognose und nehmen vorsichtig vertikale Deckeneigenfrequenzen zwischen 10 und 50 Hz an, sowohl für Stahlbetondecken als auch für Holzbalkendecken. Dabei wird nach /4/ die Resonanzfrequenz der Transferfunktion im diesem Frequenzbereich variiert und der größte Immissionswert ermittelt.

Die horizontalen Komponenten der Schwinggeschwindigkeit sind nach DIN 4150 i.d.R. im Gebäude kleiner als im Boden. Wir verwenden für die Prognose einen konstanten frequenzunabhängigen Transferfaktor von 60 %, der sich nach /6/ aus einem Faktor < 30 % beim Übergang vom Boden auf das Gebäudefundament und einem Faktor bis 200 % beim Übergang vom Gebäudefundament auf Geschossdecken ergibt.

3.5 Richtwerte

Die DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“ enthält Anhaltswerte für die Bewertung der Erschütterungswirkung auf Menschen in Gebäuden (Teil 2) und auf Gebäude (Teil 3). Messgröße ist die Schwinggeschwindigkeit der Erschütterungen in der Einheit mm/s. Die Schwinggeschwindigkeit wird in 3 orthogonalen Richtungen gemessen, davon eine Komponente vertikal und zwei Komponenten horizontal. Relevant sind die Schwinggeschwindigkeiten am Fundament und auf der obersten Geschossdecke eines Gebäudes. In die Bewertung geht die Raumkomponente mit dem größten Messwert ein.

Zeile	Gebäudeart	Schwinggeschwindigkeit am Fundament in mm/s		
		1-10 Hz	10-50 Hz	50-100 Hz *
1	Gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten	20	20-40	40-50
2	Wohngebäude und in Ihrer Konstruktion und/oder Nutzung gleichartige Bauten	5	5-15	15-20
3	Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschütterungsempfindlichkeit nicht denen nach Zeile 1 und Zeile 2 entsprechen und besonders erhaltenswert sind, z.B. unter Denkmalschutz stehen	3	3-8	8-10

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

Tabelle 1 : Anhaltswerte der Schwinggeschwindigkeit am Fundament eines Bauwerks zur Beurteilung der Wirkung kurzzeitiger Erschütterungen auf Bauwerke, nach DIN 4150 Teil 3.

Zeile	Gebäudeart	Schwinggeschwindigkeit auf der obersten Deckenebene in mm/s für alle Frequenzen	
		horizontal	vertikal
1	Gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten	40	20
2	Wohngebäude und in Ihrer Konstruktion und/oder Nutzung gleichartige Bauten	15	20
3	Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschütterungsempfindlichkeit nicht denen nach Zeile 1 und Zeile 2 entsprechen und besonders erhaltenswert sind, z.B. unter Denkmalschutz stehen	8	20 *

* zur Verhinderung leichter Schäden kann eine Abminderung des Anhaltswertes notwendig werden

Tabelle 2 : Anhaltswerte der Schwinggeschwindigkeit auf der obersten Deckenebene zur Beurteilung der Wirkung kurzzeitiger Erschütterungen auf Bauwerke, nach DIN 4150 Teil 3.

3.5.1 Erschütterungswirkung auf Gebäude

Die Bewertung der Erschütterungswirkung auf Gebäude erfolgt nach DIN 4150 Teil 3 „Einwirkungen auf bauliche Anlagen“ (/3/) durch einen Vergleich der maximalen Schwinggeschwindigkeiten V_{max} im Gebäude mit den Anhaltswerten der Tabellen 1 und 2.

Bei Einhaltung der Anhaltswerte treten Schäden an Gebäuden nach bisherigen Erfahrungen nicht auf. Werden die Anhaltswerte überschritten, so folgen daraus nicht zwingend Schäden an Gebäuden. Die relevanten Anhaltswerte sind in den Tabellen 1 und 2 fett gedruckt.

Zeile	Einwirkungsort	tags			nachts		
		A_u	A_o	A_r	A_u	A_o^*	A_r^{**}
1	Einwirkungsorte, in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen und gegebenenfalls ausnahmsweise Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichts- und Bereitschaftspersonen untergebracht sind (vgl. Industriegebiete §9 BauNVO)	0.4	6	0.2	0.3	0.6	0.15
2	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind (vgl. Gewerbegebiete §8 BauNVO)	0.3	6	0.15	0.2	0.4	0.1
3	Einwirkungsorte, in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind (vgl. Kern-, Misch-, Dorfgebiete BauNVO §§ 7, 6, 5).	0.2	5	0.1	0.15	0.3	0.07
4	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind (reines Wohngebiet, allgemeines Wohngebiet, Kleinsiedlungsgebiet BauNVO §§ 4, 3, 2).	0,15	3	0.07	0.1	0.2	0.05
5	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

Die Angaben in den Zeilen 1 bis 4 sind der Baunutzungsverordnung (BauNVO) angelehnt. Eine schematische Gleichsetzung ist jedoch nicht möglich, da die Kennzeichnung unter den Zeilen 1 bis 4 ausschließlich nach den Gesichtspunkten der Schutzbedürftigkeit gegen Erschütterungseinwirkungen vorgenommen ist, die BauNVO aber auch planerischen Gesichtspunkten Rechnung trägt.

* Für Schienenverkehr hat der obere Anhaltswert A_o nachts nicht die Bedeutung, dass bei dessen seltener Überschreitung die Anforderungen der Norm als nicht eingehalten gelten. Liegen einzelne Ereignisse über dem oberen Anhaltswert $A_o=0,6$, so ist nach der Ursache zu forschen (z.B. Flachstelle an den Rädern) und diese möglichst rasch zu beheben. Diese hohen Werte sind bei der Berechnung der Beurteilungsschwingstärke KB_{Fr} zu berücksichtigen.

** Für Schienenverkehr wird bei der Ermittlung von KB_{Fr} der Faktor 2 zur Berücksichtigung der erhöhten Störwirkung in Ruhezeiten nicht angewandt.

Tabelle 3 : Anhaltswerte zur Beurteilung von Erschütterungsimmissionen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen nach DIN 4150 Teil 2.

3.5.2 Erschütterungswirkung auf Menschen in Gebäuden

Die DIN 4150-2 „Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden“ (/2/) gibt Anhaltswerte an, bei deren Einhaltung eine erhebliche Belästigung von Menschen in Gebäuden vermieden wird. Beurteilungsgröße ist die bewertete Schwingstärke KB_F . Die bewertete Schwingstärke KB_F ist der gleitende Effektivwert der frequenzbewerteten Messgröße Schwinggeschwindigkeit. Die

Frequenzbewertung durch einen Hochpass berücksichtigt die Erschütterungsempfindlichkeit des Menschen. Aus der bewerteten Schwingstärke KB_F wird der Maximalwert KB_{Fmax} und falls notwendig die Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} bestimmt. Die Bewertung der Erschütterungen erfolgt nach folgendem Schema mit der Werten nach Tabelle 3:

$KB_{Fmax} < A_u$	Norm ist eingehalten
$A_u < KB_{Fmax} < A_o$ und $KB_{FTr} < A_r$	Norm ist eingehalten
$A_u < KB_{Fmax} < A_o$ und $KB_{FTr} > A_r$	Norm ist nicht eingehalten
$KB_{Fmax} > A_o$	Norm ist nicht eingehalten

Nach Angaben des Auftraggebers ist das Baugebiet laut Baunutzungsverordnung Mischgebiet. Die relevanten Anhaltswerte sind in der Tabelle 3 fett gedruckt.

4. Durchführung der Messungen

Die Erschütterungsmessungen wurden am 03.12.2018 an 2 Messpunkten im Freifeld im Osten des Baugebiets durchgeführt (Abb. 1). Zur Messung des maximalen Erschütterungseintrags in das Baugebiet wurden Messpunkte mit minimalem Abstand zur Schlagschere gewählt und die Schlagschere so betrieben, dass eine maximale Erschütterungsemission zu erwarten ist. Gemessen wurde sowohl am Rand der Baugrube auf der Sohle als auch auf Geländeniveau auf dem Fundament des Grenzzauns (Tab. 4). Die Messaufzeichnung wurde bei Überschreiten einer Schwelle für die Schwinggeschwindigkeit von 0,1 mm/s automatisch gestartet, zusätzlich wurden Messungen manuell getriggert. Gemessen wurden die Erschütterungen ohne Betrieb der Schlagschere, bei Betrieb der Schlagschere im Leerlauf und bei Betrieb der Schlagschere mit Metallbearbeitung.

Die Erschütterungen wurden mit einem Erschütterungsmesssystem Menhir der SEMEX-EngCon GmbH, Ettlingen, digital aufgezeichnet und ausgewertet. Es wurde ein kalibriertes 3 kanaliges Messgerät eingesetzt. Die 3 Kanäle sind horizontal und senkrecht zur Grundstücksgrenze, horizontal und parallel zur Grundstücksgrenze und vertikal ausgerichtet.

Nach DIN 4150 Teil 2 treten bei der Ermittlung von KBF bewerteten Größen erfahrungsgemäß messtechnisch bedingte Unsicherheiten bis etwa 15 % auf. Aufgrund der digitalen Datenaufnahme und Datenbearbeitung addieren sich keine zusätzlichen Fehler.

Messpunkt	Lage	Messdauer	Messgerät Menhir	Untergrund Ankopplung
1	Sohle der Baugrube, Abstand zur Grundstücksgrenze 350 cm	8:20 bis 9:50	# 17130380	Boden Fliese und Haftknete
2	Fundament des Grenzzauns, auf Grundstücksgrenze	10:10 bis 11:35	# 17130380	Mauerwerk Haftknete

Tab. 4 : Messpunkte und Messgerät.

5. Messergebnisse und Prognose

Die größten Erschütterungen werden auf der Sohle der Baugrube (Messpunkt 1) beim Betrieb der Schlagschere mit Metallbearbeitung gemessen (Tab. 5). Die Schlagschere arbeitet rhythmisch, jeder Arbeitsgang dauert ca. 5 Sekunden. Die je Arbeitsgang erzeugten Erschütterungen dauern rund 2 Sekunden, sind nahezu identisch und nach DIN 4150 als kurzzeitige Erschütterungen zu bewerten (Abb. 2). Diese Erschütterungen haben am Messpunkt 1 im wesentlichen Frequenzen zwischen ca. 15 Hz und ca. 35 Hz. Die Amplituden der Erschütterungen sind meist in der Richtung horizontal und senkrecht zur Grundstücksgrenze am stärksten.

Messpunkt	Ohne Schlagschere		Schlagschere ohne Metallbearbeitung			Schlagschere mit Metallbearbeitung		
	V_{\max} [mm/s]	$KB_{F\max}$	Zeit	V_{\max} [mm/s]	$KB_{F\max}$	Zeit	V_{\max} [mm/s]	$KB_{F\max}$
1	< 0,02	< 0,01	9:03	0,090	0,040	8:41 9:49	0,165	0,069
2	< 0,02	< 0,01	10:09	0,050	0,020	10:15	0,110	0,052

Tab. 5: Gemessene maximale Schwinggeschwindigkeiten V_{\max} und bewertete Schwingstärken $KB_{F\max}$ im Freifeld.

Geschossdecke	Richtung	Erdgeschoss		1. Obergeschoss		Ab 2. Obergeschoss	
		V_{\max} [mm/s]	$KB_{F\max}$	V_{\max} [mm/s]	$KB_{F\max}$	V_{\max} [mm/s]	$KB_{F\max}$
Stahlbetondecke	horizontal	0,099	0,041	0,099	0,041	0,099	0,041
	vertikal	0,158	0,069	0,158	0,069	0,158	0,069
Holzbalkendecke	horizontal	0,099	0,041	0,099	0,041	0,099	0,041
	vertikal	0,101	0,031	0,218	0,094	0,400	0,176

Tab. 6: Prognose der maximalen Schwinggeschwindigkeiten V_{\max} und bewertete Schwingstärken $KB_{F\max}$ in den geplanten Gebäuden.

Die Messwerte am Messpunkt 1 werden für die Prognose der größtmöglichen Erschütterungen in den geplanten Neubauten genutzt. Die Prognose erfolgt nach /4/ und /6/ anhand der Messwerte im Freifeld und einem konstanten Verstärkungsfaktor von 60% für Horizontalkomponenten sowie Transferfunktionen der DB Systemtechnik GmbH für Stahlbetondecken und Holzbalkendecken für die Vertikalkomponente. Es werden vertikalen Deckeneigenfrequenzen zwischen 10 Hz und 50 Hz berücksichtigt.

Die berechnete Verstärkung der vertikalen Erschütterungskomponente ist am größten auf Geschossdecken mit tiefsten vertikalen Eigenfrequenz von 26 Hz. Die stärksten Erschütterungen werden auf Holzbalkendecken im 2. Obergeschoss prognostiziert (Tab. 6). Erschütterungen mit einer bewerteten Schwingstärke $KB_{F\max} < 0,1$ sind i.d.R. nicht fühlbar. Es ist deshalb zu erwarten, dass die vom Betrieb der Schlagschere erzeugten Erschütterungen nur auf Holzbalkendecken ab dem 2. Obergeschoss gefühlt werden können (Tab. 6). Auf Holzbalkendecken in tiefer liegenden Geschossen oder generell auf Stahlbetondecken sind diese Erschütterungen nicht fühlbar.

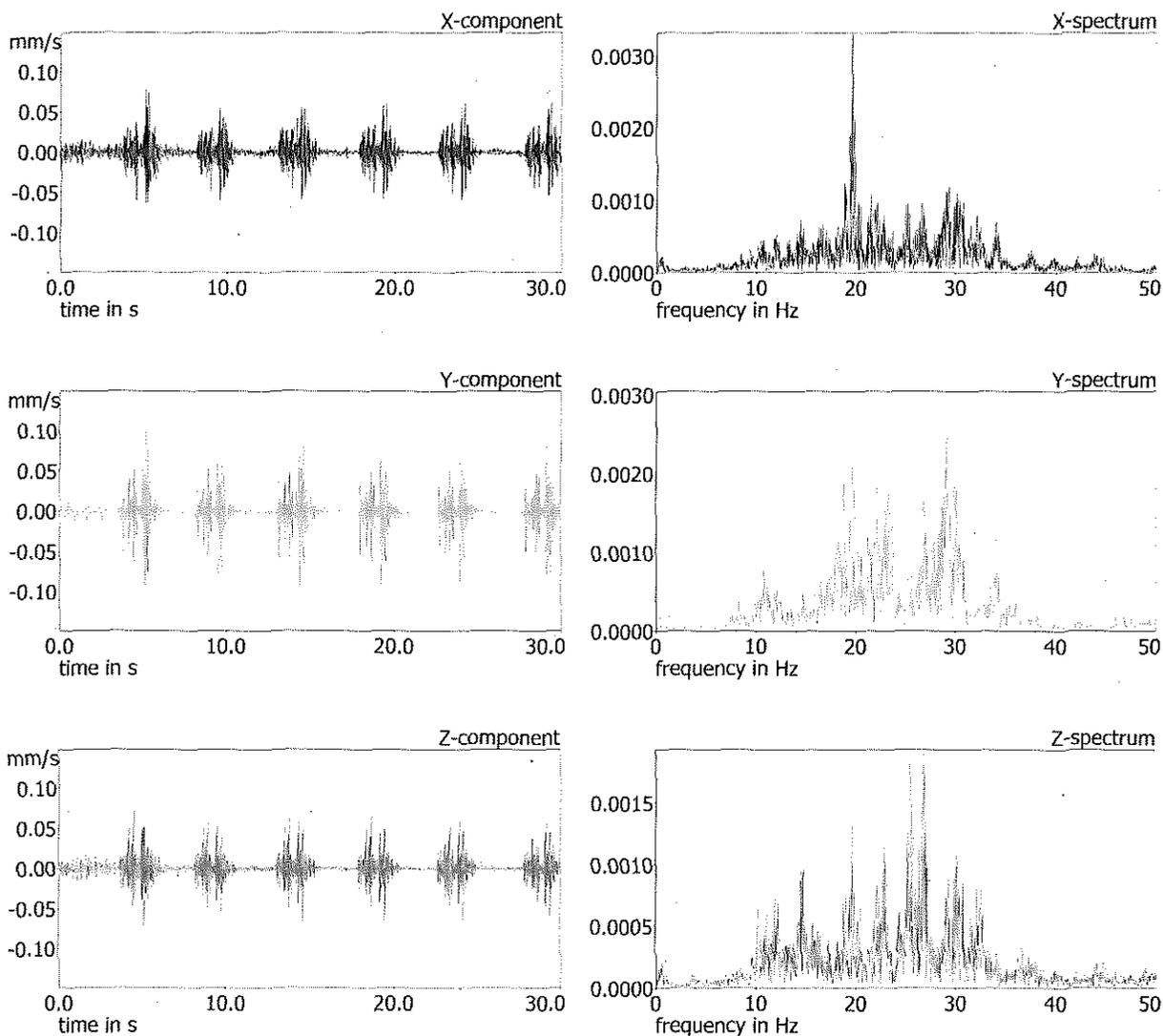


Abb. A2 : Erschütterungen im Freifeld am Messpunkt 1 um 9:49 bei Betrieb der Schlagschere mit Metallbearbeitung. Links: Seismogramme und rechts: Amplitudenspektren. Komponenten angeordnet von oben nach unten: Horizontal parallel zur Grundstücksgrenze, horizontal senkrecht zur Grundstücksgrenze, vertikal.

5.1 Erschütterungswirkung auf Gebäude

Die Anhaltswerte der DIN 4150 Teil 3 „Einwirkungen auf bauliche Anlagen“ (/3/) werden für alle Frequenzen und alle Komponenten eingehalten, wenn die maximalen Schwinggeschwindigkeiten im Gebäude folgende Werte (siehe Tab. 1 und 2) nicht überschreiten :

$$\begin{aligned}
 V_{\text{Fundament}} &< 5 \text{ mm/s} \\
 V_{\text{Geschossdecke}} &< 15 \text{ mm/s}
 \end{aligned}$$

Für den geplanten Gebäude sind die prognostizierten maximalen Schwinggeschwindigkeiten auf Geschossdecken (Tab. 6, Holzbalkendecken, 2.Obergeschoss) relevant:

$$\text{Prognose } V_{\text{Geschossdecke}} = 0,4 \text{ mm/s}$$

Die prognostizierten Schwinggeschwindigkeiten erreichen auf Geschossdecken maximal ca. 3 % der Anhaltswerte der DIN 4150 Teil 3. Schäden an den Gebäuden im Sinne einer Minderung des Gebrauchswertes sind bei der gemessenen Erschütterungseinwirkung nicht zu erwarten.

5.2 Erschütterungsbelastung für Menschen

Für die Beurteilung der Erschütterungseinwirkung auf Menschen in Gebäuden nach DIN 4150 Teil 2 (/2/) ist die maximale bewertete Schwingstärke im Gebäude mit den Anhaltswerten A_u nach Tabelle 3 zu vergleichen:

$$\begin{array}{ll} \text{Mischgebiet} & \text{tags (6-22 Uhr)} : A_u = 0,2 \\ & \text{nachts (22-6 Uhr)} : A_u = 0,15 \end{array}$$

In den Neubauten werden auf Geschossdecken maximale bewertete Schwingstärken KB_{Fmax} prognostiziert von (Tab. 6, Holzbalkendecken, 2.Obergeschoss):

$$\text{Prognose } KB_{Fmax} = 0,176$$

Die Schlagschere wird nur tags betrieben. Der untere Anhaltswert A_u und damit die Anforderungen nach DIN 4150-2 werden eingehalten. Eine erhebliche Erschütterungsbelastung für Menschen in den geplanten Neubauten ist nicht zu erwarten.