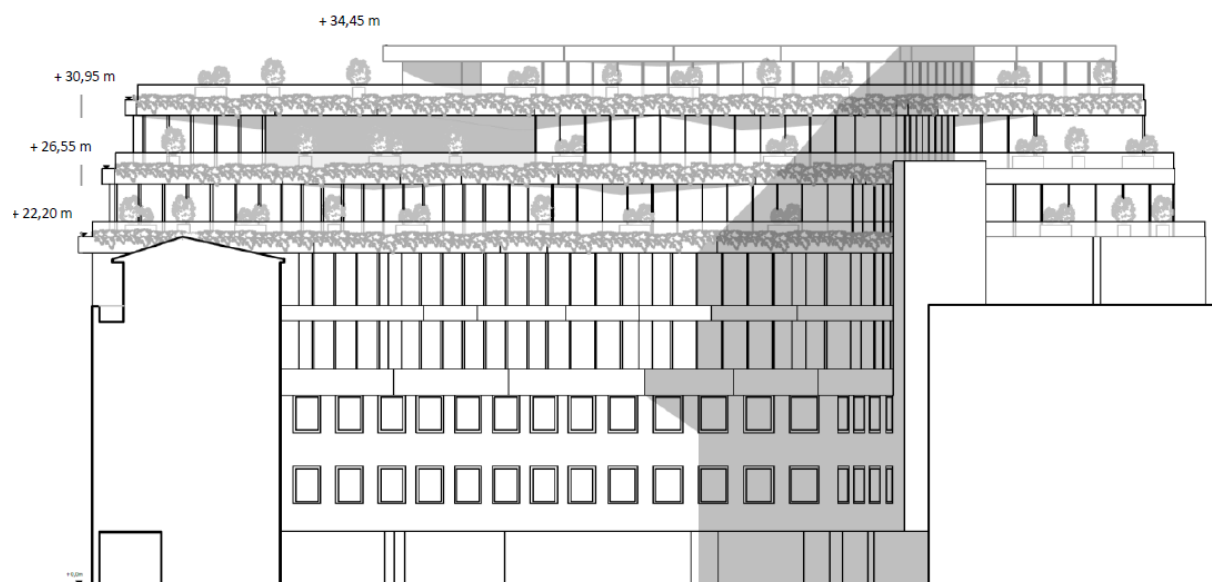


Erschütterungstechnische Untersuchung

Zum Bebauungsplan für das ehem. C&A-Gebäude, Saarbrücken



M.Sc. Marvin Binnig

Bericht-Nr.: ACB-0623-236137/02

19.06.2023

Titel: **Erschütterungstechnische Untersuchung**
Zum Bebauungsplan für das ehem. C&A-Gebäude,
Saarbrücken

Auftraggeber: Sachs Real Estate GmbH
Pirmasenser Straße 59
67655 Kaiserslautern

Auftrag vom: 17.05.2023

Bericht-Nr.: ACB-0623-236137/02

Ersetzt Bericht-Nr.: -
vom: -

Umfang: 21 Seiten

Datum: 19.06.2023

Bearbeiter: M.Sc. Marvin Binnig

Zusammenfassung: Im Rahmen einer Umnutzung eines ehemaligen C&A-Kaufhauses in Gewerbe-, Gastronomie, und Wohneinheiten sowie in eine Pflegeeinrichtung an der Kreuzung Kaiserstraße – Viktoriastraße in 66111 Saarbrücken wurde eine erschütterungstechnische Untersuchung durchgeführt, die den Einfluss von Erschütterungsemissionen durch den Schienenverkehr der angrenzenden Saarbahn auf das Gebäude ergründen sollen.

Für die Erstellung der Prognoseberechnungen wurden am 31.05.2023 im Bestandsgebäude Messungen zu den

Diese Unterlage ist für den Auftraggeber bestimmt und darf nur insgesamt kopiert und verwendet werden.

Bei Veröffentlichung dieser Unterlage (auch auszugsweise) hat der Auftraggeber sicherzustellen, dass die veröffentlichten Inhalte keine datenschutzrechtlichen Bestimmungen verletzen.

Erschütterungsimmissionen durchgeführt. Anhand der Auswertung der Messung kann festgestellt werden, dass beim Bestandsgebäude keine unzulässig hohen Erschütterungsimmissionen nach DIN 4150-2 [2] und DIN 4150-3 [3] zu erwarten sind. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass die Erschütterungsimmissionen einzelner Züge, insbesondere im Erdgeschoss wo die Erschütterungsimmissionen maximal werden, spürbar sein können.

Aus den Berechnungen zum sekundären Luftschall kann weiterhin abgeleitet werden, dass der Beurteilungspegel des sekundären Luftschalls den Richtwert nach dem Urteil des BVG vom 19.04.2014 im Gebäude einhalten wird. Durch vereinzelte Zugvorbeifahrten sind jedoch hörbare Geräuschspitzen im Erdgeschoss nicht auszuschließen.

Auf Schutzmaßnahmen am Gebäude gegen Erschütterungseinwirkungen aus dem Bahnbetrieb kann verzichtet werden.

Inhalt

1 Anlass und Aufgabenstellung	5
2 Das Untersuchungsgebiet	5
2.1 Örtliche Gegebenheiten	5
3 Beurteilungsgrundlage und Immissionsrichtwerte.....	7
3.1 Erschütterungseinwirkungen auf den Menschen.....	7
3.2 Sekundärer Luftschall	9
4 Messkampagne	10
4.1 Messgeräte und Zubehör	10
4.2 Messgeometrie und Ablauf	11
4.3 Messergebnisse.....	14
5 Beurteilung Erschütterungsimmissionen und sekundärer Luftschall .	17
5.1 Vorbemerkung	17
5.2 Zugzahlen.....	17
5.3 KB_{FTr} und Prognose sekundärer Luftschall	18
5.4 Bewertung	18
6 Zusammenfassung	19
Quellenverzeichnis	20
Anhang	21

1 Anlass und Aufgabenstellung

Im Rahmen der Aufstellung eines Bebauungsplanes und der in diesem Zuge geplanten Umnutzung eines ehemaligen C&A Kaufhauses in Gewerbe-, Gastronomie, und Wohneinheiten sowie in eine Pflegeeinrichtung wurden erschütterungstechnische Untersuchungen durchgeführt, die den Einfluss von Erschütterungsemissionen durch den Schienenverkehr der angrenzenden Saarbahnstrecke 1 zwischen Siedlerheim und Brebach auf das bestehende, ehemalige C&A Kaufhaus ergründen sollen. Das Kaufhaus befindet sich in zentraler Lage an der Ecke Kaiserstraße – Viktoriastraße in Saarbrücken südöstlich des Hauptbahnhofs Saarbrücken.

Die ACCON GmbH (ACCON) wurde am 17.05.2023 damit beauftragt, in einer Untersuchung die Erschütterungsimmissionen im ehemaligen C&A Kaufhaus durch den Bahnverkehr messtechnisch zu erfassen und nach DIN 4150 Teil 2 und Teil 3 zu bewerten.

2 Das Untersuchungsgebiet

2.1 Örtliche Gegebenheiten

Das Plangebäude befindet sich an der Straßenkreuzung Viktoriastraße – Kaiserstraße in 66111 Saarbrücken. Bei dem zu untersuchenden Gebäude handelt es sich um ein ehemaliges C&A Kaufhaus, das an der Nordostseite in nur wenigen Metern Entfernung von der Stadtbahn der Linie S1 flankiert wird. Im Südosten grenzt ein Parkhaus an das Bestandsgebäude und im Südwesten ein Gebäude, das einer Nutzung als Mischgebiet dient.

Am Gebäude sind Umbaumaßnahmen geplant, die es für eine zukünftige Nutzung für Gewerbe, Handel und Gastronomie, aber auch für Wohneinheiten und als Pflegeeinrichtung erüchtigen sollen.

Das Bestandsgebäude besteht aus Kellergeschoss, Erdgeschoss und 6 Obergeschossen und soll beim Umbau um 1 weiteres Geschoss erweitert werden. Im Kellergeschoss ist eine Tiefgarage geplant, das Erdgeschoss soll als Gewerbefläche dienen, im 1. und 2. Obergeschoss ist ein Pflegeheim geplant und im 3. bis 7. Obergeschoss sind Einrichtungen für betreutes Wohnen und eine Gastronomie im 6. Obergeschoss geplant. Abbildung 1 zeigt einen Längsschnitt des Bauvorhabens.

Die Haltestelle Hauptbahnhof Saarbrücken befindet sich unweit vom Plangebäude in nordwestlicher Richtung, von der die Linie S1 mit der Saarbahn am zu untersuchenden Gebäude vorbeiführt.

Während der erschütterungstechnischen Messkampagne wurde das Gebäude verlassen vorgefunden. Eine Ansicht des Plangebietes mit dem skizzierten Grundriss des Plangebäudes ist in Abbildung 2 dargestellt.

Laut derzeitigem Flächennutzungsplan wird das bebaute Gelände derzeit als Mischgebiet genutzt und soll nach der Umnutzung von einem reinen Gewerbe zu einer Kombination aus Wohneinheiten und Gewerbefläche als Urbanes Gebiet eingestuft werden [5], sodass das zu untersuchende Gebäude den Immissionsrichtwerten einer gemischten Nutzung aus Wohnfläche und Gewerbefläche (Mischgebiet) gegenübergestellt wird.

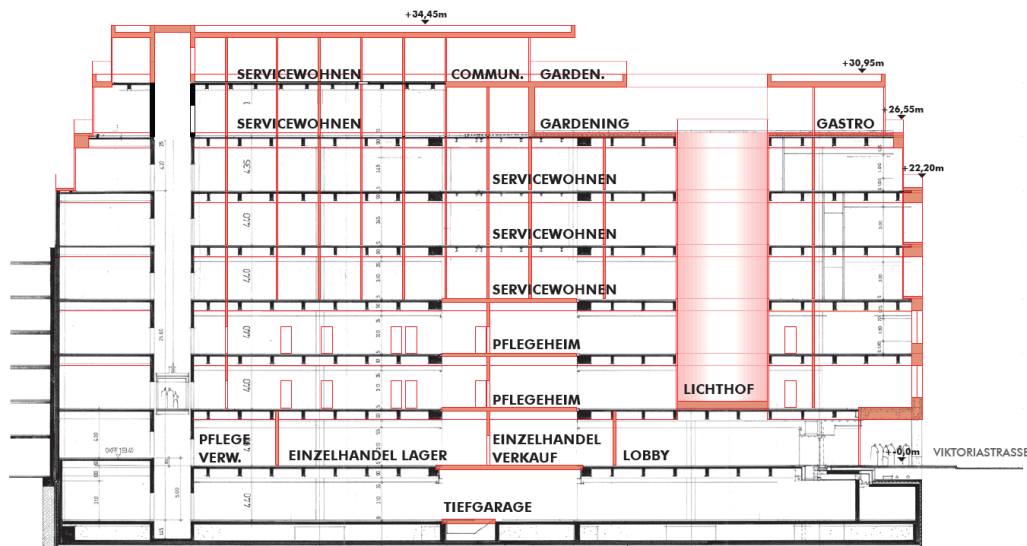


Abbildung 1: Längsschnitt des Plangebäudes mit vorgesehener Nutzung [5]

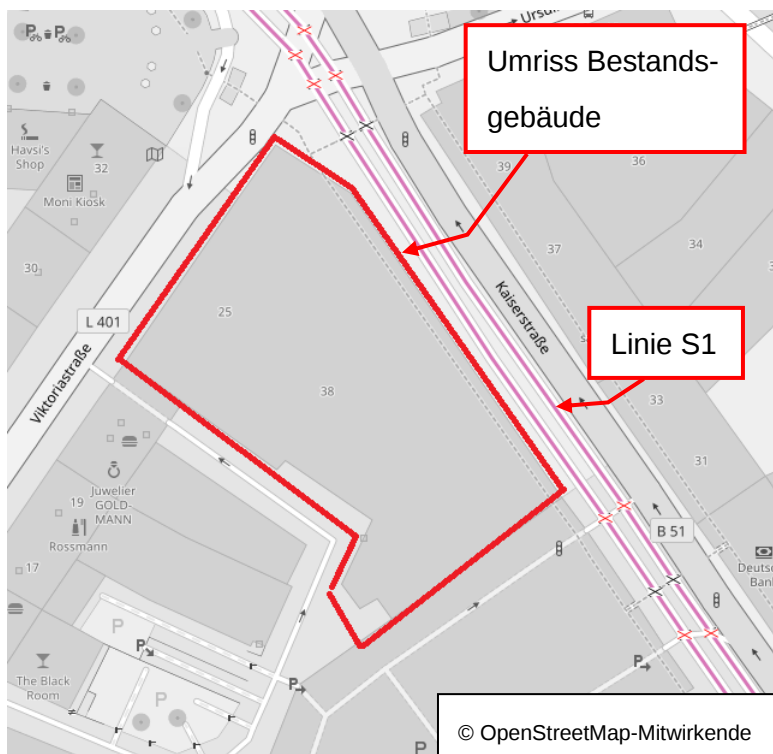


Abbildung 2: Lage des zu untersuchenden Gebäudes mit der angrenzenden Saarbahn (Linie S1)
 Quelle: Openrailwaymap.org

3 Beurteilungsgrundlage und Immissionsrichtwerte

Für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen unterscheidet die DIN 4150-Reihe [2][3] zwischen Einwirkungen auf den Menschen in Gebäuden und schädlichen Einwirkungen auf Gebäude. Die Beurteilung bezieht sich auf alle drei Schwingrichtungen, wobei nur der Maximalwert der größten Einzelkomponente zur Beurteilung herangezogen wird. Bei dem hier untersuchten Objekt ist das auf den relevanten Deckenflächen die vertikale Komponente.

3.1 Erschütterungseinwirkungen auf den Menschen

Zur Beurteilung der Erschütterungseinwirkung auf Menschen wird die DIN 4150-2 [2] herangezogen. Zweck der Norm ist die angemessene Berücksichtigung des Erschütterungsschutzes im Immissionsschutz. In der DIN 4150-2 [2] werden Anhaltswerte genannt, bei deren Einhaltung erwartet werden kann, dass in der Regel erhebliche Belästigungen von Menschen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen vermieden werden (s. Tabelle 1). Die prognostizierten Erschütterungsimmissionen auf das Plangebäude werden den Anhaltswerten eines als Mischgebiet ausgewiesenes Gebäude gegenübergestellt.

Tabelle 1: Anhaltswerte der DIN 4150-2 [2] für Menschen in Gebäuden

Einwirkungsort	tags (6 ⁰⁰ - 22 ⁰⁰ Uhr)			nachts (22 ⁰⁰ - 6 ⁰⁰ Uhr)		
	A _u	A _o	A _r	A _u	A _o *	A _r
Industriegebiet (I)	0,4	6	0,2	0,3	0,6	0,15
Gewerbegebiet (GE)	0,3	6	0,15	0,2	0,4	0,1
Mischgebiet (MI)	0,2	5	0,1	0,15	0,3	0,07
allgemeines und reines Wohngebiet (WE)	0,15	3	0,07	0,1	0,2	0,05
Sondergebiete Kliniken (SO)	0,1	3	0,05	0,1	0,15	0,05

* Für den Schienenverkehr hat der obere Anhaltswert A_o nachts nicht die Bedeutung, dass bei dessen seltener Überschreitung die Anforderungen an die Norm als nicht eingehalten gelten. Liegen jedoch nachts einzelne KB_{FTi} – Werte gebietsunabhängig über A_o = 0,6 so ist nach der Ursache bei der entsprechenden Zugeinheit zu forschen und diese möglichst rasch zu beheben.

KB_F-Wert

Die DIN 4150-2 [2] berücksichtigt mittels einer Frequenzbewertung des Schwinggeschwindigkeitssignals die menschliche Erschütterungswahrnehmung. Diese Frequenzbewertung wird mittels Hochpassfilter mit einer Grenzfrequenz von 5,6 Hz erreicht:

$$KB(f) = \sqrt{\frac{1}{\left(1 - \left(\frac{f}{f_0}\right)\right)^2}} \quad f_0 = 5,6 \text{ Hz} \quad (1)$$

Nach dieser Frequenzbewertung der Schwinggeschwindigkeit erhält man den dimensionslosen KB - Wert. Zusätzlich wird auf das KB - bewertete Signal der gleitende Effektivwert mit der Zeitkonstanten 0,125 s angewendet und man erhält den KB_F - Wert (siehe Gl. 2), welcher maßgebend für die Bewertung der Erschütterungsimmissionen auf das menschliche Empfinden ist.

$$KB_F(t) = \sqrt{\frac{1}{0,125} \int_{\xi=0}^t e^{-\frac{t-\xi}{0,125}} KB^2(\xi) d\xi} \quad (2)$$

Der maximal erreichte KB_F - Wert (KB_{Fmax}) der einzelnen Zugvorbeifahrten soll den unteren Anhaltswert A_u nach DIN 4150-2 [2] möglichst nicht überschreiten. Überschreitet KB_{Fmax} den oberen Anhaltswert A_o , dann ist die Anforderung an die Norm nicht eingehalten. Für Schienenverkehr während des Nachtzeitraums hat der obere Anhaltswert keine Gültigkeit (s. Tabelle 1). Ist KB_{Fmax} größer als A_u , jedoch kleiner als der obere Anhaltswert A_o , dann ist die Norm eingehalten, falls die zeitabhängige Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTT} , welche die Verkehrsdichte innerhalb eines Tages- und Nachtzeitraumes berücksichtigt, nicht größer als der Beurteilungswert A_r ist.

KB_{FTT} -Wert

Der KB_{FTT} - Wert dient der Beurteilung der Erschütterungsimmissionen unter Einbeziehung der Häufigkeit vorbeifahrender Züge. Je mehr Züge auf einem Streckenabschnitt verkehren, desto höher wird der KB_{FTT} - Wert. Dabei wird ein Tag in 1920 30-Sekunden Abschnitte und eine Nacht in 960 30-Sekunden Abschnitte eingeteilt, die sogenannten Takte. Maßgebend für die Berechnung der Beurteilungs-Schwingstärke ist hierbei der Maximalwert eines jeden Taktes, der Taktmaximalwert KB_{FTI} . Jeder Takt, bei dem Erschütterungsimmissionen aus den Zugvorbeifahrten den Grenzwert von 0,1 überschreiten, geht in die Berechnung des KB_{FTT} - Wertes folgendermaßen mit ein:

$$KB_{FTT} = \sqrt{\frac{1}{N_T} \sum_{i=1}^L M_j * KB_{FTI,j}^2} \quad (3)$$

Hierbei ist M die Anzahl an zu erwartenden Zügen je Schicht j (z.B. Güterzüge oder Regionalzüge), N_T die Anzahl der Takte im Beurteilungszeitraum (1920 tags bzw. 960 nachts) und L die Anzahl an unterschiedlichen Schichten.

Für die Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen aus Schienenverkehr gelten zusätzlich folgende Besonderheiten:

- Für oberirdische Schienenwege des ÖPNV gelten die um den Faktor 1,5 angehobenen A_u - und A_r - Werte der Tabelle 1 der DIN 4150-2 [2].
- Bei städtebaulichen Planungen sollten die Anhaltswerte nach Tabelle 1 der DIN 4150-2 [2] eingehalten werden.
- Für den 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 jedoch nachts einzelne KB_{FTI} - Werte gebietsunabhängig über $A_o = 0,6$, so ist nach der Ursache bei der entsprechenden Zugeinheit zu forschen (z. B. Flachstellen an Rädern) und diese sind möglichst rasch zu beheben. Diese hohen Werte sind bei der Berechnung von KB_{FTT} zu berücksichtigen.

Die Wahrnehmungsstärke von Erschütterungen hängt von der Höhe des *KB* - Wertes und von der Frequenzzusammensetzung der Erschütterungseinwirkung ab. Für die subjektive Wahrnehmung spielt daneben das übrige Umfeld (Vorhandensein von anderen störenden Umwelteinflüssen) eine Rolle. Die folgende Tabelle kann deshalb nur zur orientierenden Einschätzung der Wirkung von Erschütterungen dienen.

Tabelle 2: Wahrnehmungsstärke von Erschütterungen nach KB – Wert nach [2]

KB - Wert	Wahrnehmung
1,6	stark spürbar
0,6	gut spürbar
0,14	gerade spürbar
0,1	Fühlschwelle

3.2 Sekundärer Luftschall

Im Urteil des Bundesverwaltungsgerichts (BVG) vom 19.04.2014 wird für den aus Erschütterungsimmissionen entstehenden sekundären Luftschall festgelegt:

„Weder für die Ermittlung und Beurteilung von Geräuschimmissionen aus sekundärem Luftschall noch für eine diesbezügliche Zumutbarkeitsschwelle gibt es normative Festsetzungen. Welche Innenschallpegel für die Bewohner von Häusern zumutbar sind, kann jedoch in Orientierung an den Vorgaben der auf öffentliche Verkehrsanlagen bezogenen Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung (24. BImSchV [12]) bestimmt werden, da es sich auch beim sekundären Luftschall um einen verkehrsinduzierten Lärm handelt ... Zutreffend geht diese auch davon aus, dass in Übereinstimmung mit den Vorgaben der 24. BImSchV die Zumutbarkeitsschwelle für einwirkenden sekundären Luftschall bei 40 dB(A)/tags für Wohnräume und 30 dB(A) nachts für Schlafräume liegt.“

Danach gelten für Wohnräume, unabhängig von der Lage des Gebäudes und der Gebietseinstufung, folgende Richtwerte:

Tabelle 3: Richtwerte für Sekundärschall in Gebäuden

Beurteilungszeitraum	Tag (6 - 22 Uhr) Wohnzimmer	Nacht (22 - 6 Uhr) Schlafzimmer
Sekundärluftschall	40 dB(A)	30 dB(A)

Die Richtwerte in Tabelle 3 beziehen sich auf Mittelungspegel ($L_{m,sek}$) über die jeweilige Beurteilungszeit.

Es wird bei der Dimensionierung bei evtl. notwendig werdenden Schutzmaßnahmen darauf Rücksicht genommen, dass kurzzeitige Geräuschspitzen bei einer Einzelvorbeifahrt den Richtwert um nicht mehr als 10 dB überschreiten.

Der im Urteil des BVG erwähnte Abschlag durch Anwendung des Schienenbonus von $\Delta L = 5$ dB(A) wird wegen der geänderten Gesetzeslage nicht mehr angewandt.

Die Berechnungen zu den zu erwartenden sekundären Luftschallpegeln basieren auf den Messungen zu den Ergebnissen zu den Schwinggeschwindigkeiten in Deckenmitte des Plangebäudes. So wird anhand von Deckendimension und -material die entsprechende Abstrahlcharakteristik abgeleitet, wodurch eine Approximation zu dem Schalldruckpegel L_p während der einzelnen Zugvorbeifahrten möglich ist. Eine A-Bewertung des so berechneten Schalldruckpegels berücksichtigt dabei die Störwirkung von sekundärem Luftschall auf die Frequenzempfindlichkeit des menschlichen Gehörs.

Bei der Berechnung des Beurteilungspegels L_r wird die Einwirkzeit der Immissionen durch die Zugvorbeifahrten auf Basis der Zugprognosezahlen berücksichtigt. Diese erfolgt separat für den Tag- (6 bis 22 Uhr) sowie für den Nachtzeitraum (22 bis 6 Uhr).

4 Messkampagne

Die Messungen wurden am 31.05.2023 im Zeitraum von ca. 12:00 bis 17:00 Uhr durchgeführt. Eine Störung des regulären Bahnbetriebes konnte nicht festgestellt werden. Während der Messungen war es windstill und sonnig bei ca. 24 Grad Celsius.

4.1 Messgeräte und Zubehör

Im Rahmen der Messkampagne wurde das in Tabelle 4 aufgeführte Messsystem verwendet. Die Erschütterungsmessungen wurden mit Messgeräten vom Typ VibroStar 9000 durchgeführt. Hierbei handelt es sich um autonome Messeinheiten mit 6 Eingangskanälen. Im Wesentlichen besteht eine Messeinheit aus einem Datenlogger zur eigentlichen Erfassung der Daten und einem Industriecomputer zur Speicherung und Verarbeitung der Daten. Als Messsensoren werden triaxiale Schwinggeschwindigkeitsaufnehmer (Geophone) der Firma Walesch Electronic vom Typ MST 1031 eingesetzt. Eine Auflistung der verwendeten Messgeräte ist in Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4: Verwendete Messgeräte

Messposition	Bezeichnung	Messcomputer	Geophon	Seriennr.
Keller (Fundament)	MP1	MST 75	iC 409	1837 615
EG – Zentrum	MP2	MST 60	iC 197	1345 509
1. OG – Zentrum	MP3	MST 60	iC 453	1899 516
2. OG – Zentrum	MP4	MST 60	iC 197	1345 509

3. OG – Zentrum	MP5	MST 60	iC 453	1899 516
2. OG – Außenwand	MP6	MST 60	iC 197	1345 509
3. OG – Außenwand	MP7	MST 60	iC 453	1899 516

4.2 Messgeometrie und Ablauf

Das zu untersuchende Gebäude stand zum Zeitpunkt der Messungen leer. Im Bestandsgebäude wurde 1 Messensor im Keller an der zur Bahnstrecke liegenden Außenwand positioniert (MP1). Der Standort dieses Messensors blieb über den gesamten Messzeitraum unverändert und dient als Referenzmesspunkt zur Einschätzung der Intensität der Schwingungen während des Messzeitraumes. Zwei weitere Messensoren wurden für jeweils ca. 1 Stunde auf unterschiedlichen Stockwerken und an unterschiedlichen Raumpositionen aufgestellt, um somit stichprobenartig die Erschütterungsimmissionen an unterschiedlichen Standorten im Gebäude messtechnisch zu erfassen. Dabei wurden an 6 weiteren Messpositionen (MP2 – MP7) die Schwinggeschwindigkeiten aufgezeichnet. 4 der Messpunkte befanden sich im Zentrum einer frei schwingenden Deckenfläche und 2 Messpunkte waren an der zur Bahntrasse befindlichen Außenwand. Es werden die verwendeten Messpositionen mit den Messzeiträumen und der Anzahl der erfassten Zugzahlen in Tabelle 5 dargestellt.

Tabelle 5: Details zu den Messzeiten der verwendeten Messgeräte

Messposition	Messzeit	Anzahl gemessener Züge
MP1	12:04 – 17:16	68
MP2	12:40 – 13:44	18
MP3	12:40 – 13:44	18
MP4	14:12 – 15:28	21
MP5	14:12 – 15:28	21
MP6	15:36 – 17:00	19
MP7	15:36 – 17:00	19

Die Messensoren sind auf einem Dreibein befestigt und werden horizontal ausgerichtet. Die X-Achse zeigt in Richtung der Bahntrasse, die Y-Achse parallel zur Fahrtrichtung und die Z-Achse ist die vertikale Komponente. Die Aufzeichnung der Bodenschwingungen geschieht dabei kontinuierlich in 4 Minuten Blöcken. Die Positionen der Messsensoren auf den verschiedenen Stockwerken sind in Abbildung 3 bis Abbildung 7 grafisch dargestellt.

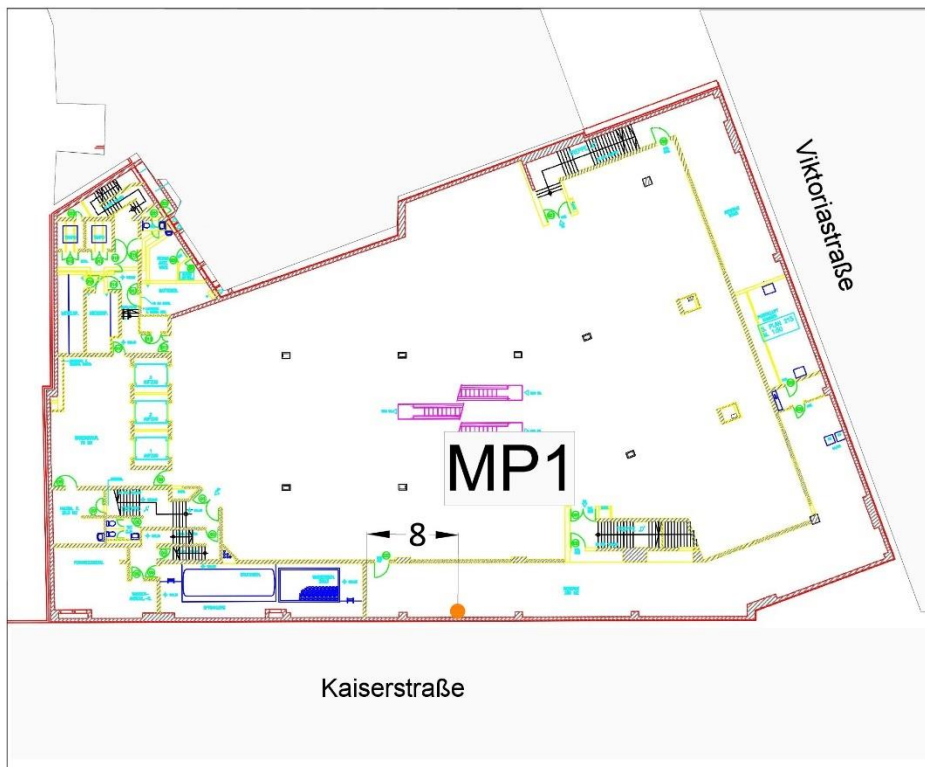


Abbildung 3: Planskizze Keller (nach [5]) mit der Messposition MP1 (orangene Markierung); Distanzen in Metern

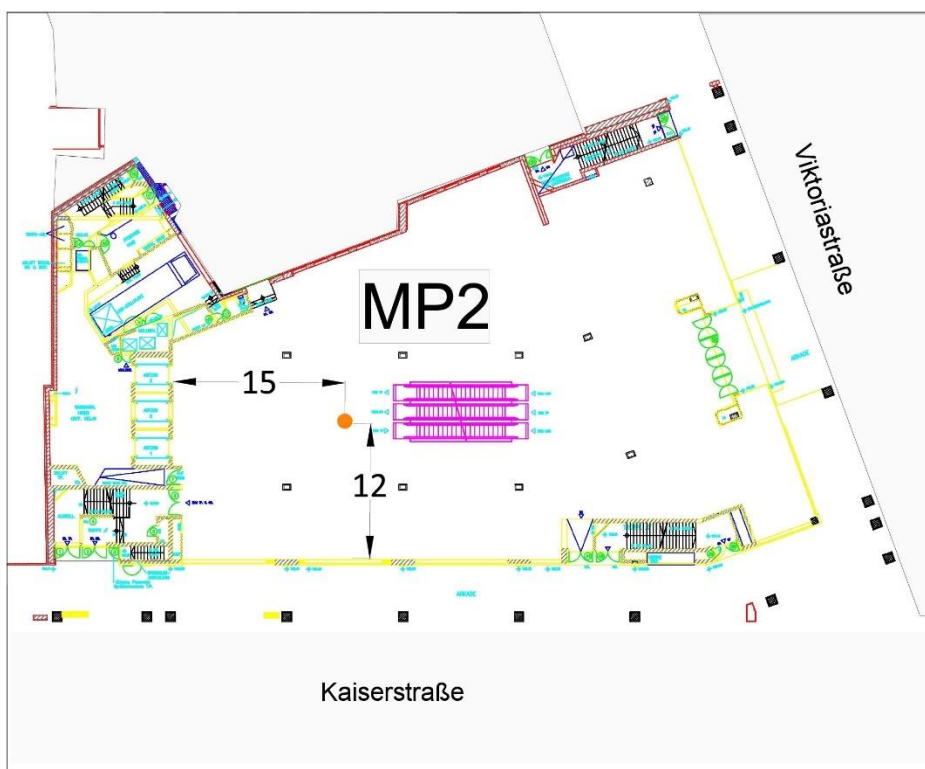


Abbildung 4: Planskizze EG (nach [5]) mit MP 2 (orangene Markierung); Distanzen in Metern

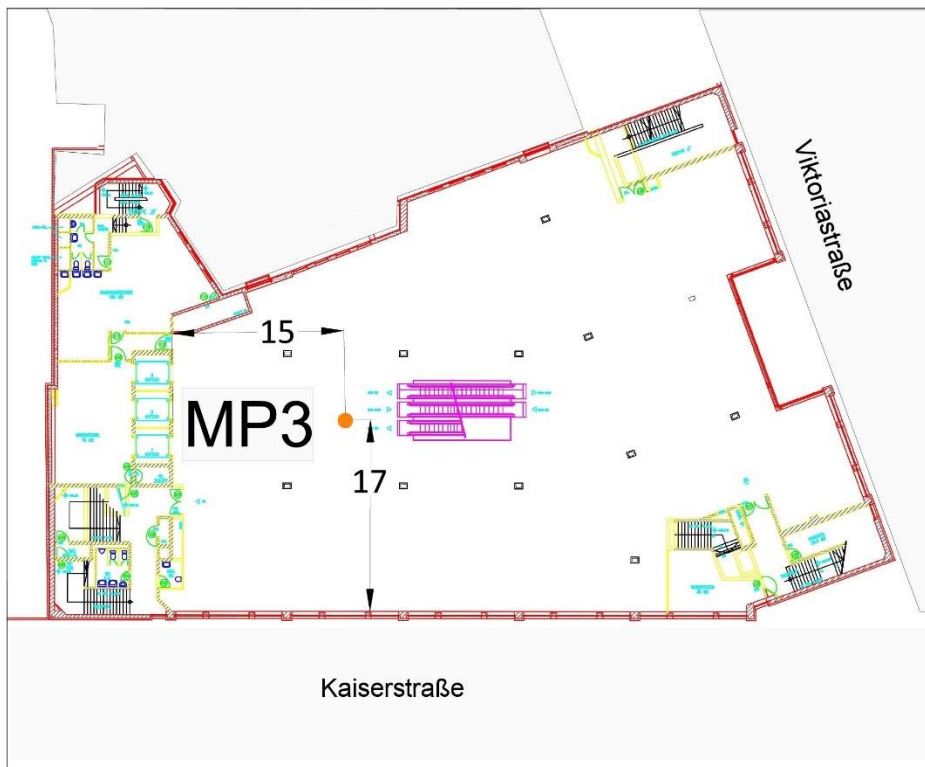


Abbildung 5: Planskizze 1.OG (nach [5]) mit MP3; Distanzen in Metern (orangene Markierung)

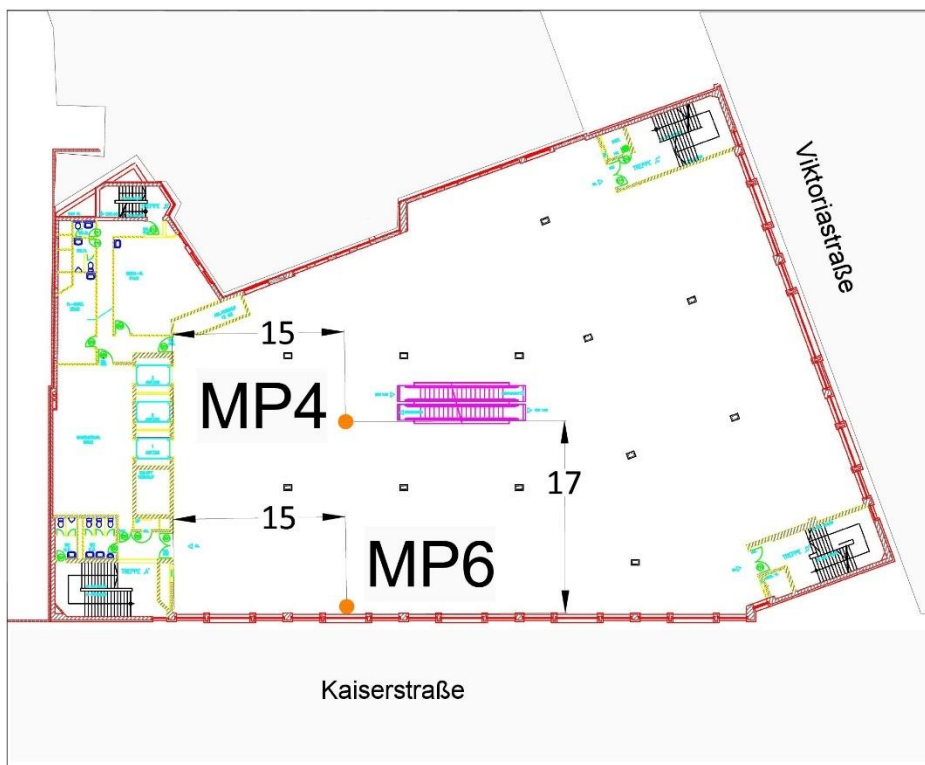


Abbildung 6: Planskizze 2. OG (nach [5]) mit MP4 und MP6 (orangene Markierungen); Distanzen in Metern

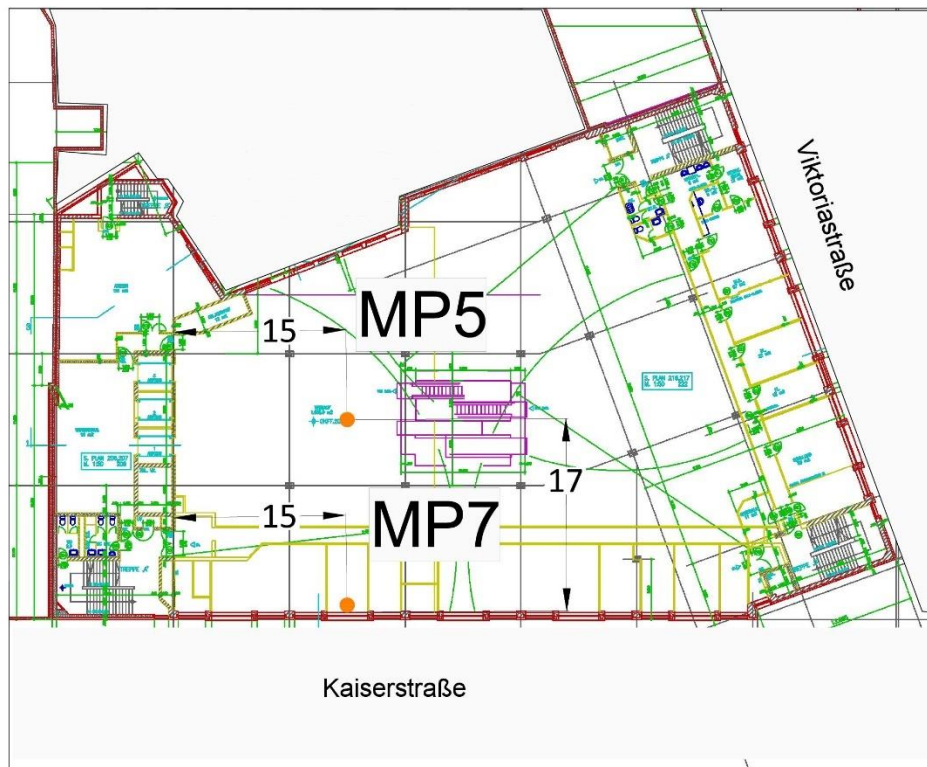


Abbildung 7: Planskizze 3.OG (nach [5]) mit MP5 und MP7 (orangene Markierungen); Distanzen in Metern

4.3 Messergebnisse

Die Amplitudenspektren der Erschütterungsimmissionen gemessen an den Messpunkten MP1 bis MP7 sind in Terzbandbreite in folgender Grafik dargestellt (Abbildung 8). Die Spektren werden hier gemittelt über alle im jeweiligen Messzeitraum gemessenen Zugvorbeifahrten ausgewertet. Betrachtet wird das Amplitudenspektrum der Schwingrichtung, bei der die Erschütterungsimmissionen maximal sind, was auf den erschütterungsrelevanten Stockwerken die vertikale Komponente ist. Beispiele für den Zeitverlauf der Schwingungen bei einer einzelnen Zugvorbeifahrt sind dem Anhang beigelegt.

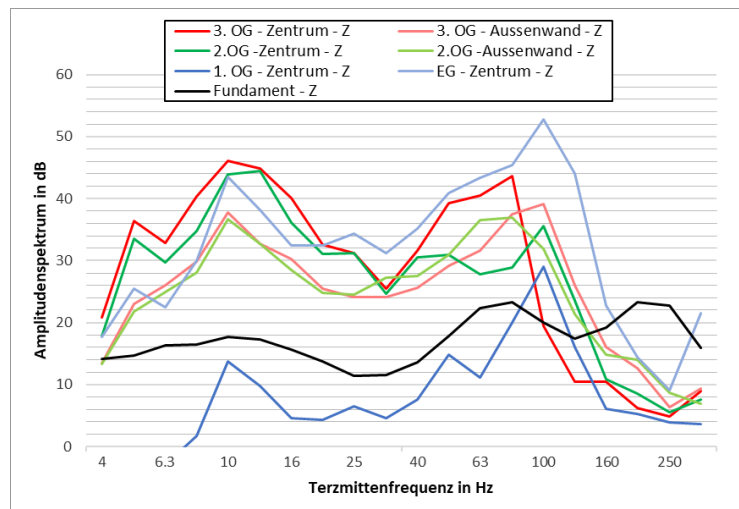


Abbildung 8: Amplitudenspektren der gemessenen Schwingungen

Die am Fundament an der zur Bahnseite liegenden Außenwand gemessenen Schwingamplituden dominieren in den Frequenzbereichen zwischen 10 Hz und 16 Hz, 63 Hz und 85 Hz und zwischen 200 Hz und 250 Hz. Auf den Stockwerksebenen dominieren Schwingamplituden in den Frequenzbereichen zwischen 8 Hz bis 16 Hz und 50 Hz bis 160 Hz.

Generell korrelieren die Amplitudenspektren der auf den Stockwerken der frei schwingenden Decke gemessenen Schwinggeschwindigkeiten als auch die der Außenwand. Eine starke Verstärkung der Schwinggeschwindigkeiten während einer Zugvorbeifahrt in Deckenmitte ist nicht festzustellen. Auffällig verhält sich jedoch das Amplitudenspektrum der im 1. OG gemessenen Schwingungen, das zu tiefen Frequenzen unter 85 Hz im Vergleich zu den anderen Stockwerken stark gedämpft ist. Eine steifere Ausführung der Deckenkonstruktion könnte hier die Ursache sein.

Die maximalen, frequenzbewerteten KB-Werte (KB_{FTi}) der einzelnen Zugvorbeifahrten sind in Abbildung 9 (Keller, EG und 1. OG) und Abbildung 10 (2. und 3. OG) dargestellt. Die KB_{FTi} -Werte liegen, mit Ausnahme der des Erdgeschosses, unter dem unteren Anhaltswert A_u von 0,15 für Erschütterungsimmissionen bei Mischgebieten im Nachtzeitraum. Die Anforderungen an die Norm 4150 – 2 [2] gilt in diesen Fällen daher als eingehalten. Der maximale KB_{FTi} -Wert wurde während der Messkampagne im EG mit 0,21 aufgezeichnet.

Von spürbaren Erschütterungsimmissionen kann man nach Tabelle 2 nur im Erdgeschoss ausgehen. Im 2. Und 3. OG wird die Fühlschwelle von 0,1 nur in Ausnahmefällen erreicht.

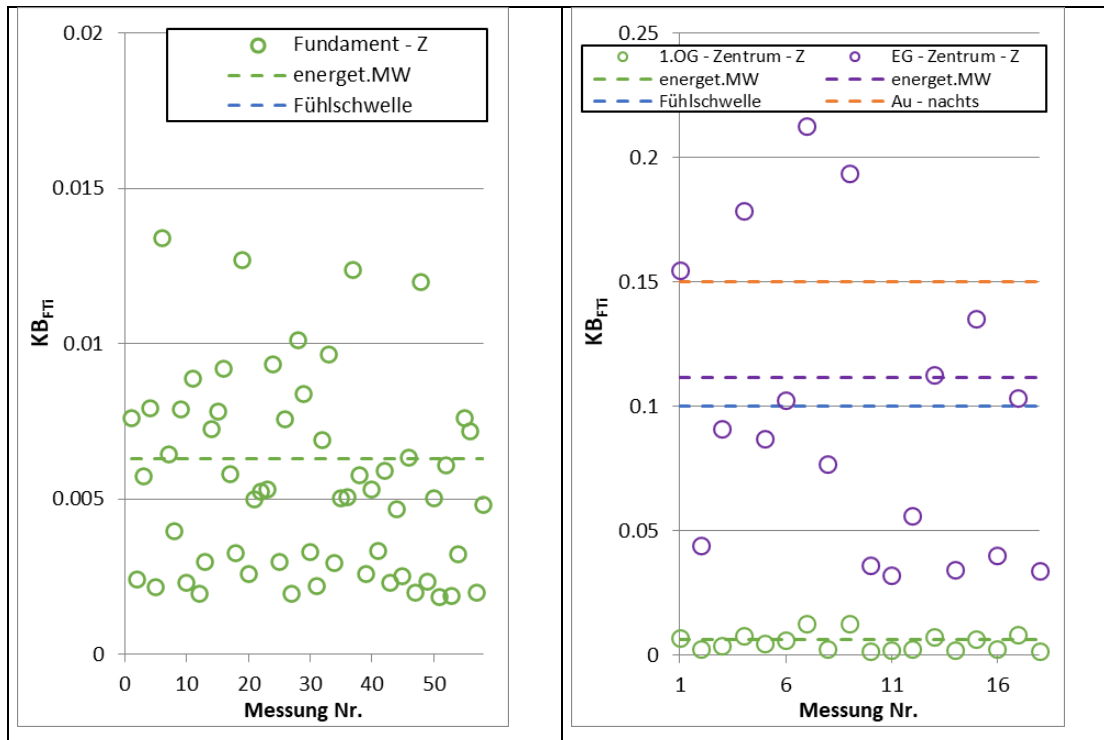


Abbildung 9: KB_{FTi} – Werte der einzelnen Zugvorbeifahrten gemessen am Fundament im Keller (li.) und zusammengefasst im EG und im 1. OG (re.)

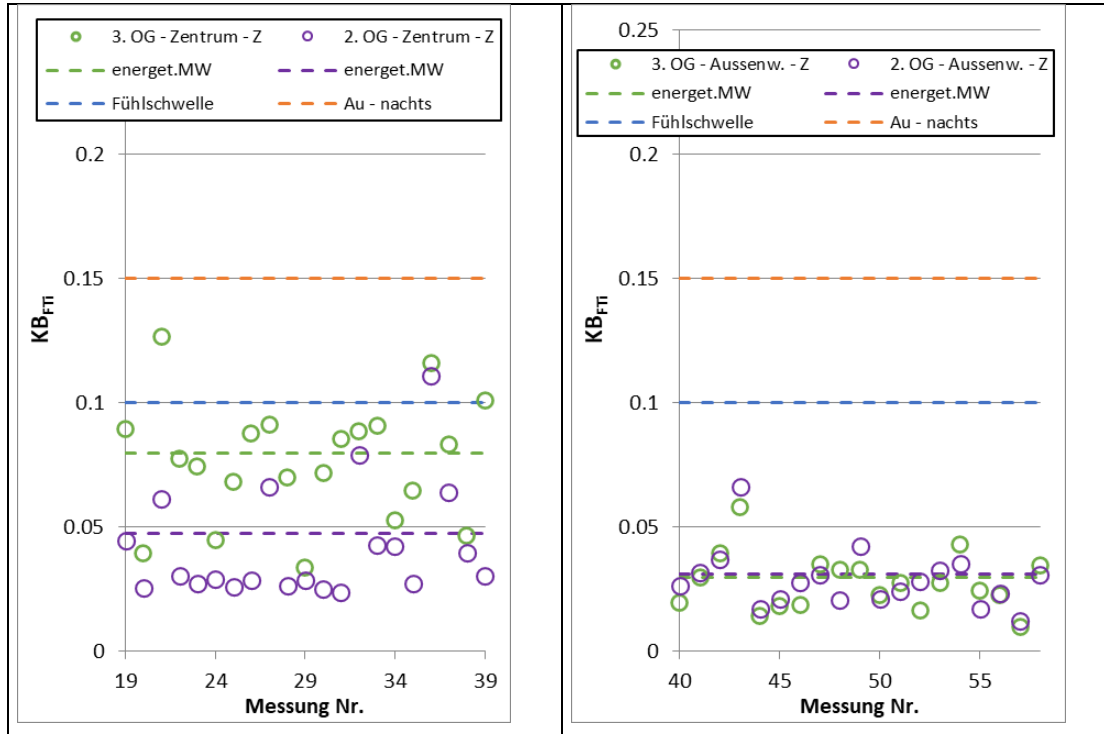


Abbildung 10: KB_{FTi} – Werte der einzelnen Zugvorbeifahrten gemessen im 2. (lila) und 3. OG (grün) in Bodenmitte (li.) und an der Außenwand (re) der Stockwerksebenen

5 Beurteilung Erschütterungsimmissionen und sekundärer Luftschall

5.1 Vorbemerkung

Die Entstehung von Erschütterungen im Erdreich aus der Anregung von fahrenden Zügen ist mehreren Ursprüngen zuzuordnen.

Eine wesentliche Anregung entstammt aus der gesamten Masse eines Zuges, den nicht-abgefederten Massen (Drehgestelle, Räder) und den Unrundheiten der Räder bzw. Rauheiten des Rad-Schiene-Kontaktes. Insbesondere die letztgenannten Quellen sind starken Veränderungen unterworfen, so dass eine Prognose der zeitlichen Signale von Erschütterungsemissionen sich auf zwei Werte beziehen muss:

- die mittleren Erwartungswerte der auftretenden Emissionsmaxima mehrerer Zugvorbeifahrten
- die maximalen Erwartungswerte der auftretenden Emissionsmaxima mehrerer Zugvorbeifahrten

Für die Beurteilung sind die mittleren Erwartungswerte aus mehreren Vorbeifahrten heranzuziehen. Die maximalen Erwartungswerte dokumentieren nur den Bereich, der bei vereinzelt auftretenden Schwingamplituden auftreten kann.

Die Berechnungen der Erschütterungsimmissionen werden auf der Basis von Schwinggeschwindigkeiten durchgeführt. Die Umrechnung auf die nach DIN 4150-2 [2] genannten körperbezogenen Schwingwerte (KB) erfolgen auf der Basis von [mm/s]-Amplituden.

5.2 Zugzahlen

Zur Einschätzung der Störwirkung durch Erschütterungsimmissionen während eines Tages- und Nachtzeitraumes werden die Zugzahlen in die Berechnungen des Beurteilungswertes KB_{FT} mit aufgenommen, um die Frequentierung der Bahnstrecke und damit die Häufigkeit von Erschütterungsimmissionen zu berücksichtigen. Die Zugzahlen der Bahnstrecke wurden dem Bericht zur schalltechnischen Untersuchung durch die FIRU GfI mbH [4] entnommen (Tabelle 6).

Tabelle 6: Zugzahlen für die Bahnstrecke 3291 Saarbahn [4]

Zugzahlen Saarbahn

Richtung	Anzahl pro Tag	Anzahl pro Nacht	max. zul. Geschwindigkeit in km/h
Saareguemines	123	20	70
Lebach	121	22	70
	244	42	Summe beider Richtungen

5.3 KB_{FTr} und Prognose sekundärer Luftschall

Bei der Berechnung des KB_{FTr} – Wertes werden die Zugzahlen während eines Tages- und Nachtzeitraumes berücksichtigt. Erschütterungsimmissionen durch den Eisenbahnverkehr, die unter der Fühlschwelle liegen ($KB_F < 0,1$), werden dabei nicht mit in die Berechnung des KB_{FTr} – Wertes mit aufgenommen. In Tabelle 7 werden die KB_{FTr} – Werte während eines Tages- und Nachtzeitraumes und die gemittelten KB_{FTi} – Werte den Anhaltswerten für ein als Mischgebiet ausgewiesenes Gelände vergleichend gegenübergestellt.

Tabelle 7: Ergebnisse zu den energetisch gemittelten KB_{FTi} - und KB_{FTr} - Werten

Stockwerk	mittlerer KB_{FTi}	A_u nachts	KB_{FTr} tags	A_r tags MI	KB_{FTr} nachts	A_r nachts MI
EG	0.11	0.15	0.040	0.1	0.023	0.07
1. OG	0.01		0.002		0.001	
2. OG	0.05		0.017		0.010	
3. OG	0.08		0.029		0.017	

Nach Tabelle 7 liegen die gemittelten Erschütterungsimmissionen KB_{FTi} , die durch die Saarbahn verursacht werden, auf jedem der untersuchten Stockwerke unter dem unteren Anhaltswert $A_u = 0,15$ (MI, nachts) bzw. $A_u = 0,20$ (MI, tags). Eine Betrachtung des Beurteilungswertes $A_r = 0,07$ (MI, nachts) bzw. $A_r = 0,1$ (MI, tags) führt zu dem Ergebnis, dass dieser ausnahmslos eingehalten wird. Die Erschütterungsimmissionen sind auf Erdgeschosebene maximal, liegen aber auch hier mit einem KB_{FTr} von 0,023 für den Nachtzeitraum weit unter dem zulässigen Anhaltswert von 0,07. Insbesondere im Erdgeschoss ist es jedoch nicht auszuschließen, dass einzelne Züge geringfügig spürbare Schwingungen hervorrufen können.

Die gemessenen Erschütterungsimmissionen aus dem Bahnbetrieb können keine Schäden entsprechend DIN 4150-3 [3] an der Gebäudestruktur erzeugen.

Es wird der prognostizierte sekundäre Luftschallpegel $L_{sek, Amax}$ durch die Saarbahn sowie der Beurteilungspegel L_r unter Berücksichtigung der Zugzahlen für den Nacht- und Tagzeitraum angegeben und den Immissionsrichtwerten (IRW) für den Nachtzeitraum von 30 dB(A) und den Tagzeitraum von 40 dB(A) gegenübergestellt (Tabelle 8). Von einer unzulässig hohen Schallimmission aus dem sekundären Luftschall ist im geplanten Gebäude nicht auszugehen.

Tabelle 8: Ergebnisse sekundärer Luftschall

Stockwerk	$L_{sek, Amax}$ in dB(A)	L_r tags in dB(A)	IRW tags in dB(A)	L_r nachts in dB(A)	IRW nachts in dB(A)
EG	37	21	40	16	30
1. OG	23	12		7	
2. OG	27	11		6	
3. OG	30	14		9	

5.4 Bewertung

Für das Plangebäude sind keine Überschreitungen der erschütterungstechnischen Immissionen nach DIN 4150-2 [2] zu erwarten. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass einzelne

Zugvorbeifahrten spürbare Schwingungen im Gebäude, insbesondere im Erdgeschoss, auf dem die Erschütterungsimmissionen maximal sind, hervorrufen können.

Die Anhaltswerte der DIN 4150-3 [3] für die Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen auf Gebäude werden basierend auf den Ergebnissen zu den Schwinggeschwindigkeiten eingehalten.

Die prognostizierten Beurteilungspegel des sekundären Luftschalls $L_{r,sek}$ für den Innenraum des Gebäudes weisen keine Überschreitungen der Immissionsrichtwerte auf. Von einer unzulässig hohen Schallimmission aus dem sekundären Luftschall ist im geplanten Gebäude nicht auszugehen.

6 Zusammenfassung

Im Rahmen einer Umnutzung eines ehemaligen C&A-Kaufhauses in Gewerbe-, Gastronomie, und Wohneinheiten sowie in eine Pflegeeinrichtung an der Kreuzung Kaiserstraße – Viktoriastraße in 66111 Saarbrücken wurde eine erschütterungstechnische Untersuchung durchgeführt, die den Einfluss von Erschütterungsemissionen durch den Schienenverkehr der angrenzenden Saarbahn auf das Gebäude ergründen sollen.

Für die Erstellung der Prognoseberechnungen wurden am 31.05.2023 im Bestandsgebäude Messungen zu den Erschütterungsimmissionen durchgeführt. Anhand der Auswertung der Messung kann festgestellt werden, dass beim Bestandsgebäude keine unzulässig hohen Erschütterungsimmissionen nach DIN 4150-2 [2] und DIN 4150-3 [3] zu erwarten sind. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass die Erschütterungsimmissionen einzelner Züge, insbesondere im Erdgeschoss wo die Erschütterungsimmissionen maximal werden, spürbar sein können.

Aus den Berechnungen zum sekundären Luftschall kann weiterhin abgeleitet werden, dass der Beurteilungspegel des sekundären Luftschalls den Richtwert nach dem Urteil des BVG vom 19.04.2014 im Gebäude einhalten wird. Durch vereinzelte Zugvorbeifahrten sind jedoch hörbare Geräuschspitzen im Erdgeschoss nicht auszuschließen.

Auf Schutzmaßnahmen am Gebäude gegen Erschütterungseinwirkungen aus dem Bahnbetrieb kann verzichtet werden.

Greifenberg, 19.06.2023



M. Sc. Marvin Binnig
ACCON GmbH

Quellenverzeichnis

- [1] DIN 4150-1, Erschütterungen im Bauwesen – Teil 1: Vorermittlung von Schwingungsgrößen, Juni 2001
- [2] DIN 4150-2, Erschütterungen im Bauwesen – Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden, Juni 1999
- [3] DIN 4150-3, Erschütterungen im Bauwesen – Teil 3: Einwirkungen auf bauliche Anlagen, Dezember 2016
- [4] Schalltechnische Untersuchung zum Bebauungsplan für das ehem. C&A-Gebäude in Saarbrücken, FIRU GfI mbH, Kaiserslautern, April 2023
- [5] Diverse Planunterlagen vom Auftraggeber
- [6] <https://openrailwaymap.org/>

Anhang