

Schalltechnisches Büro A. Pfeifer, Dipl.-Ing.

Birkenweg 6, 35630 Ehringshausen
Tel.: 06449/9231-0 Fax.: 06449/6662
E-Mail: info@ibpfeifer.de
Internet: www.ibpfeifer.de

Beratung Gutachten Messung
Forschung Entwicklung Planung

Eingetragen in die Liste der Nachweis-
berechtigten für Schallschutz gem. § 4 Abs. 1
NBVO bei der Ingenieurkammer Hessen

VMPA – anerkannte Schallschutzprüfstelle
nach DIN 4109 "Schallschutz im Hochbau"

Maschinenakustik
Raum- und Bauakustik
Immissionsschutz
Schwingungstechnik

Ehringshausen, den 05.01.2017

Messbericht Nr. 3481/IIa

Inhalt : **Geplante Wohnanlage „Am Taunusbrunnen“
in 61184 Karben
Erschütterungstechnische Untersuchung an der
Bahnstrecke Kassel-Frankfurt**

Bauherr : **Kling GmbH
Robert-Bosch-Str. 66
61184 Karben**

Anmerkung : Dieser Messbericht besteht aus 24 Seiten und ersetzt den
Messbericht Nr. 3481/II vom 29.11.2016.
Eine auszugsweise Zitierung ist mit uns abzustimmen.

Schalltechnisches Büro Pfeifer
A. Pfeifer


A. Pfeifer, Dipl.-Ing.
Schalltechnisches Büro
Birkenweg 6 · 35630 Ehringshausen
Tel. 06449/9231-0 · Fax 06449/6662

Inhaltsverzeichnis		Seite
1.	Aufgabenstellung	3
2.	Grundlagen	3
2.1	Verwendete Unterlagen	3
2.2	Rechts- und Beurteilungsgrundlagen	3
2.3	Beschreibung der Immission	4
2.4	Lagebeschreibung	5
2.5	Anlagenbeschreibung	5
3.	Anforderungen	6
3.1	Anhaltswerte Erschütterungen	6
3.2	Sekundärer Luftschall	7
3.3	Vorgehensweise	8
4.	Messungen	9
4.1	Zeit und Ort der Messungen	9
4.2	Verwendete Geräte	9
4.3	Kalibrierung	9
4.4	Ankopplung der Schwingungsaufnehmer	10
4.5	Durchführung der Messungen	10
4.6	Messergebnisse Erschütterungen	11
4.6.1	Messung 1	11
4.6.2	Messung 2	16
4.7	Sekundärer Luftschall	18
4.7.1	Messung 1	18
4.7.2	Messung 2	20
5.	Erweiterung auf 4 Gleise	20
6.	Zusammenfassung	20
7.	Messunsicherheit	20
8.	Anhang	21

1. Aufgabenstellung

Es soll eine Wohnanlage „Am Taunusbrunnen“ in 61184 Karben entstehen. Hierzu wird ein Bebauungsplan erstellt. Die Fläche liegt an der Bahnstrecke Kassel-Frankfurt.

Es sollen Erschütterungsmessungen an der Bahnstrecke erfolgen. Der sekundäre Luftschall und die Erschütterungsimmissionen sollen prognostiziert und bewertet werden.

2. Grundlagen

2.1 Verwendete Unterlagen

- DB Leitfaden für den Planer, Körperschall und Erschütterungsschutz, August 1996, (berichtigt Februar 1999)
- Grütz/Said „Zur Ermittlung des sekundären Luftschalls aus oberirdischem Schienenverkehr“, DAGA 1992
- Lageplan, PDF-Datei „14012_Karben am Taunusbrunnen_Lageplan.pdf“

2.2 Rechts- und Beurteilungsgrundlagen

BImSchG	Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge vom 15.3.1974 in der aktuellen Fassung (Bundesimmissionsschutzgesetz)
24. BImSchV	Vierundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes (Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung) vom 4.2.1997
DIN 4109	Schallschutz im Hochbau, Anforderungen und Nachweise vom November 1989
Einführungserlass DIN 4109 Hessen	Einführungserlass zur Hessischen Bauordnung des Ministeriums für Landesentwicklung, Wohnen, Landwirtschaft,

Forsten und Naturschutz; hier: technische Anforderungen zum Schallschutz Norm DIN 4109 (Erlass vom 11. Dezember 1990 - StAnz. 1991 S. 15).

DIN 4150-2

Erschütterungen im Bauwesen, Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden vom Juni 1999

2.3 Beschreibung der Immission

Von Schienen-Verkehrswegen gehen folgende Immissionen aus:

1. Niederfrequente Schwingungen, die sich über das Erdreich fortpflanzen und den Baukörper von an der Schienenstrecke gelegenen Wohnhäusern zu Erschütterungen anregen. Diese werden nach dem Übergang auf das Fundament des Baukörpers vermindert, jedoch können insbesondere weit gespannte Decken in Gebäuden in ihrer Eigenfrequenz angeregt werden, so dass eine deutliche Zunahme der Erschütterung erfolgen kann. Diese Bewegungen der Decke sind für Personen ab einer individuell unterschiedlichen Schwelle spürbar. Darüber hinaus werden leicht anregbare Strukturen zu Schwingungen angeregt, die günstigstenfalls nur sichtbar sind (Lampen, langstielige Pflanzen); im ungünstigsten Fall werden dabei Geräusche erzeugt (sog. „Nichtlinearitäten“ wie z. B. Klirren von Gläsern im Schrank).
2. Die höherfrequenten Anteile von Schwingungen, die sich auf diesem Weg ausbreiten, führen in Räumen (auch in Räumen, die auf der von der Bahnstrecke abgewandten Seite liegen) zu sog. „sekundärem Luftschall“. D. h., die Schwingungen werden von Raumbegrenzungsflächen (Decken und Wände) abgestrahlt. In Wohnräumen, die zur Bahnstrecke hin orientiert sind und deren Fenster keinem allzu hohen Schallschutzstandard entsprechen, überwiegt in der Regel der sog. „primäre Luftschall“, der von der Schienenstrecke direkt abgestrahlt wird.
3. Der primäre Luftschall wird direkt an die Luft abgegeben und trifft auf benachbarte Gebäude auf. Die Übertragung in Räume erfolgt überwiegend durch Bauteile mit geringer Schalldämmung. Dies sind in der Regel die Fenster oder die Dächer. Der primäre Luftschall wird zur Beurteilung vor dem geöffneten Fenster gemessen; hier besteht im Unterschied zu den beiden vorgenannten Immissionen die Möglichkeit zur Einflussnahme seitens der Nutzer, z. B. durch den Einbau von hoch schalldämmenden Fenstern.

2.4 Lagebeschreibung

Die Bahnstrecke liegt westlich des Baugebietes, verläuft in Nord-Südrichtung und befindet sich im Bereich der geplanten Baufläche in Troglage. Der Abstand von dem zum Baugebiet orientierten Gleis zu dem nächstgelegenen geplanten Wohnhaus beträgt ca. 55 m.

Das Gelände ist eben.

2.5 Anlagenbeschreibung

Im relevanten Streckenabschnitt befinden sich keine Weichen. Die Strecke ist gerade. Die Gleise ruhen auf im Schottenbett verlegten Betonschwellen. Maßnahmen zum Erschütterungsschutz sind nicht erkennbar. Folgende Angaben zur den Zugzahlen liegen vor:

Tab. 1 : Zugzahlen.

Bezeichnung	Anzahl Züge			v km/h	l m	Scheiben- bremsenanteil %
	Tag	Abend	Nacht			
F-Bahn S-N						
EuroCity/InterCity	7	0	1	160	340	100
Interregio	16	0	1	160	205	100
Nahverkehrszug	15	0	2	140	205	100
Nahverkehrszug	15	0	2	140	205	85
Nahverkehrszug	2	0	0	120	80	100
Güterzug (Fernverkehr)	11	0	24	100	500	0
Güterzug (Nahverkehr)	5	0	2	100	500	0
F-Bahn N-S						
EuroCity/InterCity	7	0	1	160	340	100
Interregio	16	0	1	160	205	100
Nahverkehrszug	15	0	2	140	205	100
Nahverkehrszug	15	0	2	140	205	85
Nahverkehrszug	2	0	0	120	80	11
Güterzug (Fernverkehr)	20	0	24	100	500	0
Güterzug (Nahverkehr)	3	0	2	100	500	0
S-Bahn						
S-Bahn (Triebzug)	10	0	2	140	210	100
S-Bahn (Triebzug)	35	0	7	140	140	100

3. Anforderungen

3.1 Anhaltswerte Erschütterungen

Nach DIN 4150-2, Teil 2, „Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden“ wird aus den unbewerteten Erschütterungssignalen (Schwinggeschwindigkeit) die bewertete Schwingstärke KB_F berechnet. Für die Beurteilung wird die maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} und, falls erforderlich, die Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} bestimmt und mit Anhaltswerten verglichen, die nach Einwirkungsorten entsprechend der baulichen Nutzung ihrer Umgebung und nach der Zeit des Auftretens wie folgt unterteilt sind:

A_u : unterer Anhaltswert (schon ein kurzzeitiges Maximum der maximalen bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} führt zu einer Überschreitung dieses Wertes).

A_r : Anhaltswert zum Vergleich mit der Beurteilungsschwingstärke. (Die Beurteilungsschwingstärke kennzeichnet die Immission des kompletten Beurteilungszeitraums.)

Tab. 2: Anhaltswerte A für die Beurteilung von Erschütterungsimmisionen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen

Zeile	Einwirkungsort	tags		nachts	
		A_u	A_r	A_u	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 (vergleiche Industriegebiete § 9 BauNVO)	0,4	0,2	0,3	0,15
2	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind (vergleiche Gewerbegebiete § 8 BauNVO)	0,3	0,15	0,2	0,1
3	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	0,1	0,15	0,07
4	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind (vergleiche reines Wohngebiet § 3 BauNVO, allgemeine Wohngebiete § 4 BauNVO, Kleinsiedlungsgebiete § 2 BauNVO)	0,15	0,07	0,1	0,05
5	Besonders schutzbedürftige Einwirkungsorte, z.B. in Krankenhäusern, in Kurkliniken, soweit sie in dafür ausgewiesenen Sondergebieten liegen.	0,1	0,05	0,1	0,05

Der obere Anhaltswert der DIN 4150 Teil 2 gilt nicht bei der Beurteilung von Erschütterungen aus Schienenverkehr.

Maßgebend für die Zuordnung sind die Festsetzungen in den Bebauungsplänen. Ist ein rechtsverbindlicher Bebauungsplan nicht vorhanden oder weicht die tatsächliche bauliche Nutzung im Einwirkungsbereich der Anlage erheblich von der im Bebauungsplan festgesetzten baulichen Nutzung ab, ist von der tatsächlichen baulichen Nutzung unter Berücksichtigung der vorgesehenen baulichen Entwicklung des Gebietes auszugehen. Im vorliegenden Fall handelt es sich um ein Gebiet gemäß der Zeile 4.

Die Anforderungen der Norm sind eingehalten, wenn die maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} während der jeweiligen Beurteilungszeit tags (06:00 bis 22:00 Uhr) und nachts (22:00 bis 06:00 Uhr) kleiner oder gleich dem unteren Anhaltswert A_u ist.

Ist KB_{Fmax} größer als A_u , gilt die Anforderung der Norm als erfüllt, wenn die Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} nicht größer als der Beurteilungs-Schwingstärke-Anhaltswert A_r ist.

3.2 Sekundärer Luftschall

Der sekundäre Luftschall tritt gleichzeitig mit dem primären Luftschall auf. In Räumen, die zu der Bahnstrecke orientiert sind und die über Fenster üblicher Bauart verfügen (also ohne besondere Schallschutzeigenschaften), überwiegt i. d. R. der primäre Luftschallanteil.

Die Bewertung des sekundären Luftschalls erfolgt auf der Grundlage der 24. BImSchV für Räume, die überwiegend zum Schlafen genutzt werden. Im Gerichtsurteil des Verwaltungsgerichtshofes Baden-Württemberg vom 06.04.2006 wird angeführt, dass der Korrektursummand $D = 27$ dB für Schlafräume den Umstand berücksichtigt, dass die Schalldämm-Maße von Außenbauteilen bei Linienquellen um $\Delta L = 3$ dB geringer sind. Die Schädlichkeitsgrenze für die Beurteilung von sekundärem Luftschall sei daher der Wert $L = 30$ dB(A).

Bei der Berechnung des Beurteilungspegels wird der Schienenbonus von $\Delta L = 5$ dB *nicht* abgezogen.

Zur Berechnung des sekundären Luftschalls wird der mittlere Schnellepegel auf den Raumbegrenzungsflächen, der spektrale Abstrahlgrad sowie die Raumab-

sorption benötigt. Da die Ermittlung dieser Größen – insbesondere die messtechnische Ermittlung des mittleren Schnellepegels – aufwendig ist, wird der sekundäre Luftschall mit der folgenden empirisch gewonnenen Gleichung (Grütz/Said „Zur Ermittlung des sekundären Luftschalls aus oberirdischem Schienenverkehr“, DAGA 1992) berechnet:

$$L_{\text{sek}} = 26,2 + 0,48 L_{\text{VA}} \quad \text{dB(A) für Betondecken und Fernbahnen}$$

L_{VA} : A-bewerteter Schnellepegel re 5E-8 m/s im Frequenzbereich bis einschließlich der 315 Hz-Terz.

3.3 Vorgehensweise

Bei bestehenden Gebäuden sind die Messung auf dem Fußboden des zu untersuchenden Raumes an den Stellen vorzunehmen, an denen die stärksten Erschütterungen zu erwarten sind. Dies ist bei Erschütterungen in vertikaler Richtung i. d. R. die Mitte des Deckenfeldes.

Bei noch nicht existierenden Gebäuden sind die Schwingwerte für diese Position zu prognostizieren.

Messung 1: Es wurden auf der Bodenplatte des ehemaligen Trafohauses Messungen in drei Richtungen durchgeführt. Die Abmessungen des Trafohauses betragen innen 3 m * 3m. Der Messpunkt befand sich 50 cm vom Rand der Fläche entfernt. Anmerkung: Es wurden ein weiterer Messpunkt in z-Richtung in ca. 2 m Entfernung angeordnet. Diese Ergebnisse werden hier nicht dokumentiert. Die gemessenen Beschleunigungspegel waren etwas niedriger als die hier dokumentierten.

Messung 2: Es wurden auf der Bodenplatte der östlichen Halle direkt in der Nähe der Außenwand (siehe Lageplan) Messungen in drei Richtungen durchgeführt. Der Messpunkt befand sich 5 cm vom der Wand entfernt. Anmerkung: Es wurden 2 weitere Messpunkte in z-Richtung angeordnet. Diese Ergebnisse werden hier nicht dokumentiert. Die gemessenen Beschleunigungspegel waren etwas niedriger als die hier dokumentierten. Die Messungen an diesem Messpunkt wurden für den Zeitraum von zwei Nächten durchgeführt. Die Messungen für die 2. Nacht wurde ebenfalls ausgewertet. Dokumentiert sind hier die höheren Ergebnisse der ersten Nacht.

Der sekundäre Luftschall wird aus den gemessenen Daten berechnet.

Die Messungen fanden unbeaufsichtigt statt. Weitere Erschütterungsquellen im Nachtzeitraum sind nicht zu erkennen. Von der in Bezug auf den Messpunkt 2

nahegelegenen Bundesstraße im Süden kann eine geringe Erschütterungseinwirkung nicht ausgeschlossen werden. Diese Erschütterungen sind mit erfasst und in der Ergebnissen enthalten.

4. Messungen

4.1 Zeit und Ort der Messungen

Die Messungen wurden an den folgenden Messpunkten durchgeführt (siehe Plan im Anhang):

- 1 am 10.08.2016 ab 18:00 Uhr bis zum 11.08.2016 um 08:00 Uhr in dem ehemaligen Trafobaus
2. am 10.11.2016 ab 18:00 Uhr bis zum 12.11.2016 um 11:00 Uhr in der Ecke der Halle

4.2 Verwendete Geräte

Für die Messungen und die Auswertung der Messungen wurden die nachfolgend aufgeführten Geräte verwendet:

Gerät	Typ	Hersteller	Serien-Nr.
Cronos	PL 3	IMC	121620
Beschleunigungsaufnehmer	KS 48 B	MMF	5048
Beschleunigungsaufnehmer	KS 48 B	MMF	06011
Beschleunigungsaufnehmer	KS 48 C	MMF	08130
Beschleunigungsaufnehmer	KB 12 VD	MMF	15047
Beschleunigungsaufnehmer	KS 77C-100	MMF	8032
Beschleunigungsaufnehmer	KS 77C-100	MMF	8041
Schwingungskalibrator	VC 10	MMF	920031

4.3 Kalibrierung

Die Messketten der eingesetzten Geräte wurden vor und nach den Messungen jeweils geprüft. Es wurden keine Abweichungen festgestellt.

4.4 Ankopplung der Schwingungsaufnehmer

Die Messaufnehmer waren auf dem Boden mit Wachs fixiert.

4.5 Durchführung der Messungen

Nach DIN 4150 muss die Messung der Schwinggrößen in vertikaler Richtung und zwei zueinander rechtwinkligen horizontalen Richtungen erfolgen.

Die Messung erfolgte hier in x-, y- und z-Richtung. Die y-Richtung ist die Richtung parallel zu den Gleisen; die x-Richtung ist 90° zu den Gleisen orientiert; die z-Richtung ist die vertikale Richtung.

Die Erschütterungen wurden an den Messpunkten kontinuierlich gemessen. Gemessen wurde die Beschleunigung. Das analoge beschleunigungsproportionale Signal der Beschleunigungsaufnehmer wurde mit einer Abtastrate von 1 ms erfasst.

Für eine weitere Auswertung wurde das Rohsignal bandpassgefiltert. Die Bandpassfilterung der Zeitsignale erfolgte im Frequenzbereich von 1-80 Hz (Filtercharakteristik Bessel, Filterordnung 10).

Zur Berechnung der die Erschütterungseinwirkung kennzeichnenden Größen wurde zur Berechnung der Schwinggeschwindigkeit eine Integration und eine KB-Filterung durchgeführt.

Die Beurteilungsschwingstärke wird nach der folgenden Gleichung ermittelt:

3.6

Taktmaximal-Effektivwert KB_{FTm}

Wurzel aus dem Mittelwert der quadrierten Taktmaximalwerte KB_{FTi} nach Gleichung (3).

$$KB_{FTm} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N KB_{FTi}^2} \quad (3)$$

Dabei ist:

N die Anzahl der Takte.

Bei Anwendung der Gleichung (3) sind Werte $KB_{FTi} \leq 0,1$ mit dem Wert 0 einzusetzen. Jedoch gehen auch diese Takte in die Anzahl N ein.

Abb. 1 : Auszug aus Din 4150 Teil 2.

Die Beurteilungsschwingstärke wird nach der folgenden Gleichung ermittelt:

$$KB_{FTr} = KB_{FTm} * \sqrt{\frac{T_e}{T_r}}$$

KB_{FTm} : Taktmaximal-Effektivwert

T_e : Einwirkzeit

T_r : Beurteilungszeit

Zur Berechnung des sekundären Luftschalls erfolgte eine Bandpassfilterung der Zeitsignale der Beschleunigung im Frequenzbereich von 1-340 Hz (Filtercharakteristik Bessel, Filterordnung 10). Es erfolgte eine Integration zur Berechnung der Schwingschnelle sowie eine Frequenzbewertung A und eine Zeitbewertung „fast“.

Anschließend erfolgte eine Mittelwertbildung und Logarithmustransformation mit $L_v = 20 * \log(v/v_0)$ re 5E-8 m/s.

4.6 Messergebnisse Erschütterungen

4.6.1 Messung 1

In der folgenden Abbildungen sind die ermittelten KB-Werte der Zugvorbeifahrten dargestellt:

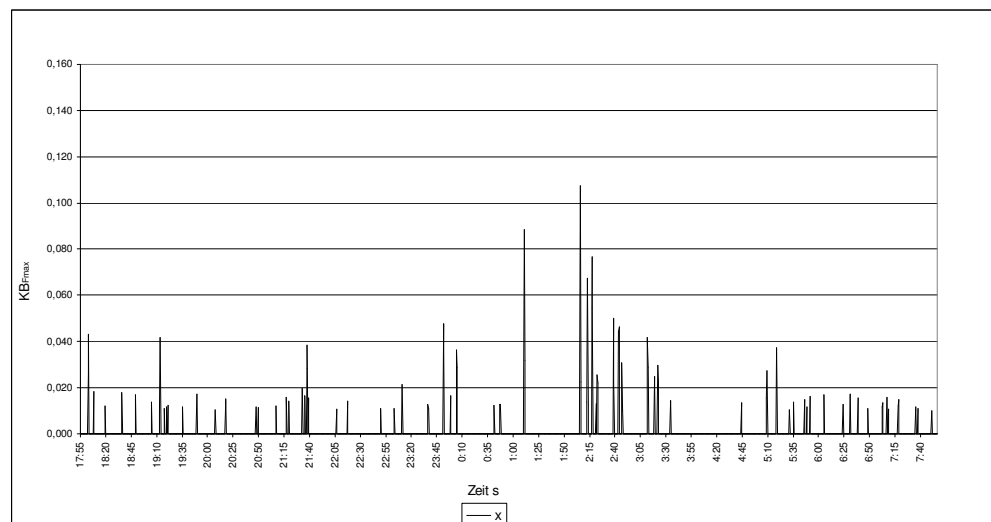


Abb. 2 : KB-Werte für x-Richtung (90° zur Bahnstrecke).

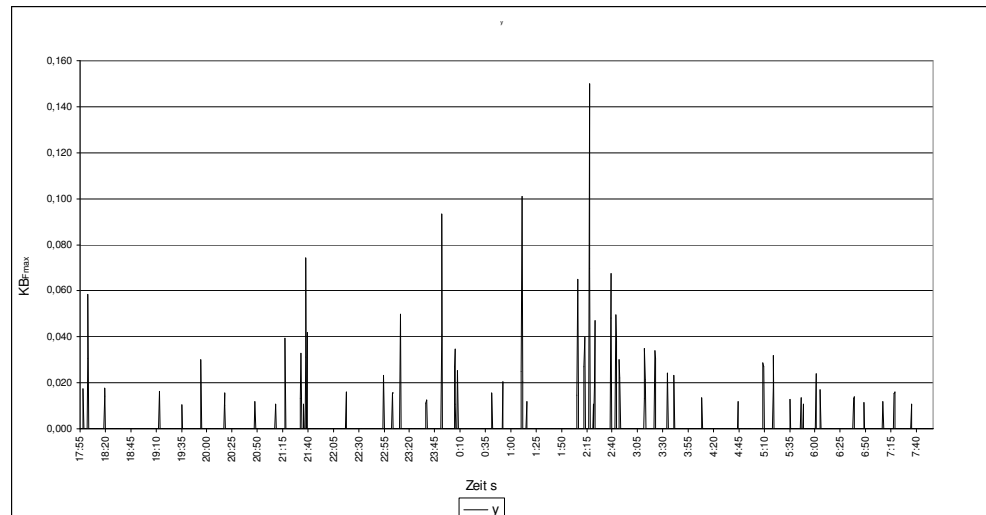


Abb. 3 : KB -Werte für y-Richtung (parallel zur Bahnstrecke).

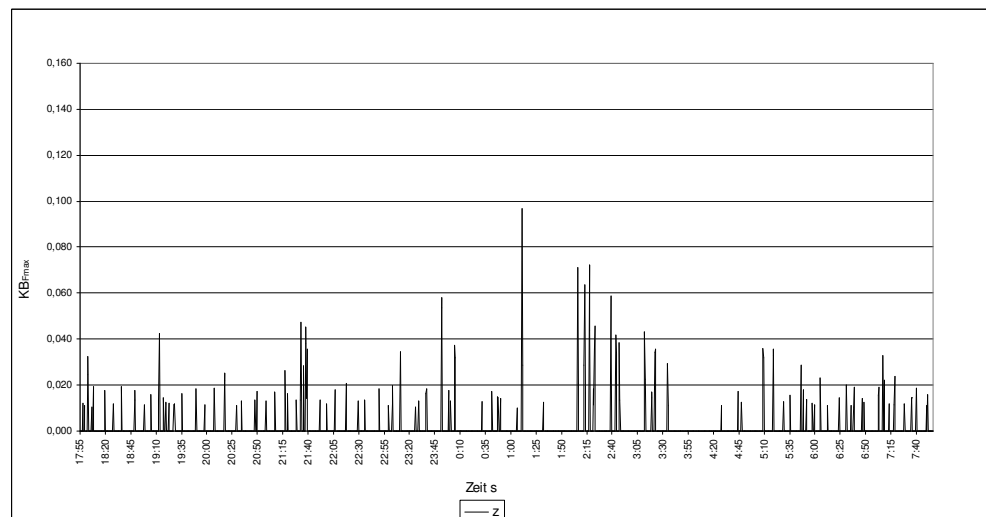


Abb. 4 : KB -Werte für z-Richtung (vertikal).

Die berechneten KB_{FT} -Werte sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tab. 3 : KB -Werte.

Richtung	x	y	z
Einwirkzeit T_e min	25	26	34
KB_{FT}	0,008	0,010	0,009

Da diese Werte auf einem Fußboden in der Nähe der Fundamente gemessen wurden, ist eine Prognose zu den Geschossdecken der späteren Wohnhäuser erforderlich. Hier ist eine Zunahme der Erschütterungsgrößen insbesondere bei der ersten vertikalen Eigenfrequenz der Decken zu erwarten.

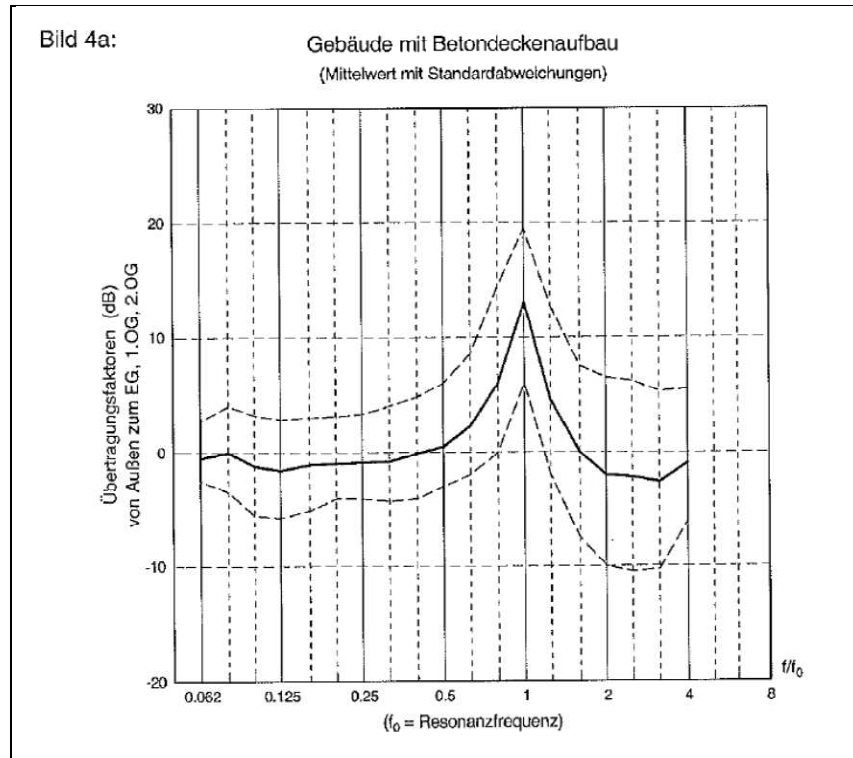


Abb. 5: Abbildung aus „DB Leitfaden für den Planer“.

Für den Übergang von außen zu den Geschossen wird vom o.g. Leitfaden die Anwendung der in der Abbildung angegebenen Übertragungswerten angegeben.

Der Mittelwert geht im Resonanzbereich von einer Feldgrößenerhöhung von $\Delta L = 12$ dB bzw. Faktor 4 aus. Im ungünstigsten Fall der Standardabweichung beträgt die Erhöhung $\Delta L = 12$ dB entsprechend eines Faktors 10.

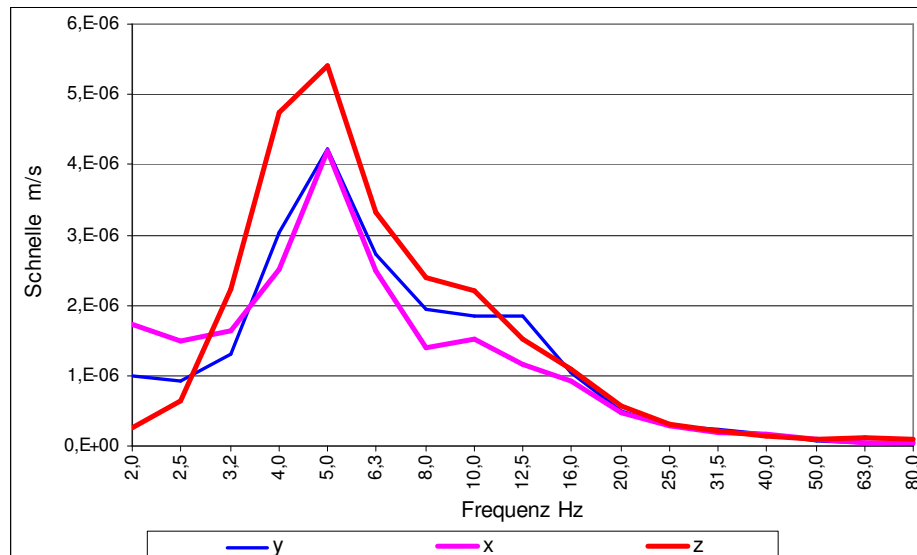


Abb. 6 : Terzspektrum der Schwingschnelle

Anhand des Terzspektrum ist zu erkennen, dass es sich bei der Anregung i. W. um Frequenzen um 5 Hz-20 Hz handelt.

Bei steif ausgeführten Baukonstruktionen der Wohnhäuser (z. B. Deckenspannweite bis 6 m, Stärke der Decken mindestens 22 cm) ist eine Zunahme der Feldgrößen bzw. der KB-Werte maximal um den Faktor 3 zu erwarten.

In diesem Frequenzbereich sind mit der vorgenannten Ausführung keine Deckeneigenfrequenzen zu erwarten.

Diese Einschätzung basiert auf der Grundlage einer Reihe eigener Messungen. Bei einer steifen Ausführung der Gebäude schätzen wir diesen Ansatz als einen Ansatz zur sichereren Seite ein.

Die maximalen KB_{Fmax} -Werte überschreiten die Anforderung des unteren Anhaltswertes A_u . Daher ist die Beurteilungsschwingstärke zur Beurteilung heranzuziehen.

Erschütterungsabnahme mit der Entfernung:

Der Messpunkt liegt in ca. 65 m Entfernung. Das nächstgelegene geplante Wohnhaus liegt ca. 55 m von der Bahnstrecke entfernt.

Wenn sich der Abstand der Wohnbebauung zum Gleis erhöht oder vermindert, ist dies mit einer Abnahme oder Erhöhung der Erschütterungsfeldgrößen verbunden (siehe folgende Abbildung). Diese Ab- oder Zunahme ist frequenzabhängig.

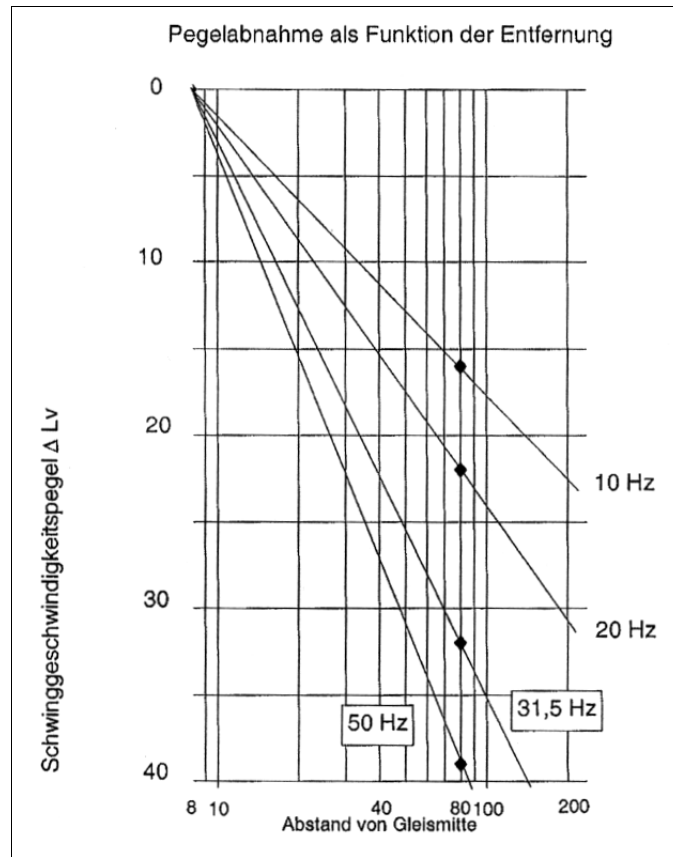


Abb. 7 : Abnahme der Erschütterung bei der Ausbreitung.

Ausgehend von einer Pegelabnahme von $\Delta L = 6$ dB pro Entfernungsverdoppelung ist bei einer Entfernung von 55 m eine Zunahme der Erschütterungsgrößen von ca. 18 % zu erwarten.

Unter Ansatz eines Faktors 3 für die zu erwartende Erhöhung der Feldgrößen auf den Geschossdecken ergibt die Auswertung folgende KB-Werte.

Tab. 4 : KB-Werte.

Richtung	x	y	z
Einwirkzeit T_e min	25	26	34
KB_{FTm}	0,035	0,041	0,032
KB_{FTr}	0,008	0,010	0,009
KB_{FTr} am Wohnhaus in 55 m	0,009	0,011	0,010
KB_{FTr} am Wohnhaus auf Decke	0,028	0,034	0,030

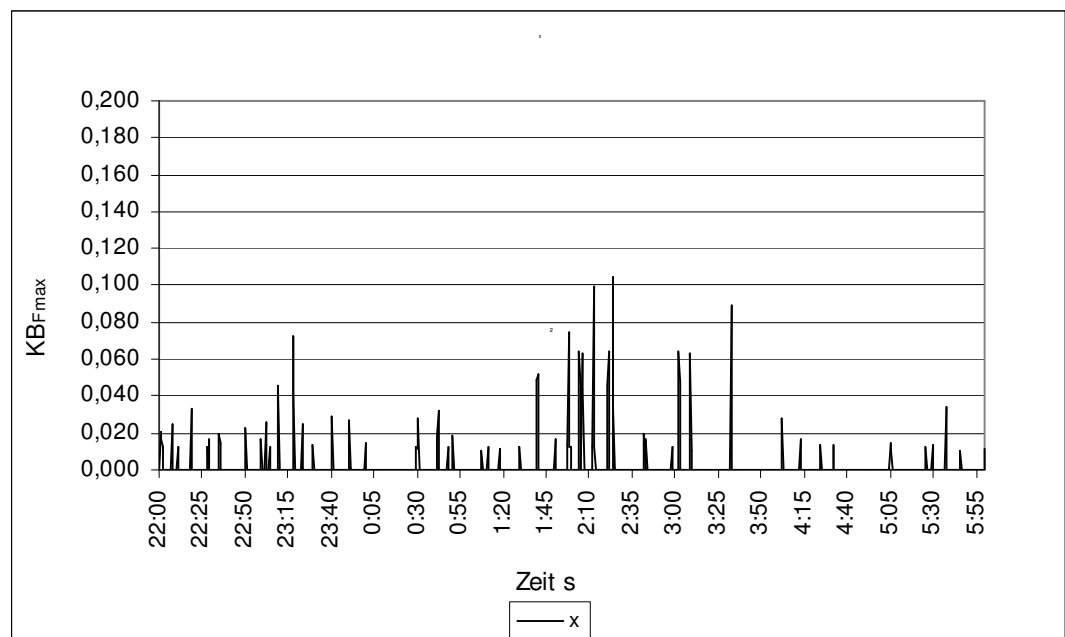
Tab. 5 : $KB_{F_{max}}$ -Werte.

Richtung	x	y	z
$KB_{F_{max}}$ Messpunkt	0,011	0,015	0,010
$KB_{F_{max}}$ am Wohnhaus in 55 m	0,127	0,114	0,177
$KB_{F_{max}}$ am Wohnhaus auf Decke	0,150	0,135	0,209

Die Beurteilungsschwingstärke unterschreitet die Anhaltwerte der DIN 4150 für Wohngebiete (A_f : 0,05 nachts). Die Anforderung dieser Norm wird eingehalten.

4.6.2 Messung 2

In den folgenden Abbildungen sind die Messungen an dem Messpunkt 2 dargestellt:

Abb. 8 : KB -Werte für x-Richtung (90° zur Bahnstrecke).

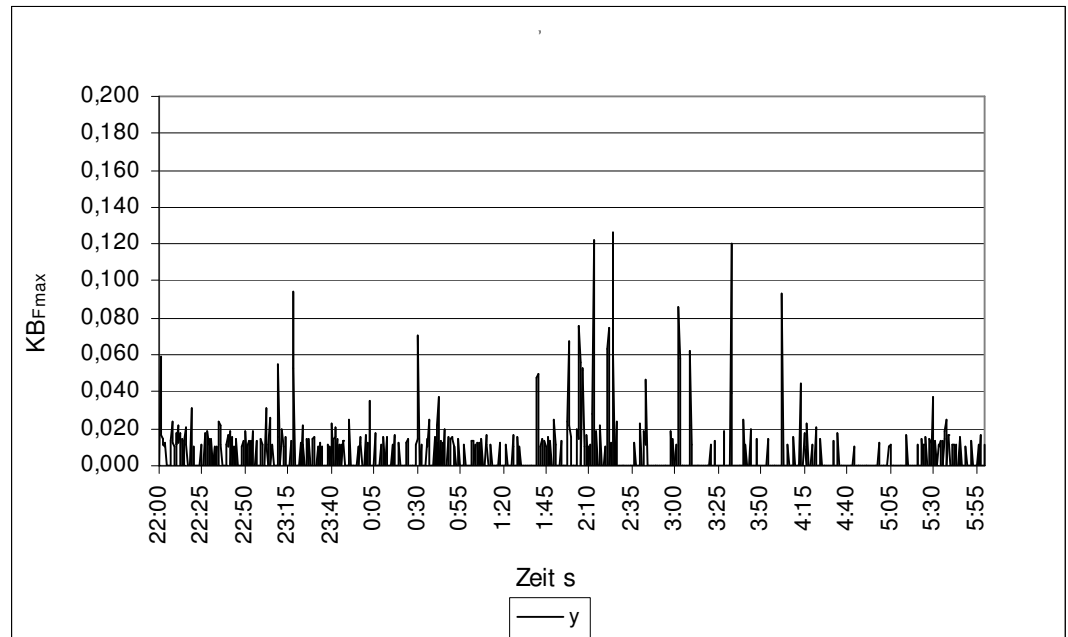


Abb. 9 : KB-Werte für x-Richtung (90° zur Bahnstrecke).

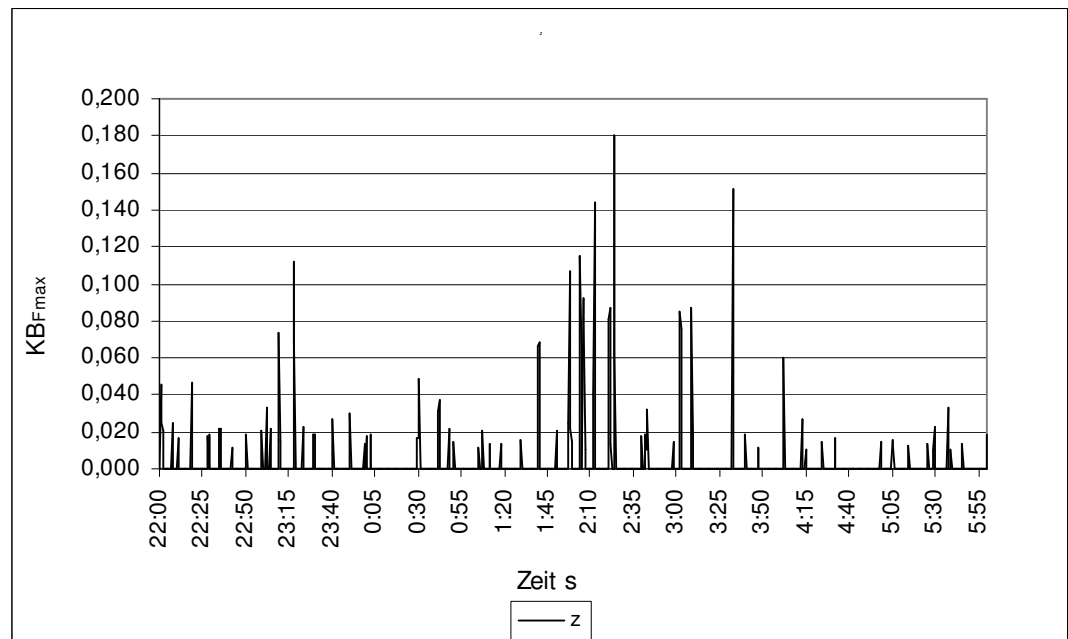


Abb. 10 : KB-Werte für z-Richtung (vertikal).

Tab. 6 : KB-Werte.

Richtung	x	y	z
Einwirkzeit T_e min	117	37	76
KB_{FTm}	0,033	0,025	0,051
KB_{FTr}	0,010	0,014	0,017
KB_{FTr} am Wohnhaus	0,008	0,011	0,014
KB_{FTr} am Wohnhaus auf Decke	0,024	0,034	0,041

Tab. 7 : KB_{Fmax} -Werte.

Richtung	x	y	z
KB_{Fmax} Messpunkt	0,097	0,106	0,146
KB_{Fmax} am Wohnhaus in 55 m	0,077	0,085	0,116
KB_{Fmax} am Wohnhaus auf Decke	0,232	0,255	0,349

Die Beurteilungsschwingstärke unterschreitet die Anhaltwerte der DIN 4150 für Wohngebiete (A_f : 0,05 nachts). Die Anforderung dieser Norm wird eingehalten.

4.7 Sekundärer Luftschall

4.7.1 Messung 1

In der folgenden Abbildung sind die auf der Grundlage der gemessenen Schwing-schnelle berechneten sekundären Luftschallpegel dargestellt.

Eine Pegelerhöhung um $\Delta L = 4,8$ dB beim Übergang auf die Geschossdecke wurde berücksichtigt

Der Beurteilungspegel wird auf der Grundlage des energetischen Mittelwertes gebildet.

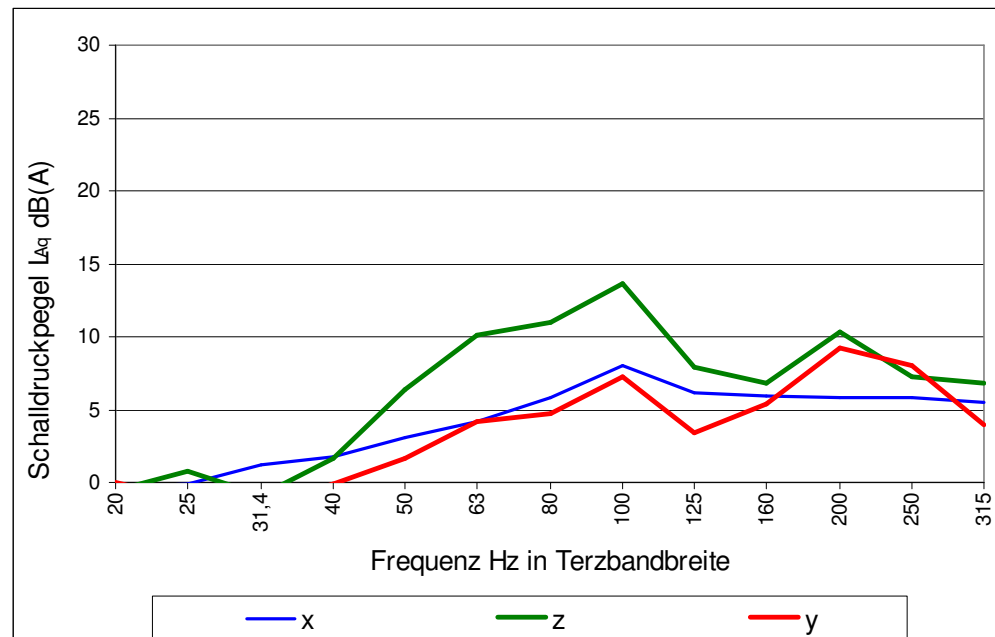


Abb. 11 : Berechneter sekundärer Luftschallpegel im Raum (Terzspektrum).

Die ermittelten Beurteilungspegel des sekundären Luftschalls sind in der folgenden Tabelle angegeben.

Ausgehend von einer Pegelabnahme von $\Delta L = 6$ dB pro Entfernungsverdoppelung ist bei einer Entfernung von 55 m eine Zunahme des sekundären Luftschalls von maximal 1,5 dB zu erwarten.

Beurteilung für ein Gebäude mit der Entfernung 55 m zu Bahnstrecke:

Tab. 8 : Sekundärer Luftschall (ohne Schienenbonus).

Richtung	x	y	z
zulässig für zu schützende Räume dB(A)	30	30	30
Beurteilungspegel ^{*)}	22	22	25

^{*)} Berücksichtigt sind von $\Delta L = 1,5$ dB Entfernungskorrektur und von $\Delta L = 4,8$ dB für den Übergang Fundament zur Decke

Die Anforderungen wird eingehalten.

4.7.2 Messung 2

Tab. 9 : Sekundärer Luftschall (ohne Schienenbonus).

Richtung	x	y	z
zulässig für zu schützende Räume L dB(A)	30	30	30
Beurteilungspegel ^{*)}	15	12	19

^{*)} Berücksichtigt sind $\Delta L = -1,9$ dB Entfernungskorrektur und $\Delta L = 4,8$ dB für den Übergang Fundament zur Decke.

5. Erweiterung auf 4 Gleise

Die Erweiterung auf 4 Gleise ist nach den hier vorliegenden Informationen erst in unbestimmter Zeit zu erwarten. Die Gleise werden westlich von den bestehenden Gleisen angeordnet. Es sollen dort ausschließlich S-Bahn-Züge verkehren. Es ist dann zu erwarten, dass primäre Maßnahmen zum Erschütterungsschutz ergriffen werden.

6. Zusammenfassung

Sowohl die Werte der zu erwartenden Erschütterungen als auch der zu erwartende sekundäre Luftschall unterschreiten die Anforderungen der DIN 4150 Teil 2 bzw. die der 24. BImSchV.

7. Messunsicherheit

Bei der Messung treten Unsicherheiten bis etwa 15 % auf [DIN 45669-1, Ausgabe Juni 1995, Messung von Schwingungsimmissionen, Teil 1: Schwingungsmesser, Anforderungen, Prüfungen].

8. Anhang

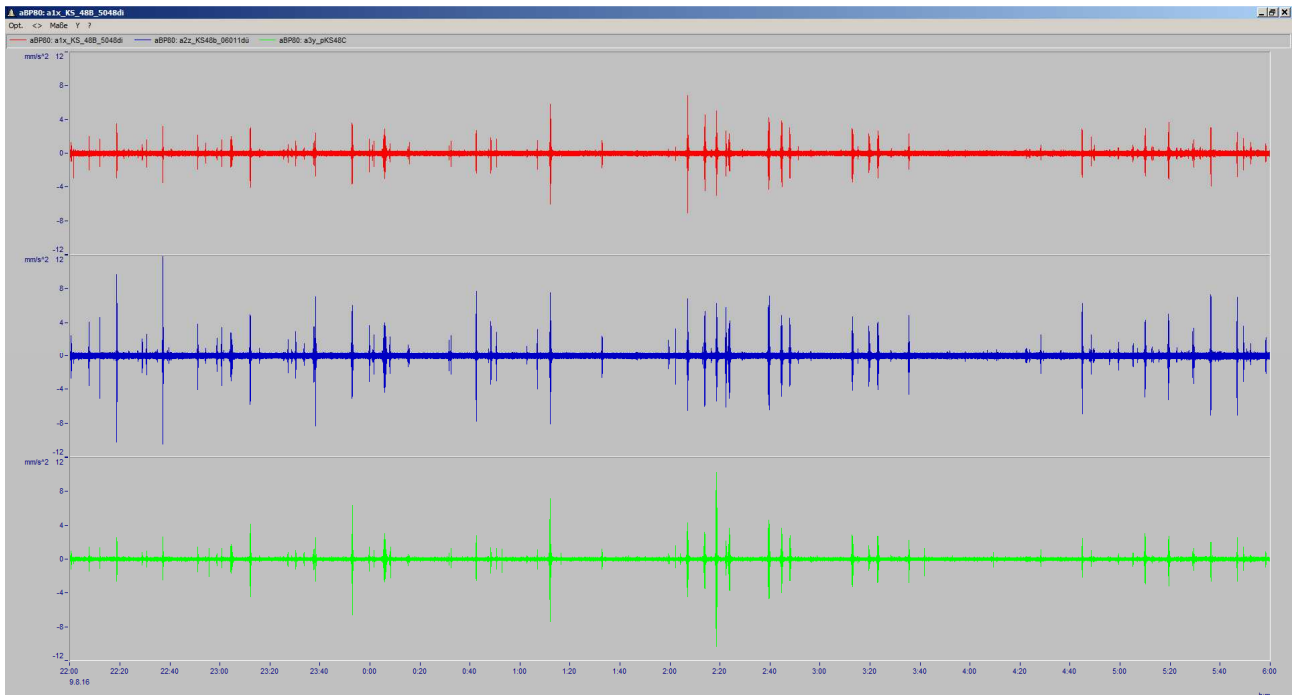


Abb. 12 : Messung 1: Gemessene Beschleunigung, bandbegrenzt 1-80 Hz.

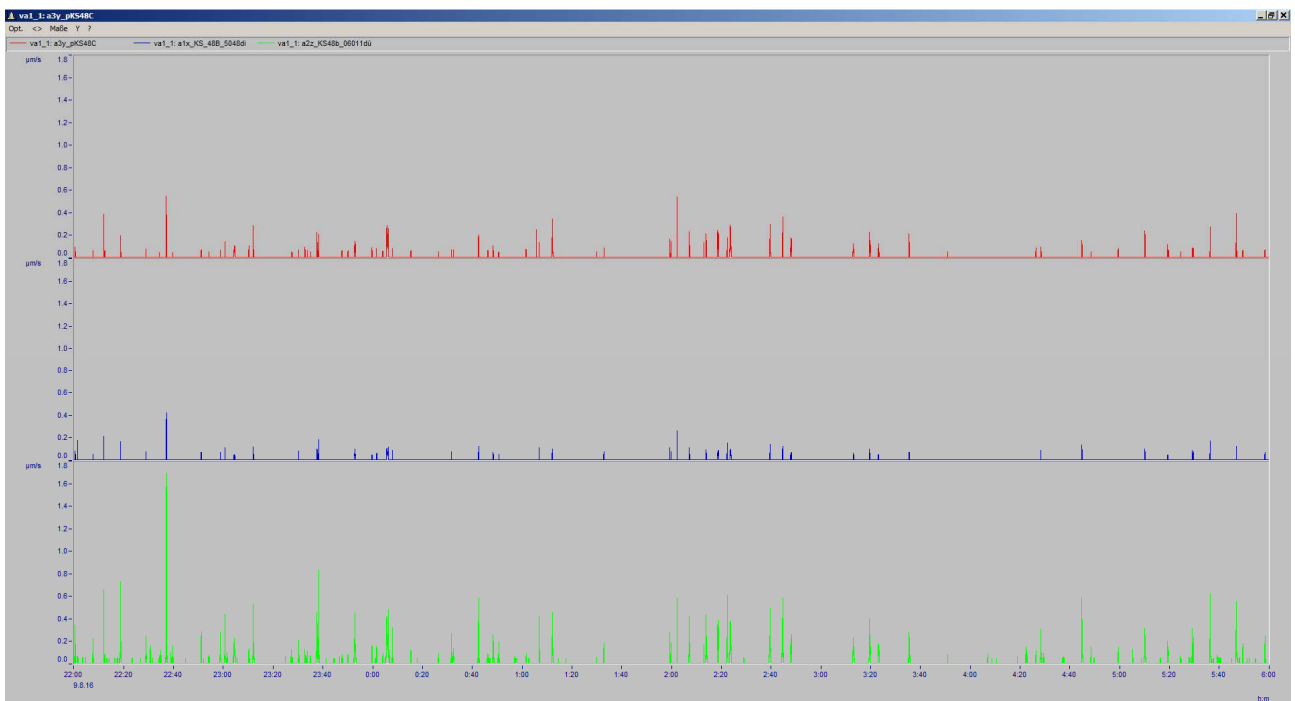


Abb. 13 : Messung 1: Schwingschnelle, bandbegrenzt 1-350 Hz.

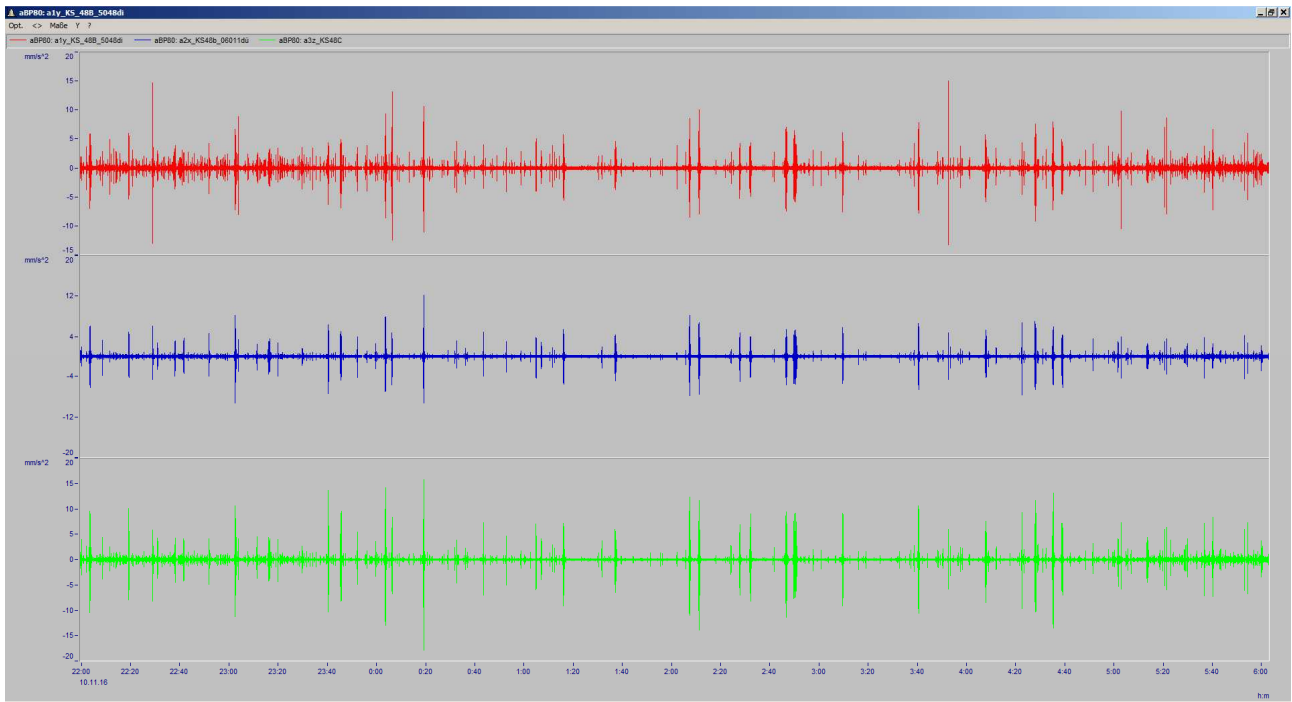


Abb. 14 : Messung 2: Gemessene Beschleunigung, bandbegrenzt 1-80 Hz.

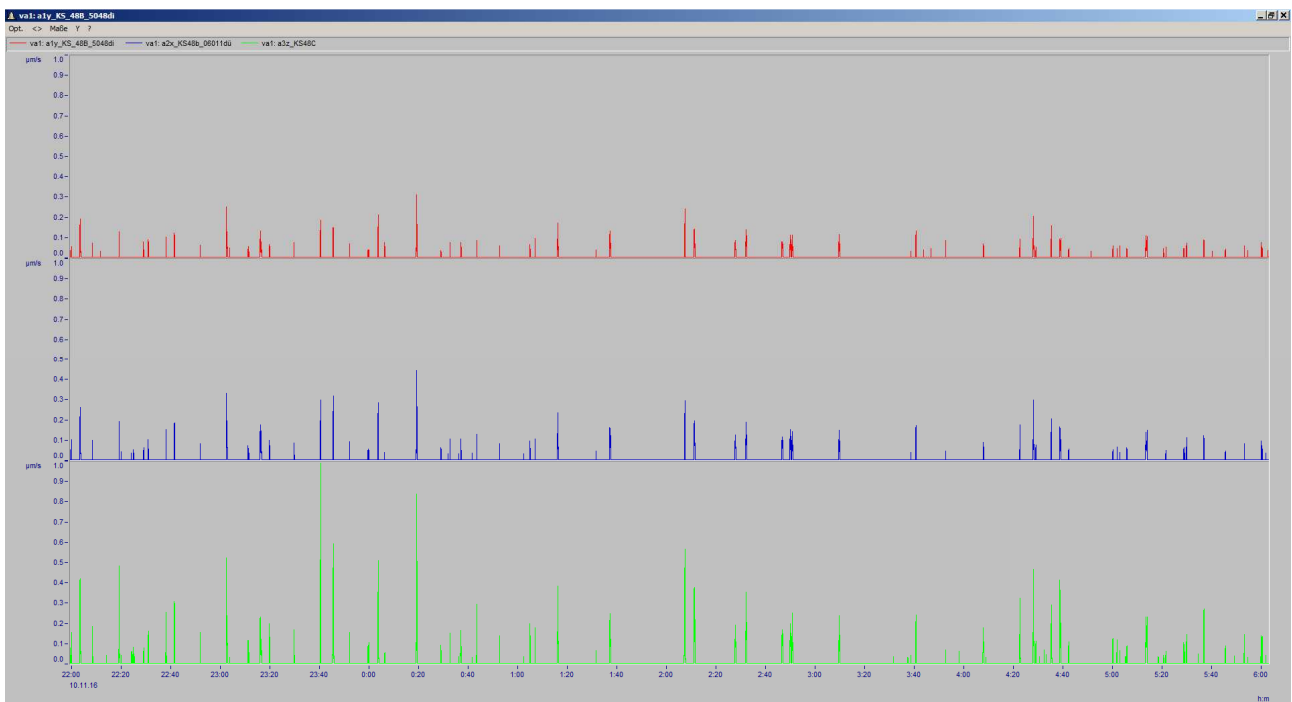


Abb. 15 : Messung 2: Schwingschnelle, bandbegrenzt 1-350 Hz.



Abb. 16 : Baugebiet und Umgebung mit Eintragung der Messpunkte.



Abb. 17 : Geplantes Baugebiet.