Erschütterungstechnische Untersuchung

Vorhaben:	Gemeinde Aitrang Landkreis Ostallgäu BP „GE Fl.-Nrn. 178/50 und 178/7“
Auftraggeber:	Gemeinde Aitrang Lindenstraße 30 87648 Aitrang
Bearbeitungsstand:	10/2024
Projekt-Nr.:	2024 1684

em plan · Am Alten Gaswerk 2 · 86156 Augsburg
Tel.: 0821/207 129 0 · E-Mail: info@em-plan.com

Auftrag vom:	10.06.2024
Anzahl Seiten:	24
Anzahl Anlagen:	2, s. Anlagenverzeichnis
fachlich verantwortlich:	Dipl.-Ing. (FH) Manfred Ertl
Durchwahl:	0821 / 207 129 10
E-Mail:	m.ertl@em-plan.com
Mitarbeiter:	B. Sc. (TUM) Luis Mahlknecht
Durchwahl:	0821 / 207 129 13
E-Mail:	luis.mahlknecht@em-plan.com
Dokument:	1684_Aitrang_Ersch_2024_10_10

Das vorliegende Gutachten ist geistiges Eigentum von em plan. Das Gutachten ist ausschließlich zur Durchführung des behandelten Vorhabens zu verwenden. Die Weitergabe des Gutachtens oder dessen Vervielfältigung außerhalb des gegenständlichen Verfahrens, auch auszugsweise, ist nur mit unserer ausdrücklichen und schriftlichen Gestattung zulässig.

Inhaltsverzeichnis

1. Gegenstand der Untersuchung ... 4
2. Örtlichkeiten und Vorhaben ... 5
   2.1 Örtlichkeiten ... 5
   2.2 Vorhaben ... 6
3. Prognoseverfahren – VDI 3837 ... 7
4. Beurteilungsgrundlagen ... 9
   4.1 DIN 4150-2 ... 9
   4.2 Anhaltswerte der DIN 4150-2 ... 10
   4.3 Sekundärer Luftschall ... 11
5. Methodik ... 12
6. Messdurchführung, Messgeräte und Auswertung ... 13
   6.1 Messorte ... 13
   6.2 Messgeräte ... 13
   6.3 Messdurchführung und Auswertung ... 14
   6.4 Sekundärer Luftschall ... 14
7. Zugzahlen ... 15
8. Messergebnisse ... 16
   8.1 Emissionsspektrum ... 16
   8.2 Übertragungsfunktion ... 16
9. Ergebnisdarstellung und Bewertung ... 18
   9.1 Prognosewerte ... 18
   9.2 Sekundärer Luftschall ... 19
10. Regelungen im Bebauungsplan ... 20
11. Zusammenfassung ... 21

A) häufig verwendete Abkürzungen ... 23
B) Regelwerke ... 23
C) Grundlagenverzeichnis ... 23
D) Anlagenverzeichnis ... 24
E) Tabellen ... 24

1. Gegenstand der Untersuchung

In der Gemeinde Aitrang innerhalb der Verwaltungsgemeinschaft Biessenhofen sollen auf den Flurstücken Fl.-Nrn. 178/50 und 178/7 die baurechtlichen Voraussetzungen für ein Gewerbegebiet geschaffen werden. Ein konkretes Bebauungskonzept liegt derzeit nicht vor.

Unmittelbar nördlich verläuft die Bahnlinie 5362 Buchloe-Lindau der Deutschen Bahn AG und wirkt abstandsbedingt hinsichtlich der Erschütterungsimmissionen maßgeblich auf das Plangebiet ein.

Die vorliegende Untersuchung stellt auf eine Erschütterungsprognose für das Plangebiet ab. Die Grundlage für die Prognose bilden die im Zuge der Aufstellung des unweit gelegenen Bebauungsplans „Am Lengenwang, Fl.-Nr. 172/29“ seitens em plan im Jahr 2022 durchgeführten Messungen der Erschütterungsimmissionen aus dem Bahnbetrieb im Ausbreitungsquerschnitt (4).

Die normative Grundlage bilden die VDI 3837, die DIN 4150, Teile 1 bis 3 sowie die Ril 820.2050 der DB InfraGo.

Ein Satzungsvorschlag hinsichtlich des Erschütterungsimmissionsschutzes ist für den Bebauungsplan zu erarbeiten.

Die Randbedingungen, Methoden und Ergebnisse der Untersuchung sind im vorliegenden Bericht dokumentiert.

2. Örtlichkeiten und Vorhaben

2.1 Örtlichkeiten

Die örtlichen Gegebenheiten sind der nachfolgenden Abbildung sowie der Anlage 1 zu entnehmen.

Abbildung 1: Luftbildaufnahme des Untersuchungsraums, Quelle: Google Earth

Das Plangebiet mit einer Fläche von rd. 5.700 m^2 liegt am östlichen Rand der Gemeinde Aitrang, unmittelbar südlich, in wenigstens rd. 7 m Entfernung zur Bahnlinie 5362 Buchloe – Lindau der Deutschen Bahn AG. Derzeit dient das Flurstück als Lagerfläche mit kleineren Unterstellbauten.

Östlich des Flurstücks liegt ein einzelnes landwirtschaftlich genutztes Gebäude. Die Flächen im Süden sind derzeit unbebaut. Nordwestlich grenzt eine Eisenbahnüberführung der Strecke 5362 an das Plangebiet an.

Die Erschließung des Flurstücks erfolgt von Westen über die Straße Bahnhofring. Weiter westlich verläuft die Straße Taubental und unterführt die Bahnstrecke 5362 in Nord-Südrichtung.

Das Gelände im Bereich der Bahnlinie sowie des Baufeldes im Plangebiet ist weitestgehend eben auf rd. 746 m ü. NHN.

2.2 Vorhaben

Im Untersuchungsgebiet sollen auf den Flurstücken Fl.-Nrn. 178/50 und 178/7 die baurechtliche Voraussetzungen für ein Gewerbegebiet geschaffen werden.

Ausnahmsweise zulässige Wohnungen für Aufsichts- und Bereitschaftspersonen sowie für Betriebsinhaber und Betriebsleiter gemäß BauNVO, § 8, Abs. 3 können nicht ausgeschlossen werden.

Das Baufeld befindet sich im zentralen Bereich des Plangebiets, parallel zur Bahnlinie 5362 Buchloe – Lindau. Der Abstand der Baugrenzen zu den Gleisanlagen beträgt wenigstens rd. 18 m.

Der nachfolgenden Abbildung kann der Vorentwurf des Bebauungsplans entnommen werden. Die Baugrenzen sind blau dargestellt.

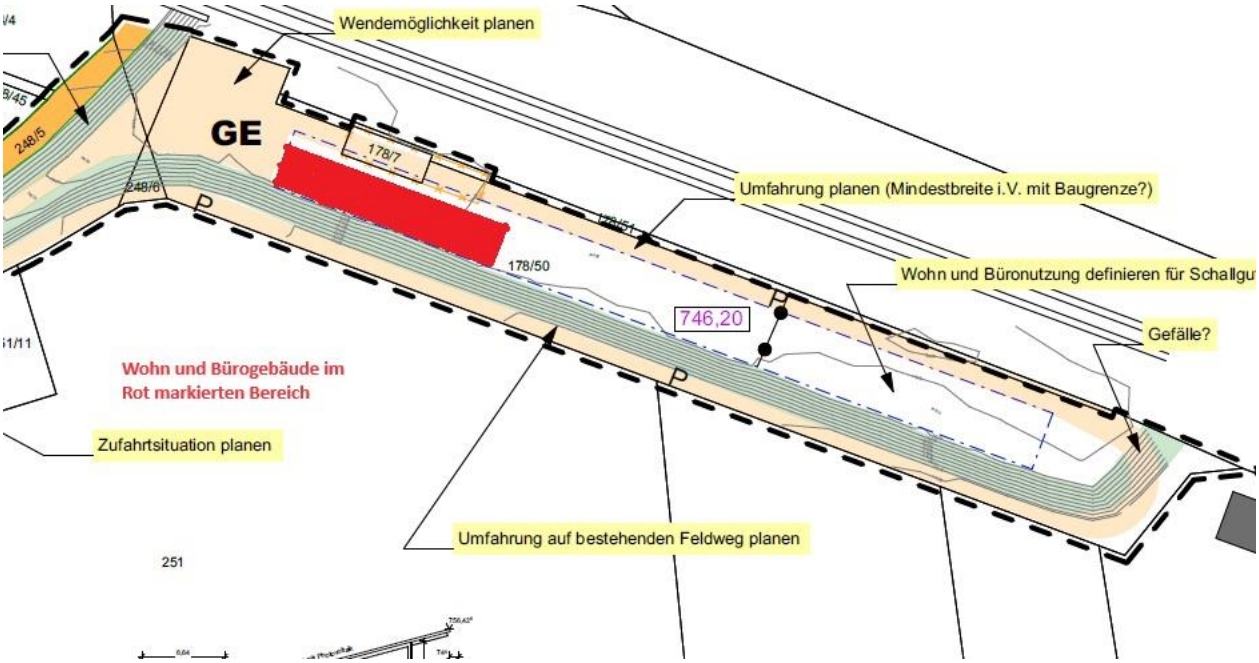

Abbildung 2: Vorentwurf des Bebauungsplans, Lageplan, übersandt am 10.07.2024

3. Prognoseverfahren – VDI 3837

In der VDI 3837 werden grundlegende Abhängigkeiten für die Emission, Transmission und Immission von Erschütterungen aufgezeigt und darauf aufbauend ein spektrales Prognoseverfahren für die Erschütterungen im Frequenzbereich von 4 Hz bis 80 Hz beschrieben, die von oberirdisch geführten Schienenbahnen ausgehen. Das Verfahren kann bei bestehenden oder neu zu errichtenden Strecken angewendet werden.

Die nachstehende Abbildung zeigt schematisch die Vorgehensweise einer Prognose nach VDI 3837.

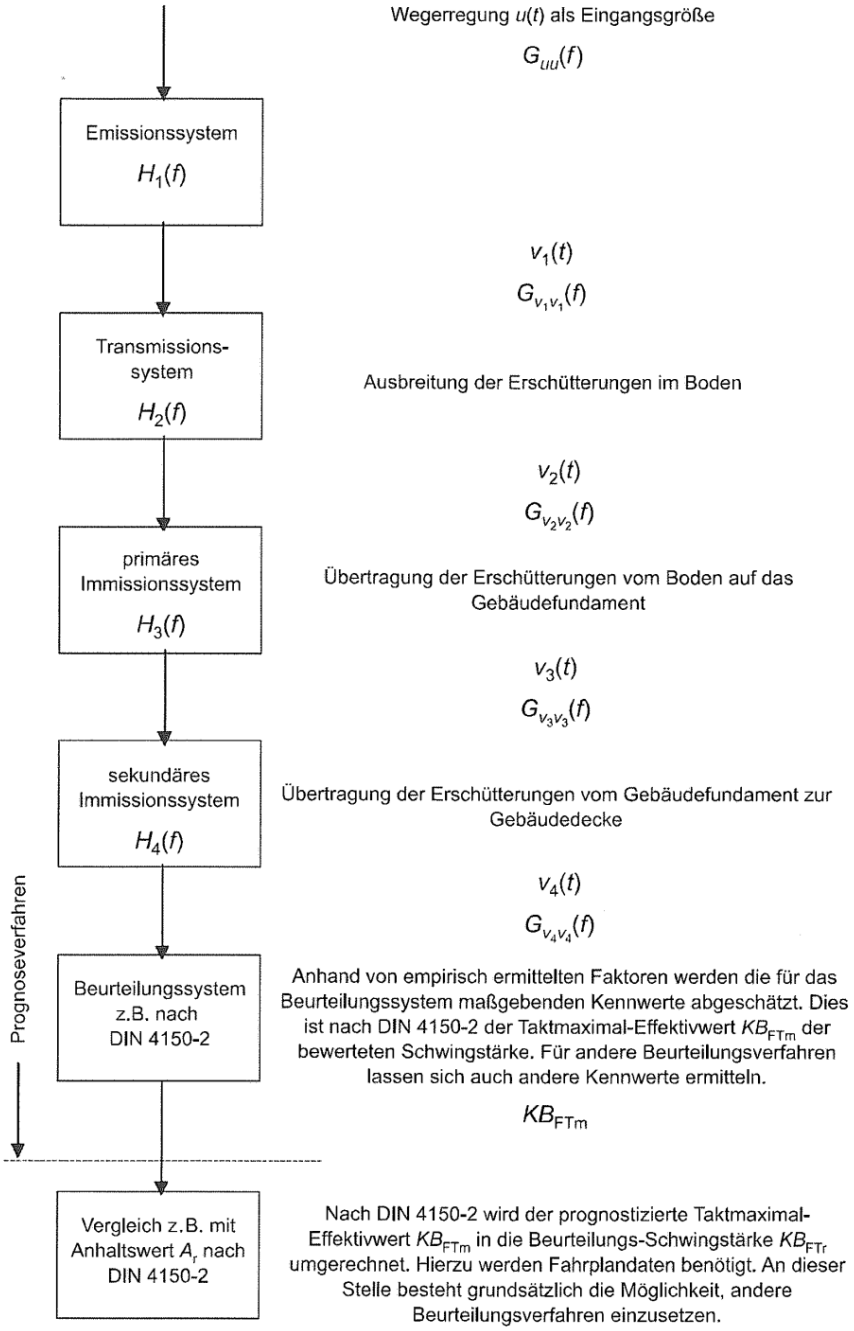

Abbildung 3: Blockschaltbild für das spektrale Prognoseverfahren der VDI 3837

In der vorliegenden Prognose wurde das Emissions- und Transmissionssystem

$$H_1(f) \rightarrow H_2(f)$$

durch Messung erfasst. Der Emission liegt hierbei ein über mehrere Messungen gemitteltes Emissionsspektrum in Terzbandbreite zu Grunde. Eine Korrektur in Folge abweichender Abstände der Prognosepunkte zu den Messpunkten sowie Abweichungen der Fahrgeschwindigkeit zur zulässigen Streckenhöchstgeschwindigkeit erfolgt gemäß der Methodik in Kapitel 5.

Den Übertragungsfunktionen vom Boden in die Geschoßdecken

$$H_2(f) \rightarrow H_4(f)$$

liegen die statistisch gemittelten Übertragungsfunktionen der Ril 820.2050 der DB InfraGo für Beton- und Holzbalkendecken zugrunde.

Über die spektrale Einleitung der Erschütterungen und die spektralen Übertragungsfunktionen sind in der Folge die zu erwartenden maximalen Schwingschnellen KB_{Fmax} ermittelt worden. Aus diesen errechnen sich über die Zugfrequenz die Beurteilungsschwingschnellen KB_{FTr} und der zu erwartende sekundäre Luftschall. Diese bilden die Grundlage zur Bestimmung der Bereiche, in denen Überschreitungen der Anhaltswerte wahrscheinlich und erschütterungsmindernde Maßnahmen als erforderlich anzusehen sind.

Erschütterungsprognosen sind stets mit einer gewissen Unschärfe behaftet. Dies hängt einerseits mit den im Vorfeld nicht final bekannten baulichen Eingriffen in den Untergrund zusammen, d. h. den lokalen Einleitungsverhältnissen, und andererseits mit der benachbarten Bausubstanz. So ist die Schwingantwort bei Holzbalkendecken bei niederfrequenter Einleitung von Erschütterungen in aller Regel höher als bei Stahlbetondecken, wobei aber die Schwingantwort wiederum vom Spektrum der eingeleiteten Erschütterungen und der Anteile der tieffrequenten Schwingungsanteile im Terzbandspektrum abhängt.

4. Beurteilungsgrundlagen

4.1 DIN 4150-2

Für die Beurteilung von Erschütterungs-Immissionen auf Menschen ist die DIN 4150-2, Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden, einschlägig. Darin werden Verfahren (im Zusammenhang mit anderen Normen) für die Ermittlung und die Beurteilung von Erschütterungs-Immissionen vorgestellt.

Die DIN 4150-2 nennt Anhaltswerte zur Beurteilung der gemessenen Erschütterungs-Immissionen.

Die Wirkung von Erschütterungen auf Menschen wird anhand der bewerteten Schwingstärke $KB_F(t)$ beurteilt.

Nach DIN 45669 ist die bewertete Schwingstärke $KB_F(t)$ der gleitende Effektivwert des frequenzbewerteten Erschütterungssignals mit der Zeitbewertung FAST (0,125 s).

Die Beurteilung erfolgt gemäß DIN 4150-2 anhand von zwei Beurteilungsgrößen. Der maximalen bewerteten Schwingstärke KB_{Fmax} und der Beurteilungsschwingstärke KB_{Ftr}.

KB_{Fmax} ist der maximale während der Messung auftretende, oder in anderer Weise ermittelte, Wert der bewerteten Schwingstärke $KB_F(t)$.

In der Beurteilungsgröße KB_{Ftr} wird die Häufigkeit und Dauer der auftretenden Erschütterungsereignisse berücksichtigt, sie wird durch das Taktmaximalwertverfahren mit einer Taktzeit von 30 s ermittelt.

Die genannten Beurteilungsgrößen sind an Fundamenten getrennt für die drei Richtungskomponenten x (horizontal, parallel), y (horizontal, senkrecht) und z (vertikal) und an den übrigen Messpunkten nur für die Richtungskomponente z zu ermitteln. Bei der triaxialen Messung ist der jeweils größte der drei Messwerte der Beurteilung zugrunde zu legen.

Die Beurteilungsgrößen sind zu ermitteln und mit den Anhaltswerten der DIN 4150-2 in der nachfolgenden Tabelle 1 zu vergleichen.

- Ist KB_{Fmax} kleiner oder gleich dem (unteren) Anhaltswert A_u dann ist die Anforderung dieser Norm eingehalten.
- Ist KB_{Fmax} größer als der (obere) Anhaltswert A_o, dann ist die Anforderung dieser Norm nicht eingehalten.
- Für häufige Einwirkungen, bei denen KB_{Fmax} größer als A_u, aber kleiner als A_o ist, ist die Beurteilungsschwingstärke KB_{Ftr} mit dem Anhaltswert A_r zu vergleichen. Wird dieser unterschritten, sind die Anforderungen der Norm ebenfalls eingehalten.

4.2 Anhaltswerte der DIN 4150-2

Tab. 4-1 Anhaltswerte für Erschütterungs-Immissionen gemäß DIN 4150-2

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

Für oberirdischen Schienenverkehr gilt gemäß DIN 4150-2 eine Sonderregelung. Der obere Anhaltswert A_o ist unabhängig von der Gebietsausweisung nachts mit 0,6 anzusetzen.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Anhaltswerte indikatorischen Charakter haben und eine Beurteilung jeweils im Einzelfall - auch unter Berücksichtigung der Messunsicherheit - zu erfolgen hat.

In den Erläuterungen zur Norm werden Zusammenhänge zwischen bewerteten Schwingstärken und subjektiver Wahrnehmung angegeben. Die folgende Tabelle beschreibt diesen Zusammenhang:

Tab. 4-2 Wahrnehmung von Erschütterungen

KB-Werte	Beschreibung der Wahrnehmung
< 0,1	nicht spürbar
0,1	Fühlschwelle
0,1 - 0,4	gerade spürbar
0,4 - 1,6	gut spürbar
1,6 - 6,3	stark spürbar

4.3 Sekundärer Luftschall

Der sekundäre Luftschall wird durch Schwingungen der Umfassungsbauteile von Gebäuden bzw. Räumen verursacht. Dieser wird, sofern nicht durch Tunnel oder Lärmschutzanlagen abgeschirmt, durch den Primärluftschall überlagert und ist im Regelfall nicht direkt messbar. Die Gebäude werden wiederum durch vorbeifahrende Züge zum Schwingen angeregt, die Intensität nimmt vom Gleis aus mit zunehmendem Abstand zum Gebäude ab.

Bezüglich sekundären Luftschalls an Schienenwegen existieren keine expliziten Grenzwerte bzw. normative Regelungen. Im Falle der Planung von Schienenverkehrswegen werden in der Regel Innenraumpegel von

40 dB(A) tags in Wohnräumen bzw.

30 dB(A) nachts in Schlafräumen

als Grenzwerte angewandt. Die o. a. Grenzwerte basieren auf der Grundlage der 24. BImSchV und werden auch seitens der Rechtsprechung als Zumutbarkeitsschwelle herangezogen.

5. Methodik

Zur Beurteilung der Erschütterungsimmissionen ist die Erschütterungsbelastung der vorhandenen Schienenwege zu ermitteln, indem ein Messwertkollektiv aus den verkehrenden Zügen erstellt wird.

Abweichungen der gemessenen Fahrgeschwindigkeiten der Züge von den zulässigen Höchstgeschwindigkeiten oder Prognosegeschwindigkeiten sowie Änderungen der Abstandsverhältnisse zwischen Gleis und Prognosepunkt sind rechnerisch zu berücksichtigen.

Die Korrektur der Fahrgeschwindigkeit errechnet sich nach dem folgenden Zusammenhang:

$$\eta_{VFahr} = \frac{VFahr_{soll}}{VFahr_{gemessen}}$$

Die Abnahme der Schwingstärke mit dem Abstand geht reziprok unter der Wurzel ein:

$$\eta_{Abstand} = \sqrt{\frac{\mathrm{Abstand_{ist}}}{\mathrm{Abstand_{Ausbau}}}}$$

Die Terme werden anschließend multiplikativ berücksichtigt:

$$KB_{Gleis} = KB_{Messpunkt} \cdot \eta_{Abstand} \cdot \eta_{VFahr}$$

Aus den so ermittelten KB_{Fmax}-Werten wird in einem weiteren Schritt für die Prognose entsprechend den vorliegenden Verkehrsmengengerüsten der jeweiligen Abschnitte die Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} berechnet.

6. Messdurchführung, Messgeräte und Auswertung

Grundlage für die Prognose bilden die Messdaten der seitens em plan im Jahr 2022 durchgeführten Messungen der Erschütterungsimmissionen im Ausbreitungsquerschnitt auf dem Flurstück, Fl.-Nr. 172/29, nachfolgend aus der zugehörigen Untersuchung (4) unverändert dokumentiert.

Hinsichtlich des Messprogramms, der Spektren und der Fotodokumentation der Messung wird auf die Untersuchung (4) verwiesen.

6.1 Messorte

Tab. 6-1 Übersicht der Messpunkte

Messort	Am Lengenwang, Grundstück Flur-Nr. 172/29, 87648 Aitrang			
Kanal und Messrichtung	1, vertikal	2, vertikal	3, vertikal	4, vertikal
Messpunkt	Gebäudegrenze 1	Gebäudegrenze 2	16 m - Punkt	32 m - Punkt
Ankopplung über	Erdspieß	Erdspieß	Erdspieß	Erdspieß

Vorbeifahrten			
Gleis	Zuggattung	Anzahl	mittlere Geschwindigkeit in km/h
Richtung (2)	RV-VT	4	80
	RV-VTN*	3	100
Gegenrichtung (1)	RV-VT	4	80
	RV-VTN*	4	100

* Zug mit Neigetechnik

6.2 Messgeräte

Für die Messung wurden folgende Geräte bzw. Programme verwendet.

Tab. 6-2 eingesetzte Messtechnik

Gerät / Programm	Typ	Hersteller	Seriennummer
4x Beschleunigungsaufnehmer	KS48C	Metra Mess- u. Frequenztechnik	10171, 10111, 10109, 10107
Messgerät	Soundbook Quadro	Sinus Messtechnik GmbH	6308
Messsoftware	SAMURAI 3.0	Sinus Messtechnik GmbH	-
Radarpistole	-	Bushnell	-

6.3 Messdurchführung und Auswertung

Gemessen wurde am 31.05.2022 in der Zeit zwischen 11:40 und 15:10 Uhr.

Zur Bestimmung der Erschütterungsimmissionen wurde die Schwingbeschleunigung mit Hilfe von Beschleunigungssensoren während der Zugvorbeifahrten auf dem o. a. Grundstück an insgesamt vier Messpunkten bestimmt (vgl. Pkt. 6.1).

Aus der gemessenen Schwingbeschleunigung wird durch Integration das unbewertete Erschütterungssignal (Schnellesignal) nach DIN 45669 im Frequenzbereich von 1 bis 315 Hz ermittelt (siehe auch DIN 4150-2). Aus dem weiter von 4 bis 80 Hz bandpassgefilterten und KB-bewerteten Schnellesignal ist nach der Bildung des gleitenden Effektivwerts mit der Zeitkonstante 0,125 s der Maximalwert in der Taktzeit von 30 s zu ermitteln. Das Ergebnis entspricht dem KB_{Fmax} einer Zugvorbeifahrt.

Für jede Zuggattung wurden Terzspektren (Max-Hold-Spektren) aus dem Schnellesignal im Frequenzbereich von 4 bis 315 Hz erstellt. Die Ergebnisse sind als Anlage 3 beigefügt. Parallel zur Messung wurden Geschwindigkeit, Länge und Zuggattung der vorbeifahrenden Züge erfasst. Eine Übersicht findet sich in Anlage 2.

6.4 Sekundärer Luftschall

Der sekundäre Luftschall wird durch Schwingungen der Umfassungsbauteile von Gebäuden bzw. Räumen verursacht. Dieser wird, sofern nicht durch Tunnel oder Lärmschutzanlagen abgeschirmt, durch den Primärluftschall überlagert und ist im Regelfall nicht direkt messbar. Die Gebäude werden wiederum durch vorbeifahrende Züge zum Schwingen angeregt, die Intensität nimmt vom Gleis aus mit zunehmendem Abstand zum Gebäude ab.

An den Bestandsstrecken liegt für jede Zugvorbeifahrt an jedem Messpunkt ein gemäß DIN 45669-1 bandpassgefiltertes Zeitsignal der Schwingbeschleunigung a(t) bzw. nach Integration, der Schwingschnelle v(t) vor. Die Schwingschnellen werden in den über die Vorbeifahrzeit gemittelten, A-bewerteten Schwinggeschwindigkeitspegel, $L_{vA}(f)$ im Frequenzbereich (terzweise bis 80 Hz) überführt. Der Gesamtpegel L_{vA} ergibt sich durch anschließende energetische Addition.

Bei der Berechnung der sekundären Luftschallpegel wird zwischen Beton- und Holzbalkendecken unterschieden.

Betondecke:

$$L_{sek} = 15{,}8\ \text{dB(A)} + 0{,}60\ L_{vA}$$

Holzbalkendecke:

$$L_{sek} = 19{,}9\ \text{dB(A)} + 0{,}47\ L_{vA}$$

7. Zugzahlen

Für die Berechnung der Beurteilungsschwingstärken KB_{FTr} im Prognosehorizont 2030 wurden von der Deutsche Bahn AG folgendes Verkehrsmengengerüst zur Verfügung gestellt.

Tab. 7-1 Strecke 5362, Prognose 2030, Bereich Aitrang

Lfd. Nr.	Zugart	Anzahl		Zuglänge* [m]	Geschwindigkeit [km/h]
		Tag	Nacht		
1	GZ-V	4	2	200	100
2	RB/RE-V	20	2	190	140
3**	RB/RE-V	28	2	160	150
4**	RB/RE-V	16	2	100	150
Summe		68	8	---	

* anhand von Literaturdaten und der Zugkonfiguration nach Schall 03 geschätzt

** Zug mit Neigetechnik

Die Streckenhöchstgeschwindigkeit im untersuchten Abschnitt liegt bei 140 km/h für reguläre Züge sowie bei 150 km/h für Züge mit Neigetechnik.

Legende:

Traktionsarten:

VT/V = Dieseltriebzug/Diesellok

Zugarten:

GZ = Güterzug

RB/RE/RV = Regionalzug

8. Messergebnisse

8.1 Emissionsspektrum

Der Prognose liegen die nachfolgend dargestellten, maximalen Schwingschnellen am 16 m-Messpunkt zugrunde.

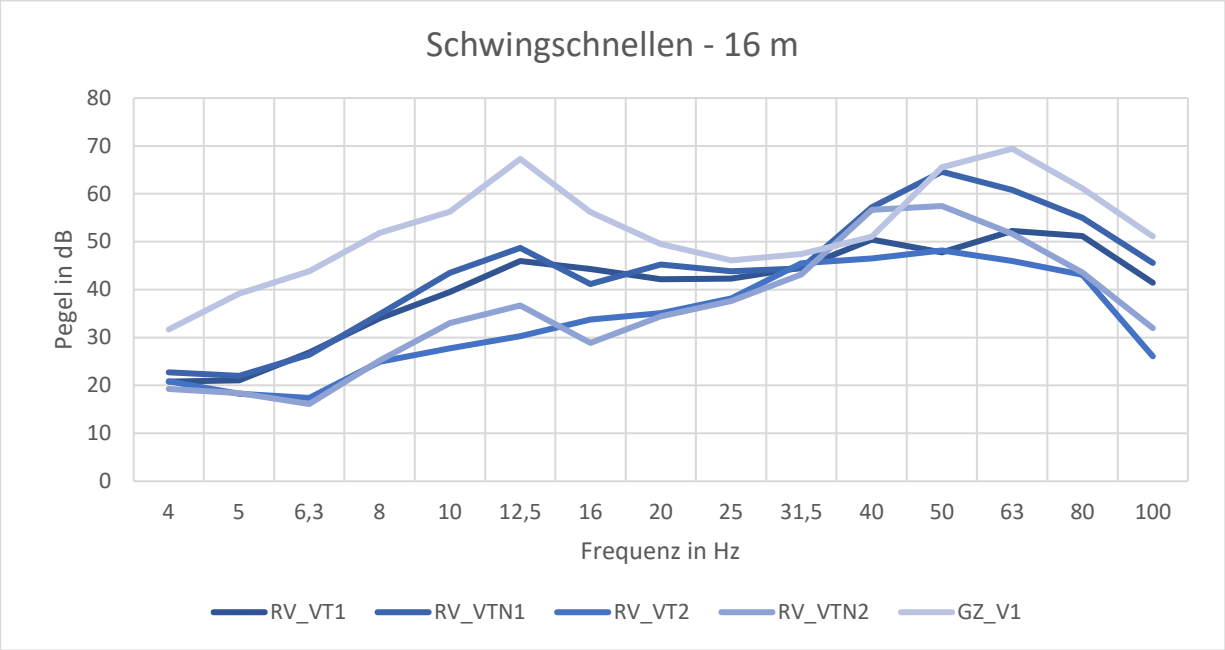

Abbildung 4: Schwingschnellepegel – 16 m

Während des Messzeitraums verkehrten keine Güterzüge. Die Prognose der zu erwartenden Schwingschnellen durch die Güterzüge erfolgt durch eine spektrale Umrechnung der Terzspektren der messtechnisch erfassten Regionalzüge.

8.2 Übertragungsfunktion

Für geplante Bauvorhaben bzw. Prognosen, in denen keine gemessenen Übertragungsfunktionen zur Verfügung stehen, sind in der Richtlinie 820.2050 der DB InfraGo, statistisch ermittelte Übertragungsfunktionen für Deckenresonanzen zwischen 8 Hz und 80 Hz vom Außenmesspunkt in das OG abgebildet, diese werden hilfsweise für die Untersuchung herangezogen.

Betondecken in Gebäuden weisen Resonanzfrequenzen bis maximal rd. 25 Hz, Holzdecken bis rd. 12 Hz auf. Die Prognose erfolgt konservativ sowohl für eine zukünftige Ausbildung der Baukörper in Massivbauweise sowie in Holzbauweise.

Unter Berücksichtigung des Verlaufs der Emissionsspektren werden in Abhängigkeit der Bauausführung Übertragungsfunktionen mit einer Resonanzüberhöhung bei 12,5 Hz für Holzbauweise sowie bei 20 Hz für Massivbauweise in Ansatz gebracht. Die Übertragungsfunktionen sind nachstehend abgebildet.

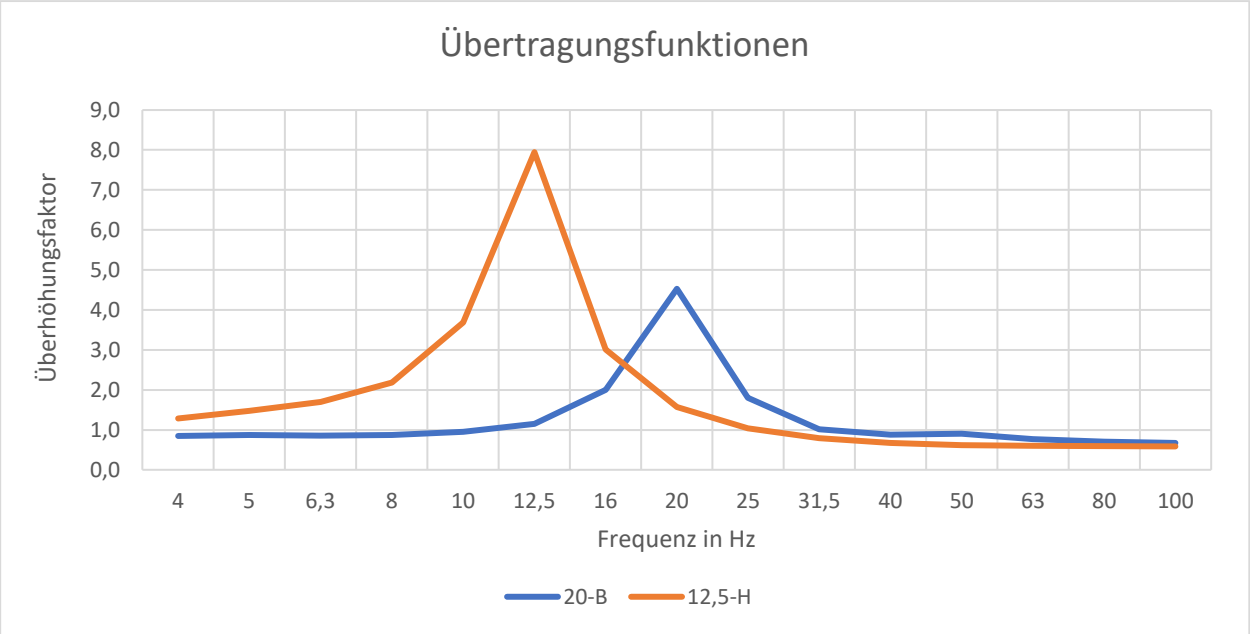

Abbildung 5: Übertragungsfunktion in das OG

9. Ergebnisdarstellung und Bewertung

9.1 Prognosewerte

Die zu erwartenden Erschütterungseinwirkungen werden anhand der gemessenen Schwingschnelle und der o. g. Übertragungsfunktion im Obergeschoß bestimmt. Es ist nach DIN 4150-2 der höchste in einem schutzbedürftigen Raum auftretende Betrag des KB_{Fmax} für die Beurteilung maßgebend.

Die Prognose erfolgt für eine Ausbildung in Massiv- oder Holzbauweise. Für die Ausbildung in Holzbauweise wird ein minimaler sowie ein maximaler Prognosewert im Sinne eines günstigsten bzw. ungünstigsten Szenarios angegeben, da sich Prognosewerte in der Größenordnung der Anhaltswerte der DIN 4150-2 ergeben.

Der nachfolgenden Tabelle können die ermittelten KB_{Fmax} - und KB_{FTr} - Werte entnommen werden. Der ausgewiesene KB_{Fmax}-Wert ist hierbei die aus den Einzelvorbeifahrten quadratisch gemittelte KB-Wert der erschütterungsintensivsten Zugart.

Tab. 9-1 KB_{Fmax} und KB_{FTr} – Prognosewerte

Nr.	Stock-werk	Anhaltswerte						Prognose 2030			Über-/Unterschreitung in %					
		Tag			Nacht			KB_{Fmax}	KB_{FTr}		A_u		A_o		A_r	
		A_u	A_o	A_r	A_u	A_o	A_r		T	N	T	N	T	N	T	N
Holzbauweise – minimaler / maximaler Prognosewert																
1	OG	0,3	6	0,15	0,2	0,6	0,1	0,64	0,04	0,03	+113	+220	-89	+7	-78	-74
2								0,87	0,05	0,04	+191	+336	-85	+45	-74	-66
Massivbauweise																
3	OG	0,3	6	0,15	0,2	0,6	0,1	0,21	0,02	0,01	-30	+4	-97	-65	-87	-89

Holzbauweise

Aus der Tabelle wird ersichtlich, dass bei einer Ausbildung der Baukörper in Holzbauweise auf der Grundlage der Messwerte sowie der Abstandsverhältnisse maximale KB-bewertete Schwingschnellen zwischen rd. 0,6 und 0,9 zu erwarten sind. Der untere Anhaltswert, A_u wird tags sowie nachts erheblich überschritten. Der obere Anhaltswert, A_o nachts wird erreicht bzw. um bis zu rd. 45 % überschritten. Die Anforderungen der DIN 4150-2 sind damit nachts nicht eingehalten. Schwingschnellen oberhalb von 0,4 gelten als „gut spürbar“. Tags sind die Anforderungen der DIN 4150-2 eingehalten.

Massivbauweise

Bei einer Ausbildung in Massivbauweise wird der untere Anhaltswert, A_u tags unterschritten. Nachts wird der A_u geringfügig überschritten, der A_o und der A_r tags sowie nachts erheblich unterschritten. Die Anforderungen der DIN 4150-2 sind somit bei einer Ausbildung in Massivbauweise eingehalten. Die maximalen Schwingschnellen befinden sich in der unteren Hälfte des „gerade spürbaren“ Bereichs.

Beurteilung

Summarisch ist die Ausbildung von Baukörpern, die auch nachts als Wohnung oder vergleichbar genutzte Räumlichkeit dienen, in Holzbauweise im Hinblick auf die Einhaltung der Anforderungen der DIN 4150-2 nicht realisierbar. Der obere Anhaltswert wird nachts aller Voraussicht nach wenigstens singulär überschritten. Baukörper, die nachts nicht dem dauerhaften Aufenthalt von Menschen dienen, können dem Grunde nach in Holzbauweise ausgebildet werden. Die Prognose errechnet Schwingschnellen von bis zu rd. 1 mm/s. Bei der Aufstellung erschütterungsempfindlicher Anlagen ist auf eine geeignete Entkopplung zu achten.

Bei einer Ausbildung der Gebäude in Massivbauweise werden die Anforderungen der DIN 4150-2 eingehalten.

9.2 Sekundärer Luftschall

Aus der Vorbeifahrtzeit und der Häufigkeit der Vorbeifahrten der jeweiligen Zuggattungen werden getrennt für den Tag- und Nachtzeitraum die Beurteilungspegel in den Räumen gebildet.

Die ermittelten Sekundärschallpegel können der nachfolgenden Tabelle entnommen werden.

Tab. 9-2 Sekundärschallpegel, Prognose

Nr.	Bauausführung	SW	RW		Sekundärschallpegel in dB(A)	
			tags	nachts	tags	nachts
1	Holzbauweise – min	OG	40	30	11,7	2,2
2	Holzbauweise – max				12,1	4,5
3	Massivbauweise				14,1	7,8

Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass die Richtwerte erheblich unterschritten werden.

10. Regelungen im Bebauungsplan

Erschütterungen

Begründung

Die Situation innerhalb des Plangebiets im Hinblick auf die Erschütterungsimmissionen aus der Bahnstrecke 5362, Buchloe - Lindau gemäß der DIN 4150-2 wurde durch em plan im Vorfeld untersucht. Im Ergebnis sind die Anhaltswerte für Erschütterungseinwirkungen auf Menschen bei einer Bauausführung in Massivbauweise eingehalten, bei einer Bauausführung in Holzbauweise nachts nicht eingehalten.

Bei einer Bauausführung von im Nachtzeitraum dem dauerhaften Aufenthalt von Menschen dienenden Baukörpern in Holzbauweise werden zur Wahrung der Anforderungen der DIN 4150-2 erschütterungsmindernde Maßnahmen erforderlich.

Baukörper, die im Nachtzeitraum nicht dem dauerhaften Aufenthalt von Menschen dienen, können dem Grunde nach in Holzbauweise errichtet werden.

Hinweise

Aus gutachterlicher Sicht wird dazu geraten, die Ergebnisse der erschütterungstechnischen Untersuchung mit der Umsetzung des Bebauungsplans bei der Maßnahmenplanung zu berücksichtigen.

Bei der Aufstellung erschütterungsempfindlicher Anlagenkomponenten ist auf eine geeignete schwingungstechnische Entkopplung zu achten.

11. Zusammenfassung

In der Gemeinde Aitrang sollen auf den Flurstücken Fl.-Nrn. 178/50 und 178/7 die baurechtlichen Voraussetzungen für ein Gewerbegebiet geschaffen werden.

Ausnahmsweise zulässige Wohnungen für Aufsichts- und Bereitschaftspersonen sowie für Betriebsinhaber und Betriebsleiter gemäß BauNVO, § 8, Abs. 3 können nicht ausgeschlossen werden.

Im Norden verläuft die Bahnlinie 5362 Buchloe-Lindau der Deutschen Bahn AG und wirkt abstandsbedingt hinsichtlich der Erschütterungsimmissionen maßgeblich auf das Plangebiet ein.

Vorliegende Untersuchung stellt auf eine Prognose der Erschütterungen aus dem Schienenverkehr hinsichtlich der Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden gemäß der DIN 4150-2 ab. Die Grundlage bilden im Mai 2022 durchgeführte Erschütterungsmessungen.

Zudem war der durch Erschütterungen verursachte Schall – der sekundäre Luftschall –zu ermitteln und zu beurteilen.

Die Untersuchung kommt zu folgenden Ergebnissen:

1. Bei einer Ausbildung in Holzbauweise wird auf der Grundlage der Messdaten der untere Anhaltswert, A_u tags sowie nachts überschritten. Der obere Anhaltswert, A_o wird tags eingehalten und nachts um bis zu rd. 45 % überschritten. Die Anforderungen der DIN 4150-2 sind damit nicht eingehalten.
2. Eine Ausbildung in Massivbauweise lässt auf der Grundlage der Messdaten eine Einhaltung der Anforderungen der DIN 4150-2 erwarten.
3. Im Plangebiet vorgesehene Gebäude, die auch nachts dem dauerhaften Aufenthalt von Menschen dienen, sind auf der Grundlage der Prognosewerte im Sinne einer Einhaltung der Anforderungen der DIN 4150-2 in Massivbauweise zu errichten.
4. Baukörper, die nicht dem dauerhaften Aufenthalt von Menschen nachts dienen, können dem Grunde nach hinsichtlich der Einhaltung der Anforderungen der DIN 4150-2 in Holzbauweise errichtet werden. Es sei darauf hingewiesen, dass die Größenordnung der maximal auftretenden Schwingschnellen als subjektiv „gut spürbar“ zu bewerten ist.
5. Bei der Aufstellung von erschütterungsempfindlichen Maschinen ist in Abhängigkeit der Bauausführung zu berücksichtigen, dass Schwingschnellen von bis zu rd. 1 mm/s auftreten können. Auf eine geeignete Entkopplung ist zu achten.
6. Einen entsprechenden Satzungsvorschlag für den Bebauungsplan enthält Kapitel 10.

7. Die Zumutbarkeitsschwelle im Sinne der 24. BImSchV wird durch den sekundären Luftschall erheblich unterschritten.

Die Prognosewerte auf der Grundlage der Messdaten sind den Anlagen beigegeben.

Augsburg, 10.10.2024

Dipl.-Ing. (FH) M. Ertl

i. A. B. Sc. L. Mahlknecht

Von der Industrie- und Handelskammer öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger

Dipl.-Ing. (FH)
Manfred Ertl

Bestellungsgebiet:
Verkehrslärm- und
Schallimmissionsschutz

A) häufig verwendete Abkürzungen

Fu.	Messpunkt: Fundament
GE	Gewerbegebiet
GZ	Güterzug
KB_{Fmax}	Maximale KB-bewertete Schwingschnelle (30 s Taktmaximalverfahren)
KB_{Ftr}	Beurteilungsschwingschnelle
RV/RB/RE	Regionalzug
x / y / z	Messrichtung, x / y = horizontal, z = vertikal

B) Regelwerke

Für die Untersuchung wurden folgende Grundlagen herangezogen:

[1] DIN 45669, Messung von Schwingungsimmissionen

[2] DIN 4150-2, Erschütterungen im Bauwesen, Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden, Juni 1999

[3] DB AG, Leitfaden für den Planer, Körperschall und Erschütterungsschutz, August 1996

[4] DB InfraGo, Richtlinie 820.2050, Erschütterungen und sekundärer Luftschall, 2017

[5] VDI 3837, Erschütterungen in der Umgebung von oberirdischen Schienenverkehrswegen – Spektrales Prognoseverfahren, März 2006

C) Grundlagenverzeichnis

(1) Verwaltungsgemeinschaft Biessenhofen, Eingabeplan Büro- und Wohngebäude, E-Mail vom 10.07.2024

(2) Bayerische Vermessungsverwaltung, Auszug aus der digitalen Flurkarte, 30.05.2022

(3) Deutsche Bahn AG, Zugzahlen für die Strecke 5362 Prognose 2030, KW18/2022

(4) em plan, Erschütterungstechnische Untersuchung „Gemeinde Aitrang, Landkreis Ostallgäu, Einbeziehungssatzung, „Am Lengenwang Fl.-Nr. 172/29“, Stand 06/2022

D) Anlagenverzeichnis

Anlage Nr.	Art	Inhalt
1	Lageplan	Untersuchungsgebiet
2	Tabelle	KB_{FTr} - Berechnung

E) Tabellen

Tab. 4-1 Anhaltswerte für Erschütterungs-Immissionen gemäß DIN 4150-2 10

Tab. 4-2 Wahrnehmung von Erschütterungen 10

Tab. 6-1 Übersicht der Messpunkte 13

Tab. 6-2 eingesetzte Messtechnik 13

Tab. 7-1 Strecke 5362, Prognose 2030, Bereich Aitrang 15

Tab. 9-1 KB_{Fmax} und KB_{FTr} – Prognosewerte 18

Tab. 8-2 Sekundärschallpegel, Prognose 2030 19