



Schwingungstechnik und
Erschütterungen im
Bauwesen

baudyn.de

Messung
Berechnung
Beratung
Gutachten

**Neubau S-Bahnlinie S4 (Ost)
Hamburg – Bad Oldesloe PFA 2**

Unterlage 16

**Untersuchung zu betriebsbedingten
Erschütterungsimmissionen**

16.1 Erläuterungsbericht

Ausgangsverfahren: 2. Änderung im Verfahren

Projektnummer baudyn GmbH: 2014237

09.12.2016

Fassung ~~18.04.2019~~ ~~14.02.2023~~ 30.08.2023

Im Auftrag von:

LAIRM CONSULT GmbH, Haferkamp 6, 22941 Bargteheide,
Tel.: +49 (4532) 2809-0; Fax: +49 (4532) 2809-15; E-Mail: info@lairm.de

Vorhabenträger:

DB Netz AG, Großprojekte Nord, I.NG-N-S
Hammerbrookstraße 44, 20097 Hamburg

Dieses Gutachten wurde im Rahmen des erteilten Auftrages für das oben genannte Projekt / Objekt erstellt und unterliegt dem Urheberrecht. Jede anderweitige Verwendung, Mitteilung oder Weitergabe an Dritte sowie die Bereitstellung im Internet – sei es vollständig oder auszugsweise – bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung des Urhebers.

baudyn GmbH, Alsterdorfer Straße 245, 22297 Hamburg,
Tel.: +49 (40) 54 80 291-00; Fax: -29; E-Mail: empfang@baudyn.de

Inhaltsverzeichnis

1.	Anlass und Aufgabenstellung	9
2.	Örtliche Situation	10
3.	Erschütterungstechnische Grundlagen	11
4.	Beurteilungsgrundlagen	13
4.1.	Erschütterungseinwirkungen auf bauliche Anlagen	13
4.2.	Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden	13
4.3.	Sekundäreffekte und Sekundärer Luftschall	17
5.	Schwingungsmessungen	18
6.	Vorgehensweise der Prognose	21
6.1.	Ausbreitungsabstand	22
6.2.	Zuggeschwindigkeit	23
6.3.	Überfahrt von Weichen	24
6.4.	Maßnahmen	24
6.5.	Ermittlung der Beurteilungsgrößen	28
7.	Überschlägliche Prognose in einem 100 m Korridor von der Gleisachse	29
7.1.	Wesentliche Erhöhung Erschütterungen	32
7.2.	Wesentliche Erhöhung sekundärer Luftschall	36
7.3.	Maximale Erschütterungsimmissionen	37
8.	Gebäudespezifische Prognose für einzelne Messobjekte	38
8.1.	Messobjekt 17: Tonndorfer Hauptstraße 46	39
8.2.	Messobjekt 32: Tonndorfer Hauptstraße 49	41
8.3.	Messobjekt 05: Küperstieg 27a	45
8.4.	Messobjekt 34: Küperkoppel 53	49
8.5.	Messobjekt 08: Stein-Hardenberg-Straße 158	53
8.6.	Messobjekt 33: Küperkoppel 89	57
8.7.	Messobjekt 03: Heestweg 10b	61
8.8.	Messobjekt 41: Heestweg 10a	66
8.9.	Messobjekt 06: Oldenfelder Straße 2	70
8.10.	Messobjekt 36: Güstrower Weg 13 Vorderhaus zur Straße	75
8.11.	Messobjekt 37: Güstrower Weg 13 Hinterhaus zur Bahn	78

8.12. Messobjekt 09: Warnemünder Weg 29	81
8.13. Messobjekt 04: Glindkamp 46.....	84
8.14. Messobjekt 35: Hagenweg 61.....	86
8.15. Messobjekt 07: Poggenbrook 5	88
9. Maßnahmen zum Erschütterungsschutz.....	91
9.1. Bereich 0: Gustav-Adolf-Straße	91
9.2. Bereich 1: Tonndorfer Hauptstraße.....	93
9.3. Bereich 2: Küperstieg	102
9.4. Bereich 3: Küperkoppel West	108
9.5. Bereich 4: Küperkoppel Ost.....	114
9.6. Bereich 5: Tonndorfer Weg.....	117
9.7. Bereich 6: Heestweg.....	124
9.8. Bereich 7: Schrankenweg.....	131
9.9. Bereich 8: Güstrower Weg.....	138
9.10. Bereich 9: Eichberg	144
10. Nachmessungen.....	147
11. Zusammenfassende Bewertung	148

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersicht PFA 2	9
Abbildung 2: Erschütterungsübertragung Bahnstrecke – Gebäude.....	12
Abbildung 3: Wirksamkeit besohlter Schwellen (positive Werte entsprechen einer Verminderung)	26
Abbildung 4: Wirksamkeit Betonrog mit Unterschottermatte und Schotteroberbau (positive Werte entsprechen einer Verminderung)	27
Abbildung 5: Mindestlänge Maßnahme am Gleis	28
Abbildung 6: Legende der Karten zur Ergebnisdarstellung der Prognosen mit der Einhaltung der Beurteilungskriterien	30
Abbildung 7: Abschnitt Gustav-Adolph-Straße, ohne Maßnahmen.....	92
Abbildung 8: Abschnitt Gustav-Adolph-Straße, mit Schwellenbesohlung auf den Fernbahngleisen	92
Abbildung 9: Abschnitt Tonndorfer Hauptstraße, ohne Maßnahmen.....	94
Abbildung 10: Tonndorfer Hauptstraße, mit Schwellenbesohlung auf den Fernbahngleisen	95

Abbildung 11: Tonndorfer Hauptstraße, mit Schwellenbesohlung nördl. u. Betontrog südl. Fernbahngleis	97
Abbildung 12: Tonndorfer Hauptstraße, mit Schwellenbesohlung u. abschnittsweise Betontrog auf beiden Fernbahngleisen.....	99
Abbildung 13 Küperstieg, ohne Maßnahmen.....	103
Abbildung 14: Küperstieg, mit Schwellenbesohlung auf den Fernbahngleisen	105
Abbildung 15: Küperstieg, mit Schwellenbesohlung u. abschnittsweise mit Betontrog südl. Fernbahngleis	106
Abbildung 16: Küperkoppel West, ohne Maßnahmen.....	109
Abbildung 17: Küperkoppel West, mit Schwellenbesohlung auf den Fernbahngleisen ..	111
Abbildung 18: Küperkoppel West, mit Schwellenbesohlung auf den Fernbahngleisen u. abschnittsweise mit Betontrog südl. Fernbahngleis	112
Abbildung 19: Küperkoppel Ost, ohne Maßnahmen	115
Abbildung 20: Küperkoppel Ost, mit Schwellenbesohlung auf den Fernbahngleisen	116
Abbildung 21: Tonndorfer Weg, ohne Maßnahmen	119
Abbildung 22: Tonndorfer Weg mit Schwellenbesohlung auf den Fernbahngleisen.....	120
Abbildung 23: Tonndorfer Weg mit Schwellenbesohlung auf den Fernbahngleisen u. abschnittsweise Betontrog auf dem südlichen Fernbahngleis.....	120
Abbildung 24: Heestweg und Apostelweg, ohne Maßnahmen.....	125
Abbildung 25: Heestweg und Apostelweg, mit Schwellenbesohlung auf den Fernbahngleisen.....	127
Abbildung 26: Heestweg und Apostelweg, mit Schwellenbesohlung u. abschnittsweise Betontrog südl. Fernbahngleis.....	128
Abbildung 27: Schrankenweg, ohne Maßnahmen	132
Abbildung 28: Schrankenweg, Schwellenbesohlung auf den Fernbahngleisen.....	134
Abbildung 29: Schrankenweg, Schwellenbesohlung auf den Fernbahngleisen u. abschnittsweise Betontrog auf dem südl. Fernbahngleis	135
Abbildung 30: Güstrower Weg, ohne Maßnahmen	140
Abbildung 31: Güstrower Weg, Maßnahme besohlte Schwellen auf den Fernbahngleisen	143
Abbildung 32: Eichberg, ohne Maßnahmen.....	145
Abbildung 33: Eichberg, mit besohlten Schwellen	146

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anhaltswerte zu Erschütterungseinwirkungen auf Menschen.....	15
---	----

Tabelle 2: Messobjekte für Schwingungsmessungen in Wohngebäuden an der Bahnstrecke im PFA 2	20
Tabelle 3: Maßnahme Unterschottermatten für Eisenbahnüberführungen aus Lärmschutzgründen	25
Tabelle 4: 100 m Korridor, Erhöhung Beurteilungs-Schwingstärke, Anzahl der Wohngebäude	32
Tabelle 5: 100 m Korridor, Erhöhung Beurteilungs-Schwingstärke mit besohnten Schwellen, Wohngebäude	34
Tabelle 6: 100 m Korridor, Erhöhung Beurteilungs-Schwingstärke mit besohnten Schwellen und Betontrog, Wohngebäude	35
Tabelle 7: 100 m Korridor, Erhöhung Mittelungspegel.....	37
Tabelle 8: 100 m Korridor, höchste Werte KB_{FTT} im Nullfall und im Planfall	38
Tabelle 9: Gebäudespezifische Prognose, höchste Werte KB_{FTT} im Nullfall und im Planfall	39
Tabelle 10: Prognose Tonndorfer Hauptstr. 46, ohne Maßnahme.....	40
Tabelle 11: Prognose Tonndorfer Hauptstr. 49, ohne Maßnahme.....	42
Tabelle 12: Prognose Tonndorfer Hauptstr. 49, besohlte Schwellen beide Fernbahngleise	43
Tabelle 13: Prognose Tonndorfer Hauptstr. 49, besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betontrog südl. Gleis	44
Tabelle 14: Prognose Küperstieg 27a, ohne Maßnahme	46
Tabelle 15: Prognose Küperstieg 27a, besohlte Schwellen beide Fernbahngleise.....	47
Tabelle 16: Prognose Küperstieg 27a, besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betontrog südl. Gleis	48
Tabelle 17: Prognose Küperkoppel 53, ohne Maßnahme	50
Tabelle 18: Prognose Küperkoppel 53, besohlte Schwellen beide Fernbahngleise	52
Tabelle 19: Prognose Stein-Hardenberg-Straße 158, ohne Maßnahme.....	53
Tabelle 20: Prognose Stein-Hardenberg-Straße 158, besohlte Schwellen beide Fernbahngleise	55
Tabelle 21: Prognose Stein-Hardenberg-Straße 158, besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betontrog südl. Gleis.....	56
Tabelle 22: Prognose Küperkoppel 89, ohne Maßnahme	58
Tabelle 23: Prognose Küperkoppel 89, besohlte Schwellen beide Fernbahngleise	59
Tabelle 24: Prognose Küperkoppel 89, besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betontrog südl. Gleis	61
Tabelle 25: Prognose Heestweg 10b, ohne Maßnahmen.....	62

Tabelle 26: Prognose Heestweg 10b, besohlte Schwellen beide Fernbahngleise	63
Tabelle 27: Prognose Heestweg 10b, besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betontrog südl. Gleis	65
Tabelle 28: Prognose Heestweg 10a, ohne Maßnahmen	67
Tabelle 29: Prognose Heestweg 10a, besohlte Schwellen beide Fernbahngleise	68
Tabelle 30: Prognose Heestweg 10a, besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betontrog südl. Gleis	69
Tabelle 31: Prognose Oldenfelder Str. 2, ohne Maßnahme	71
Tabelle 32: Prognose Oldenfelder Str. 2, besohlte Schwellen beide Fernbahngleise	72
Tabelle 33: Prognose Oldenfelder Str. 2, besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betontrog südl. Gleis	74
Tabelle 34: Prognose Güstrower Weg 13, Vorderhaus zur Str., ohne Maßnahmen	75
Tabelle 35: Prognose Güstrower Weg 13, Vorderhaus zur Str., besohlte Schwellen beide Fernbahngleise	77
Tabelle 36: Prognose Güstrower Weg 13, Hinterhaus zur Bahn, ohne Maßnahmen	79
Tabelle 37: Prognose Güstrower Weg 13, Hinterhaus zur Bahn, besohlte Schwellen beide Fernbahngleise	80
Tabelle 38: Prognose Warnemünder Weg 29, ohne Maßnahme	82
Tabelle 39: Prognose Glindkamp 46, ohne Maßnahme	84
Tabelle 40: Prognose Hagenweg 61, ohne Maßnahme	87
Tabelle 41: Prognose Poggenbrook 5, ohne Maßnahme	89
Tabelle 42: Kosten Maßnahmen Bereich 0 Gustav-Adolph-Straße 90	93
Tabelle 43: Kosten Maßnahmen Bereich 1 Tonndorfer Hauptstraße	101
Tabelle 44: Kosten Maßnahmen Bereich 2 Küperstieg	107
Tabelle 45: Kosten Maßnahmen Bereich 3 Küperkoppel West	113
Tabelle 46: Kosten Maßnahmen Bereich 4 Küperkoppel Ost	117
Tabelle 47: Kosten Maßnahmen Bereich 5 Tonndorfer Weg West	122
Tabelle 48: Kosten Maßnahmen Bereich 7 Heestweg	130
Tabelle 49: Kosten Maßnahmen Bereich 7 Schrankenweg	137
Tabelle 50: Kosten Maßnahmen Bereich 8 Güstrower Weg	144
Tabelle 51: Kosten Maßnahmen Bereich 10 Eichberg	147
Tabelle 52: Maßnahmen zum Erschütterungsschutz	151

Abkürzungsverzeichnis

A_r	Beurteilungswert im Sinne eines Mittelwertkriteriums zum Vergleich mit der Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr}
A_o	oberer Anhaltswert im Sinne eines oberen Maximalwertkriteriums
A_u	unterer Anhaltswert im Sinne eines unteren Maximalwertkriteriums
A_0	Ausgangsamplitude im Abstand r_0
A	Amplitude im Abstand r
α	Abklingkoeffizient
BauNVO	Baunutzungsverordnung
BSO/MK	Beton-Schotteroberbau mit Masse-Körper
BIm-SchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BImSchV	Bundes-Immissionsschutzverordnung
bzw.	beziehungsweise
c	Wellenausbreitungsgeschwindigkeit
d	Abstand zwischen Schwellen
d_{Weiche}	Abstand Wohngebäude – Weiche
dB(A)	Dezibel (A)
DIN	Deutsche Industrie Norm
D	Dämpfungsgrad
Δ	Änderung
DG	Dachgeschoss
EFH	Einfamilienhaus
EG	Erdgeschoss
f_s	Schwellenfachfrequenz
Geb.	Gebäude
Hz	Hertz
KB_{Fmax}	maximale bewertete Schwingstärke
KB_{FTr}	Beurteilungs-Schwingstärke
LAI	Länderausschuss für Immissionsschutz
λ	Wellenlänge von Erschütterungen im Boden
Lfd. Nr.	laufende Nummer
L_{Fmax}	Maximalpegel des sekundären Luftschalls

$L_{Fmax,m}$	mittlerer Maximalpegel des sekundären Luftschalls
L_m	Mittelungspegel des sekundären Luftschalls
ΔL_u	Differenzpegel infolge Fahrgeschwindigkeitsänderungen
L_{vFmax}	maximaler Schnellepegel
L_{vFeq}	energieäquivalenter Schnellepegel
m	Meter
mm/s	Millimeter je Sekunde
ms	Millisekunde
MFH	Mehrfamilienhaus
n	Ausbreitungskoeffizient
Nr.	Nummer
n.v.	nicht vorhanden
nördl.	nördlich
OG	Obergeschoss
o.g.	oben genannte(n)
ÖNORM	Österreichische Normen
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
PrNr	Bauwerksnummer
RH	Reihenhaus
s.o.	siehe oben
südl.	südlich
TA-Lärm	Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm
u	Fahrgeschwindigkeit
u.	und
u.a.	unter anderem
u.g.	unten genannte(n)
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
vgl.	vergleiche
$v_{TerzFeq}$	Energieäquivalente Terzschnelle
$v_{TerzFmax}$	Maximale Terzschnelle
v_z	Schwinggeschwindigkeit
z.B.	zum Beispiel

1. Anlass und Aufgabenstellung

Für den Betrieb der geplanten S-Bahnlinie S4 (Ost) ist zwischen Hamburg-Hasselbrook und Ahrensburg-Gartenholz der Neubau von separaten S-Bahngleisen (Strecke 1249) erforderlich (Abbildung 1). Die Gleise der vorhandenen Strecke 1120, zukünftig Fernbahngleise, müssen hierfür abschnittsweise verschwenkt bzw. angepasst werden. Die neue S-Bahn-Strecke nutzt teilweise die Trasse und die Anlagen der Fernbahnstrecke. Somit erfolgt ein Ausbau sowohl auf der Nord- als auch auf der Südseite der vorhandenen DB-Strecke. Daher muss auch die Fernbahnstrecke an mehreren Stellen angepasst werden. Darüber hinaus sind teilweise bauliche Maßnahmen an den vorhandenen, die Bahnlinie kreuzenden Straßenabschnitten, erforderlich.

Abbildung 1: Übersicht PFA 2



Im Rahmen der Untersuchung zu betriebsbedingten Erschütterungsimmissionen sind die zu erwartenden Belastungen aus dem Schienenverkehr zu ermitteln und zu beurteilen. Der zu untersuchende Prognose-Planfall mit der Umsetzung des geplanten Vorhabens bezieht sich auf den Prognosehorizont **2025 2030 mit dem Deutschland-Takt (D-Takt)**. Ergänzend werden die Belastungen für die mit der bestehenden Bahnstrecke plangegebene Situation ermittelt. **Dazu hat die Vorhabenträgerin ein realitätsnahes Betriebsprogramm für das Jahr 2030 mit dem Deutschland-Takt ermittelt, mit dem die Streckenanlieger bei wertender Betrachtung für den Fall rechnen müssen, dass die Strecke nicht ausgebaut würde (vgl. BVerwG, Urt. v. 29.6.2017, 3 A 1.16, Juris Rn. 100).** Die Vorhabenträgerin hat dementsprechend nicht die technisch mögliche Maximalauslastung ohne S4-Vorhaben ermittelt, sondern insbesondere Aspekte der Betriebsqualität berücksichtigt. Die Zugzahlen sind in der Unterlage 16.3 in Abschnitt 11 angegeben. ~~(Prognose-Nullfall-2025 ohne Umsetzung des Vorhabens und der weiteren vorgesehenen Baumaßnahmen), um den Einfluss des geplanten Vorhabens auf die Erschütterungseinwirkungen zu bewerten.~~

In der Untersuchung zu den Schienenverkehrserschütterungen werden als Immissionen Erschütterungen in Wohngebäuden und infolge der Schwingung von raumbegrenzenden Flächen in schutzbedürftigen Räumen sekundär abgestrahlter Luftschall betrachtet.

Die Ermittlung der Erschütterungsimmissionen erfolgte mit einem spektralen Prognoseverfahren wie es u.a. in der VDI 3837 „Erschütterungen in der Umgebung von oberirdischen Schienenverkehrswegen“ und der DB Richtlinie Ril 820.2050 „Erschütterungen und sekundärer Luftschall“ beschrieben wird. In der DB Richtlinie erfolgt die Prognose des sekundären

Luftschalls aus den Erschütterungen gemäß der Veröffentlichung von Said, Grütz, Garburg¹.

Die Eingangsgrößen für die Prognose wurden aus Schwingungsmessungen an der bestehenden Bahnstrecke in repräsentativen Wohngebäuden und im Gelände ermittelt (Unterlage 16.2). Ergänzend wurden Schwingungsmessungen an vergleichbaren Trassen mit den vorgesehenen S-Bahn-Baureihen an ausgewählten Messorten durchgeführt (Unterlage 16.2). [Diese Schwingungsmessungen wurden an der Fern- und S-Bahnstrecke Hamburg-Altona Pinneberg in Halstenbek bei vergleichbaren Bodenverhältnissen im Gelände in verschiedenen Abständen vorgenommen und die S-Bahn-Emissionen für die Prognose im Plangebiet verwendet.](#) Sofern erforderlich, wurden Maßnahmen zur Verringerung der Erschütterungen betrachtet.

~~Die Prognose~~ [Zunächst](#) erfolgte ~~zunächst mit~~ eine überschlägliche Prognose, um alle Wohngebäude in einem Abstand bis zu 100 m von der Bahnstrecke zu berücksichtigen (Unterlage 16.3). ~~so wie z~~ Zur Überprüfung der überschläglichen Prognose [wurde](#) insbesondere bei Überschreitung von Beurteilungskriterien ~~in einer gebäudespezifischen~~ Prognose für einzelne Messobjekte [vorgenommen](#) (Unterlage ~~16.5 16.4~~ [16.5](#)).

Die Untersuchungen sind als Unterlage 16 mit folgenden Bestandteilen dokumentiert:

16.1 Erläuterungsbericht

16.2 Durchführung von Schwingungsmessungen

16.3 Prognose Erschütterungen und sekundärer Luftschall

[Plandarstellung Prognoseergebnisse mit empfohlenen Maßnahmen](#)

[Tabellen ohne/mit Maßnahmen](#)

~~16.4~~ [Plandarstellung der erforderlichen Schutzmaßnahmen](#)

~~16.5 16.4~~ [16.5](#) Prognose einzelne Messobjekte

Die Beurteilung der prognostizierten Immissionen erfolgte gemäß DB Richtlinie Ril 820.2050 „Erschütterungen und sekundärer Luftschall“ auf Grundlage der DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“ Teil 2 „Einwirkung auf Menschen in Gebäuden“ und der geltenden Verwaltungsrechtsprechung für den Ausbau von Bahnstrecken. Die Beurteilung des sekundären Luftschalls erfolgte ~~demnach~~ in Anlehnung an den primären Schienenverkehrslärm gemäß 16. BImSchV in Verbindung mit der 24. BImSchV.

2. Örtliche Situation

~~Der Ausbau~~ [Das Vorhaben](#) umfasst den Bereich der vorhandenen Strecke 1120 Hamburg-Hasselbrook – Ahrensburg-Gartenholz [mit dem Neubau von separaten S-Bahngleisen \(Strecke 1249\)](#) sowie den Betrieb auf dem vorhandenen Streckenabschnitt Ahrensburg-Gartenholz – Bad Oldesloe. Die folgenden Kilometrierungen beziehen sich auf die Strecke 1120.

¹ Zeitschrift für Lärmbekämpfung, 53 (2006) Nr. 1 Januar

Folgende Gemeinden bzw. Ortschaften sind von der Maßnahme betroffen:

- Freie und Hansestadt Hamburg;
- Kreis Stormarn (Land Schleswig-Holstein) mit:
 - Stadt Ahrensburg und
 - Gemeinde Delingsdorf.

Für das Vorhaben sind drei Planfeststellungsabschnitte (PFA) vorgesehen:

- PFA 1: km 59,709 – 56,597 (Freie und Hansestadt Hamburg),
- PFA 2: km 56,597 – 47,029 (Freie und Hansestadt Hamburg),
- PFA 3: km 47,029 – 38,500 (Stadt Ahrensburg und Gemeinde Delingsdorf).

Zur Festlegung der immissionsschutzrechtlichen Schutzbedürftigkeit wurden die Nutzungen aus den vorliegenden Bebauungsplänen der betreffenden Städte und Gemeinden zugrunde gelegt. Die Einstufung entspricht der Einstufung der lärmtechnischen Untersuchungen. Sofern keine rechtskräftigen Bebauungspläne vorliegen, wurden die Einstufungen aus den Flächennutzungsplänen verwendet. Liegen keine Festsetzungen vor, erfolgte eine Einstufung wie in den lärmtechnischen Untersuchungen als Kern- und Mischgebiet.

In dieser Untersuchung erfolgt die Betrachtung für den PFA 2 in Hamburg.

3. Erschütterungstechnische Grundlagen

Auf die grundsätzliche Fragestellung der Gebrauchstauglichkeit von Bauwerken bei dynamischen Einwirkungen wird in der VDI-Richtlinie VDI 2038 „Gebrauchstauglichkeit von Bauwerken bei dynamischen Einwirkungen, Untersuchungsmethoden und Beurteilungsverfahren der Baudynamik“, Blatt 1 (2012), Blatt 2 und 3 (2013), umfassend eingegangen und auf die unterschiedlichen, auch internationalen Richtlinien im Hinblick auf die Einwirkung von Schwingungen auf Menschen, bauliche und technische Anlagen verwiesen.

Zur Konkretisierung der Ziele im Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) ~~ist vom Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI) die „Erschütterungs-Leitlinie“ (Mai 2000) sind von der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft die „Hinweise zur Messung, Beurteilung und Verminderung von Erschütterungsimmissionen“ (2018) verabschiedet worden.~~ Diese ~~„Erschütterungs-Leitlinie“~~ ~~umfassent~~ die Vorgehensweise zur Messung, Beurteilung und Verminderung von Erschütterungsimmissionen für genehmigungsbedürftige und nicht genehmigungsbedürftige Anlagen einschließlich Baustellen. In den Bundesländern sind unterschiedliche Fassungen und Fortschreibungen ~~der „Erschütterungs-Leitlinie“~~ veröffentlicht und in einigen Bundesländern als Verordnung erlassen.

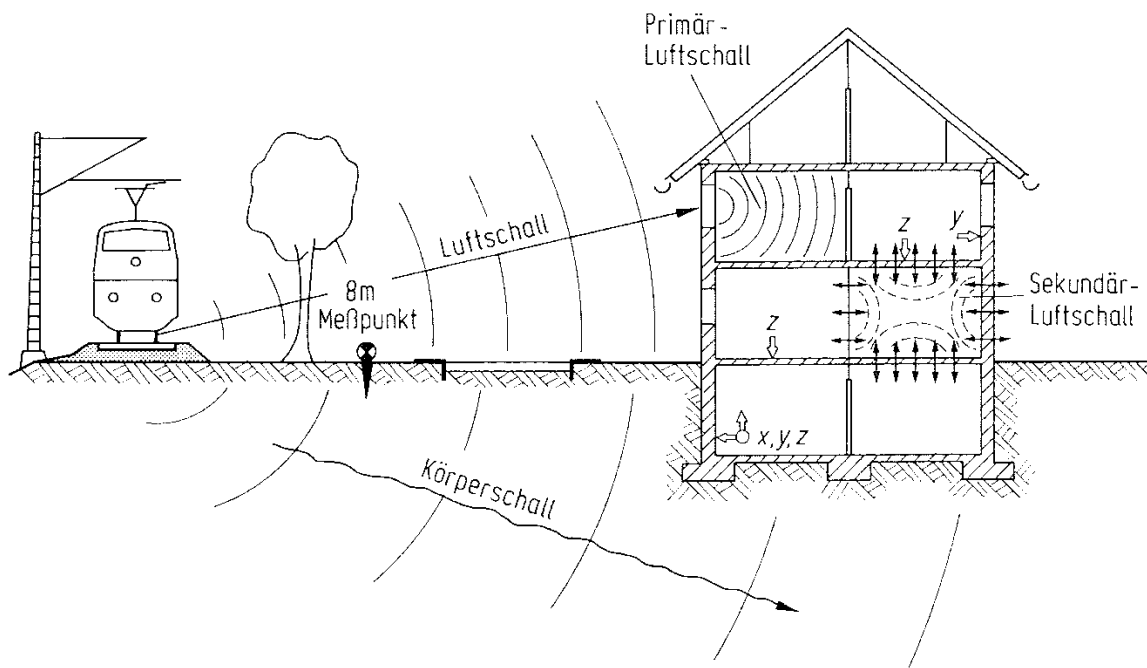
Inhaltlich stimmten die ~~„Erschütterungs-Leitlinie“~~ ~~Hinweise~~ weitgehend mit dem aktuellen Stand der Normen DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“ und DIN 45669 „Messung von Schwingungsimmissionen“ überein. Die DIN 4150 umfasst zusätzlich Angaben zu Erschütterungen infolge von Schienen- und Straßenverkehr. Darüber hinaus ist die DIN 45672 „Schwingungsmessungen in der Umgebung von Schienenverkehrswegen“ Teil 1 „Meßverfahren“ und Teil 2 „Auswerteverfahren“ von Bedeutung.

Schwingungsimmissionen sind demnach hinsichtlich ihrer Einwirkungen auf Menschen und auf bauliche Anlagen bei temporären und regelmäßig wiederkehrenden Emissionen sowie bei Baumaßnahmen zu berücksichtigen.

Zur Untersuchung von Erschütterungen und sekundärem Luftschall im Zusammenhang mit dem Bau und Betrieb von Bahnstrecken wurde die DB Richtlinie Ril 820.2050 „Erschütterungen und sekundärer Luftschall“ vom 01.01.2017 veröffentlicht.

Die Erschütterungen infolge von Verkehr werden in den Boden eingeleitet (Emissionen) und breiten sich über den Boden (Transmission) bis zum Einwirkungsort (Immissionen) aus (Abbildung 2).

Abbildung 2: Erschütterungsübertragung Bahnstrecke – Gebäude²



Bei der Übertragung der Erschütterungen im Boden erfolgt in Abhängigkeit von der Bodenschichtung und den Bodeneigenschaften eine Verteilung in den Raum und damit eine Verminderung der Erschütterungsamplitude mit der Entfernung.

Die Übertragung der Erschütterungen vom Boden in Gebäude erfolgt über die Gebäudegründung (Fundamente, Sohle, Pfähle). Von der Gebäudegründung verläuft die Übertragung weiter über Stützen und Wände bis auf die Stockwerksdecken, auf denen die Erschütterungen auf die Menschen einwirken.

Bei der Übertragung vom Boden auf das Gebäude erfolgt, vereinfachend dargestellt, bei niedrigen Frequenzen im Bereich der Eigenfrequenz des Gebäudes auf dem elastischen Baugrund eine Vergrößerung und bei höheren Frequenzen oberhalb der Eigenfrequenz eine Verminderung der Erschütterungsamplituden. Die Eigenfrequenzen ergeben sich im Wesentlichen aus der dynamischen Steifigkeit des Bodens sowie der Masse und Steifigkeit des Gebäudes. Bei Schienenverkehrserschütterungen werden auf Gebäudefundamenten

² Taschenbuch der Technischen Akustik, M. Heckl, H.A. Müller, Springer-Verlag, 2. Auflage 1994

in der Regel geringere Erschütterungsamplituden gemessenen als auf Erdspießen an der Geländeoberkante.

Bei der Übertragung der Erschütterungen innerhalb von Gebäuden von der Gründung über die Stützen und Wände bis auf die Stockwerksdecken kann eine deutliche Verstärkung der Schwingungsamplituden auftreten. Diese sogenannte Resonanzanregung tritt bei einer Übereinstimmung oder Nähe der Resonanz- bzw. Eigenfrequenz einer Stockwerksdecke mit der Anregungsfrequenz des Schienenverkehrs auf. Bei einer Anregung mit Frequenzen deutlich oberhalb dieser Resonanz- oder Deckeneigenfrequenz erfolgt bei der Übertragung eine Verminderung der eingeleiteten Erschütterungen. Die Deckeneigenfrequenz hängt von dem Baumaterial (Stahlbeton, Holzbalken), von der Geometrie (Spannweite, Dicke), den Auflagerbedingungen (Stützen, Wände, Art der Einspannung) sowie den tatsächlichen statischen Lasten ab. Die Deckeneigenfrequenzen liegen grundsätzlich im Bereich der Anregungsfrequenzen durch den hier zu betrachtenden Schienenverkehr. Dieses wurde auch im vorliegenden Fall bei den Schwingungsmessungen bestätigt.

4. Beurteilungsgrundlagen

Die Beurteilung erfolgte auf Grundlage der DB Richtlinie Ril 820.2050 „Erschütterungen und sekundärer Luftschall“, welche auf der DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“ Teil 2 „Einwirkung auf Menschen in Gebäuden“ bzw. für den sekundären Luftschall in Anlehnung an den primären Schienenverkehrslärm auf der 16. BImSchV in Verbindung mit der 24. BImSchV und der geltenden Verwaltungsrechtsprechung für den Ausbau von Bahnstrecken beruht.

4.1. Erschütterungseinwirkungen auf bauliche Anlagen

Die Einwirkungen von Schienenverkehrserschütterungen auf bauliche Anlagen sind nicht Gegenstand dieser Untersuchungen. Aus der Erfahrung mit Schwingungsmessungen in der Praxis liegen die bei Schienenverkehr auftretenden Erschütterungen in der Regel deutlich unterhalb der Anhaltswerte der DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“ Teil 3 „Einwirkung auf bauliche Anlagen“ Tabelle 1. Bei der Einhaltung dieser Anhaltswerte treten neue Schäden an Gebäuden erfahrungsgemäß nicht auf.

4.2. Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Die Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden erfolgt ausgehend von der DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“ Teil 2 „Einwirkung auf Menschen in Gebäuden“.

[Zur Beurteilung der Zumutbarkeit von Erschütterungen darf auf die Beurteilungs- bzw. Anhaltswerte der DIN 4150 zurückgegriffen werden. Die Tauglichkeit dieses Regelwerks zur Beurteilung von Erschütterungen ist in Fachkreisen und in der Rechtsprechung allgemein anerkannt. Bei Einhaltung der empfohlenen Werte kann in der Regel davon ausgegangen werden, dass erhebliche Belästigungen von Menschen und Schäden an Gebäuden durch Erschütterungen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen vermieden werden.](#)

Werden die jeweiligen Anhaltswerte nicht überschritten, sind die Erschütterungen ohne weitere Schutzmaßnahmen oder Entschädigung zumutbar.³

In der DIN 4150 Teil 2 wird eine maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} als Maximalwertkriterium und eine Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} als Mittelwertkriterium verwendet. Zur Beurteilung, ob die auftretenden Gebäudeerschütterungen für die sich dort aufhaltenden Menschen eine Belästigung darstellen, ist entsprechend DIN 4150 Teil 2 die gemessene maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} auf der Fußbodenebene, auf der sich die Menschen aufhalten, heranzuziehen. Bei der Ermittlung der bewerteten Schwingstärke treten gemäß DIN 4150 Teil 2 erfahrungsbedingt messtechnisch bedingte Unsicherheiten von bis etwa 15 % auf.

Die Anforderungen der Norm sind eingehalten, wenn die gemessenen, maximalen KB_{Fmax} -Werte kleiner oder gleich dem unteren Anhaltswert A_u der Norm sind. Liegen die KB_{Fmax} -Werte zwischen den Anhaltswerten A_u und A_o , so ist zusätzlich die Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} zu ermitteln. Die Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} ist mit der Anforderung für das Mittelwertkriterium, dem Anhaltswert A_r zu vergleichen.

Die vorstehend genannten Anhaltswerte sind von der Nutzungsart der Gebäude in der örtlichen Umgebung des zu beurteilenden Bauwerks abhängig. Dabei hängt die Einordnung des Bauwerkes nicht nur von der vorhandenen oder geplanten Nutzung des Gebäudes selbst ab. Die Einordnung von Gebäuden wird gemäß der geltenden DIN 4150 Teil 2 Tabelle 1 vorgenommen (vgl. Tabelle 1).

Die Anforderungen der Norm gelten zur Beurteilung von Erschütterungsimmissionen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen tags (6-22 Uhr) und nachts (22-6 Uhr).

Gemäß DIN 4150 Teil 2 ist bei Einhaltung der Anhaltswerte davon auszugehen, dass erhebliche Belästigungen vermieden werden.

In der DIN 4150 Teil 2 werden in Abschnitt 6.5.3 quellspezifische Angaben zu Erschütterungen durch Schienenverkehr gemacht. Gemäß Abschnitt 6.5.3.5 wird dem oberen Anhaltswert A_o nachts nicht die Bedeutung gegeben, dass bei dessen seltener Überschreitung die Anforderungen der Norm nicht eingehalten wären. Liegen jedoch bei oberirdischen Strecken gebietsunabhängig einzelne Erschütterungsereignisse oberhalb eines Wertes von $KB_{Fmax} = 0.6$ ist nach der Ursache bei der entsprechenden Zugeinheit zu forschen (z.B. Flachstellen). Diese Regelung steht im Einklang mit der besonderen Bedeutung der als Mittelwert über die gesamte Beurteilungszeit tags (6-22 Uhr) oder nachts (22-6 Uhr) zu ermittelnden Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} gegenüber den bei Einzelereignissen auftretenden maximalen bewerteten Schwingstärke KB_{Fmax} .

Bei dem Ausbau bestehender Bahnstrecken ist die Vorbelastung durch Erschütterungen gemäß der geltenden Verwaltungsrechtsprechung schutzmindernd zu berücksichtigen. In Untersuchungen⁴ zur Wahrnehmung von Erschütterungen hat sich herausgestellt, dass eine Erhöhung der maximalen bewerteten Schwingstärke KB_{Fmax} ab 25 % vom Menschen als eine Erhöhung in der Wahrnehmung der Erschütterungen differenzierbar ist. In der

³ BVerwG, Urt. v. 23.6.2021, Az. 7 A 10/20, Rn. 35 m.w.N.

⁴ A. Said; D. Fleischer; H. Fastl; H.-P. Grütz, G. Hölzl: Laborversuche zur Ermittlung von Unterschiedsschwellen bei der Wahrnehmung von Erschütterungen aus dem Schienenverkehr“, DAGA 2000, S. 496-497

Praxis wurde die Anwendung dieser Unterschiedsschwelle auf die Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FT} vom Bundesverwaltungsgericht bestätigt⁵. Aus diesem Grund werden ausgehend von der Vorbelastung Veränderungen der Erschütterungseinwirkungen um ~~mehr als~~ 25 % ~~oder mehr~~ als eine wesentliche Erhöhung bewertet.

Diese Vorgehensweise entspricht der aktuellen Rechtsprechung und wurde vom Bundesverwaltungsgericht für Planfeststellungsverfahren von oberirdischen Personen- und Güterfernbahnstrecken bestätigt (s.o.).

Tabelle 1: Anhaltswerte zu Erschütterungseinwirkungen auf Menschen

DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“ Teil 2 „Einwirkung auf Menschen in Gebäuden“ Tabelle 1 (Ausgabe Juni 1999)							
Zeile	Einwirkungsort	Tags			Nachts		
		A _u	A _o	A _r	A _u	A _o	A _r
1	Einwirkungsorte, in deren Umgebung nur gewerbliche 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	0,1
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	0,07
4	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind (vergleiche Wohngebiet BauNVO, § 3, allgemeine Wohngebiete BauNVO, § 4, Kleinsiedlungsgebiete BauNVO, § 2)	0,15	3	0,07	0,1	0,2	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	0,05

In Klammern sind jeweils die Gebiete der Baunutzungsverordnung BauNVO angegeben, die in der Regel den Kennzeichnungen unter Zeile 1 bis 4 entsprechen. Eine schematische Gleichsetzung ist jedoch nicht möglich, da die Kennzeichnung unter Zeile 1 bis 4 ausschließlich nach dem Gesichtspunkt der Schutzbedürftigkeit gegen Erschütterungseinwirkungen vorgenommen ist, die Gebietseinteilung in der BauNVO aber auch anderen planerischen Erfordernissen Rechnung trägt.

⁵ BVerwG, Az 7 A 14/09, Urteil vom 21.12.2010

Diese schutzmindernde Wirkung der Vorbelastung ist auf die Schwelle zur Eigentums- bzw. Gesundheitsverletzung begrenzt. Bei einer Überschreitung dieser Schwelle sind nicht wegen des Ausbaus, sondern aus Anlass des Ausbaus Maßnahmen zum Erschütterungsschutz zu untersuchen. Es liegen keine Richtlinien oder Untersuchungen zu Eigentums- oder Gesundheitsverletzungen infolge von Erschütterungseinwirkungen vor. **Gemäß dem Das Bundesverwaltungsgericht⁶ heißt es hat dazu entschieden:** „Diese Schwelle muss aber jedenfalls noch deutlich über dem in Industriegebieten und bezogen auf den Nahverkehr geltenden Anhaltswert A_r von 0.3 tags und 0.23 nachts liegen; denn solche Belastungen werden den Betroffenen ohne Weiteres zugemutet.“⁶

Hierzu heißt es in einer Verfügung des Eisenbahnbundesamtes vom 30.01.2017:

„Zum Umgang mit Erschütterungen und sekundärem Luftschall aus dem Eisenbahnbetrieb in der Planfeststellung ist nachfolgendes zu beachten:

...

3. Festlegung über das Vorliegen einer unzumutbaren Erschütterungsimmission

...

c. Abschnitte mit Beurteilungsschwingstärken mit KB_{FT_r} ab einem Bereich von 1,1 tags und 0,7 nachts als Vorbelastung, die vorhabenbedingt gering (ab dritte Nachkommastelle) ansteigt, sind gutachterlich besonders zu untersuchen und unter Berücksichtigung des Einzelfalls im Hinblick auf den Eigentums- und Gesundheitsschutz in der Abwägung über zu treffende Schutzmaßnahmen zu betrachten.

...“

Die unter 3. c. genannten Werte der Beurteilungsschwingstärke KB_{FT_r} sind aus unserer Erfahrung als äußerst hoch zu bewerten und wurden von uns in der Praxis in Schwingungsmessungen in Gebäuden an Bahnstrecken nicht festgestellt. Im vorliegenden Fall ist die Vorgehensweise unter 3. c. als weiteres Kriterium bzgl. Eigentums- oder Gesundheitsverletzung zu berücksichtigen.

Gemäß der **Erschütterungs-Leitlinie⁷ „Hinweise zur Messung, Beurteilung und Verminderung von Erschütterungsimmissionen“** ist in der Regel bei auf Messergebnissen beruhenden Anordnungen für die Unsicherheit bei der messtechnischen Ermittlung der bewerteten Schwingstärke ein Abzug von 15 % vorzunehmen. Für diese Untersuchungen wurde der Abzug nicht vorgenommen.

Zusammenfassend ist – wenn es sich wie hier um ein Ausbauvorhaben handelt – maßgeblich, ob die Anhaltswerte A_r der DIN 4150 Teil 2 Tabelle 1 überschritten und die Erschütterungsimmissionen bezogen auf die Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FT_r} vorhabenbedingt um 25 % oder mehr gegenüber der Vorbelastung (Prognosenullfall) zunimmt. Außerdem ist mit

⁶ BVerwG, Az 7 A 14/09, Urteil vom 21.12.2010, Rn. 38.

⁷ **Erschütterungs-Leitlinie, Hinweise zur Messung, Beurteilung und Verminderung von Erschütterungsimmissionen, Länderausschuss für Immissionsschutz vom 10. Mai 2000, LAI-Schriftenreihe Band 8, Erich Schmidt Verlag, Berlin**

Blick auf den Eigentums- und Gesundheitsschutz die Vorbelastung auf Beurteilungsschwingstärken KB_{FT} von 1,1 tags und 0,7 nachts zu untersuchen.

Bei Überschreitung dieser Beurteilungskriterien sind Maßnahmen zum Erschütterungsschutz zu prüfen. Die Rechtsgrundlage für Ansprüche auf Schutzmaßnahmen ist § 74 Abs. 2 Verwaltungsverfahrensgesetz (VwVfG). Danach sind dem Träger eines Vorhabens unter Umständen Vorkehrungen oder die Einrichtung und Unterhaltung von Anlagen aufzuerlegen, die zum Wohl der Allgemeinheit oder zur Vermeidung nachteiliger Wirkungen erforderlich sind. Sind solche Vorkehrungen oder Anlagen untunlich, insbesondere mit angemessenem Aufwand zum Schutzzweck nicht realisierbar, oder sind die Maßnahmen mit dem Vorhaben nicht vereinbar, so besteht ein Entschädigungsanspruch.

4.3. Sekundäreffekte und s Sekundärer Luftschall

Die Erschütterungseinwirkungen auf Gebäude können für die Wahrnehmung des Menschen zusätzlich Sekundäreffekte wie das Klirren von Gläsern oder sekundären Luftschall hervorrufen.

Sekundäreffekte wie das Klirren von Gläsern hängen von den individuellen Randbedingungen ab und können nicht allgemeingültig bewertet werden. Hierzu wird in der DIN 4150 Teil 2 erläutert: „Bei Einhaltung der in dieser Norm in Tabelle 1 genannten Anhaltswerte ist zu erwarten, daß auch die Sekundäreffekte in der Regel nicht zu einer erheblichen Belästigung führen.“

Sekundärer Luftschall kann durch die Abstrahlung infolge von Erschütterungsübertragung durch schwingende, raumbegrenzende Flächen verursacht werden. Darüber hinaus können in Räumen stehende Wellen mit einer deutlichen Erhöhung der Luftschallpegel auftreten. Der sekundäre Luftschall ist im Allgemeinen tieffrequent und kann störend wahrnehmbar sein, insbesondere wenn der primäre Luftschall des Emittenten gering oder wie bei unterirdischem Schienenverkehr nicht vorhanden ist.

Wegen der mit höheren Frequenzen zunehmenden Hörfähigkeit des Menschen sind als Anregung im wesentlichen Maschinenschwingungen und Schienenverkehrserschütterungen, seltener Baubetrieb, mit Frequenzen ab der 50 Hz-Terz und höher maßgeblich. Der sekundäre Luftschall wird erst am Immissionsort emittiert, während der primäre Luftschall am Emissionsort durch ein Schienenfahrzeug auf der Bahnstrecke emittiert wird und dann über eine gewisse Entfernung über die Luft zum Immissionsort übertragen wird. Die Betrachtungen zum primären Luftschall erfolgen in der Untersuchung zu betriebsbedingten Schallimmissionen der LAIRM CONSULT GmbH.

Zur Beurteilung des sekundären Luftschalls aus dem Schienenverkehr liegen in Deutschland keine explizit geltenden Anforderungen vor.

In der VDI-Richtlinie 2038 (November 2013) „Gebrauchstauglichkeit von Bauwerken bei dynamischen Einwirkungen - Untersuchungsmethoden und Beurteilungsverfahren der Baudynamik“ Blatt 3 „Sekundärer Luftschall - Grundlagen, Prognose, Messung, Beurteilung und Minderung“ wird auf die national und international vorliegenden Anforderungen verwiesen und die Beurteilung erläutert.

Die Beurteilung erfolgt im Rahmen von Planfeststellungsverfahren ~~von~~ bei oberirdischen Personen- und Güterstrecken gemäß DB Richtlinie Ril 820.2050 „Erschütterungen und sekundärer Luftschall“ in Anlehnung an den primären Schienenverkehrslärm gemäß 16. BImSchV in Verbindung mit der 24. BImSchV und es wird ein Beurteilungspegel für Schlafräume nachts von 30 dB(A) und für Wohnräume tags von 40 dB(A) zu Grunde gelegt.

Bei dem Ausbau bestehender Bahnstrecken ist die Vorbelastung durch sekundären Luftschall gemäß der geltenden Verwaltungsrechtsprechung schutzmindernd zu berücksichtigen. In der Untersuchung der Wahrnehmung von Schall hat sich herausgestellt, dass eine Erhöhung des Schallpegels ab 3 dB vom Menschen als eine Erhöhung in der Wahrnehmung des Schalls differenzierbar ist. Aus diesem Grund werden ausgehend von der Vorbelastung Erhöhungen des sekundären Luftschalls um ~~mehr als~~ 3 dB **und mehr** als eine wesentliche Erhöhung bewertet. Aufgrund der bei Schallimmissionen zur Ermittlung von Beurteilungspegeln vorzunehmenden Aufrundung ab 1/10 dB wird diese Vorgehensweise auch für den sekundären Luftschall angewendet, so dass eine Erhöhung des sekundären Luftschalls um 2.1 dB auf 3 dB aufgerundet wird.

Diese Vorgehensweise entspricht der aktuellen Rechtsprechung und wurde vom Bundesverwaltungsgericht⁸ für Planfeststellungsverfahren von oberirdischen Personen- und Güterfernbahnstrecken bestätigt.

5. Schwingungsmessungen

Im Rahmen der Untersuchung zu betriebsbedingten Erschütterungsimmissionen infolge von Schienenverkehr sind als Immissionen auf Menschen in Gebäuden Erschütterungen und infolge der Schwingung von raumbegrenzenden Flächen sekundär abgestrahlter Luftschall zu betrachten.

Im Gegensatz zur Untersuchung der betriebsbedingten Schallimmissionen, bei der eine Prognose ausschließlich auf Grundlage von berechnungstechnischen Verfahren erfolgt, wird die Prognose in der erschütterungstechnischen Untersuchung für die Beantragung von Planfeststellungen auf Grundlage von Schwingungsmessungen in repräsentativen Wohngebäuden (Messobjekte) und auf den betreffenden Grundstücken vorgenommen.

Die Schwingungsmessungen wurden auf ausgewählten Grundstücken an der Bahnstrecke im Gelände sowie in Wohngebäuden vorgenommen.

Mit der Durchführung von Schwingungsmessungen werden die unterschiedlichen Bodeneigenschaften entlang der Bahnstrecke im Hinblick auf die Erschütterungsemissionen, die Ausbreitung im Boden, die Übertragung in die Gebäude sowie im Gebäude berücksichtigt.

Die Auswahl der so genannten Messobjekte erfolgte im Wesentlichen aufgrund der Lage der Wohngebäude mit einem geringen Abstand zur nächstgelegenen Gleisachse, um die höchsten Erschütterungsimmissionen zu erfassen. Darüber hinaus wurde, soweit vorhanden, eine unterschiedliche Bauweise bei der Auswahl berücksichtigt. In dem Untersuchungsgebiet befinden sich überwiegend ältere eingeschossige oder zweigeschossige Einfamilienhäuser mit ausgebautem Dachgeschoss. Diese Wohngebäude verfügen zum Teil

⁸ BVerwG, Az 7 A 14/09, Urteil vom 21.12.2010

über Stockwerksdecken mit Holzbalken und zum Teil mit Stahlbetondecken. In einigen Fällen haben die Eigentümer der Durchführung von Schwingungsmessungen widersprochen. **Durch den Entfall einzelner Messobjekte können deren individuelle Eigenschaften nicht zur Überprüfung der überschläglichen Prognose verwendet werden. Die überschlägliche Prognose erfolgt mit statistischen Gebäudeeigenschaften und damit im Mittel zu hohen Immissionen, so dass dennoch belastbare Prognoseergebnisse vorliegen.**

In Tabelle 2 sind die verwendeten Messobjekte mit Angaben über die Lage und die Gebäudeart aufgeführt.

Die Schwingungsmessungen in den Messobjekten und im Gelände auf den Grundstücken sind in der Unterlage 16.2 dokumentiert.

Die Schwingungsmessungen wurden gemäß DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“ Teil 2 „Einwirkung auf Menschen in Gebäuden“, DIN 45669 „Messung von Schwingungsimmissionen“ und die DIN 45672 „Schwingungsmessungen in der Umgebung von Schienenverkehrswegen“ Teil 1 „Meßverfahren“ und Teil 2 „Auswertefahren“ durchgeführt und ausgewertet.

Die Messpunkte wurden am Fundament, auf der Gebäudesohle bzw. an der aufgehenden Wand der untersten Geschossebene, sowie auf Deckenfeldern im Erd- und in Ober- bzw. Dachgeschoss vorgenommen. Im Gelände der Grundstücke sollten Messpunkte grundsätzlich unterhalb der Deckschicht auf Erdspeießen in 8 m, 16 m und 32 m von der Gleisachse eingesetzt werden. Aufgrund der gegebenen Verhältnisse auf den Grundstücken war dies in vielen Fällen wegen des Grundstücks, des Geländes, von Bewuchs und vorhandener Bebauung nicht möglich. **Die Prognose wurde auf Grundlage von geeigneten Geländemessungen vorgenommen und ist daher belastbar.** Die verwendeten Abstände sind in der Dokumentation der Schwingungsmessungen für die einzelnen Messobjekte angegeben.

Als Erschütterungsereignisse ~~ist~~ **sind** Zugverkehre auf der Bahnstrecke mit Doppelstockwagen, die als Regionalzüge und Interregionalzüge verkehren, mit Intercity- und Intercityexpresszügen und Güterzügen aufgetreten.

Tabelle 2: Messobjekte für Schwingungsmessungen in Wohngebäuden an der Bahnstrecke im PFA 2

PFA	Strecke 1120 km	Straße und Hausnum- mer	Mess- objekt	Abstand Gleisachse		Lage	Gebäude- art	Stockwerksdecken (Fußbodenebene)
				Null- fall	Plan- fall			
2	56.3	Holstenhofweg 37, Hamburg	02	16 m	8 m	Nord	EFH	Stahlbeton (EG, 1.OG), Holzbalken (DG)
2	55.1	Tonndorfer Hauptstr. 46, Hamburg	17	23 m	23 m	Nord	EFH	Holzbalken (EG, DG)
2	54.74	Tonndorfer Hauptstr.45, Hamburg	31	19 m	7 m	Süd	MFH	Stahlbeton (EG,1.OG, 2.OG, DG)
2	54.67	Tonndorfer Hauptstr.49, Hamburg	32	31 m	20 m	Süd	EFH	Stahlbeton (EG, OG, DG)
2	54	Küperstieg 27a, Hamburg	05	18 m	8 m	Süd	RH	Stahlbeton (EG, 1.OG, 2.OG)
2	53.81	Küperkoppel 53, Hamburg	34	55 m	45 m	Süd	EFH	Stahlbeton (EG, OG), Holz- balken (DG)
2	53.8	Stein-Hardenberg- Straße 158, Hamburg	08	32 m	32 m	Nord	EFH	Holzbalken (EG, DG)
2	53.54	Küperkoppel 89, Ham- burg	33	45 m	35 m	Süd	DHH	Holzbalken (DG)
2	52.1	Heestweg 10 b, Hamburg	03	16 m	9 m	Süd	RH	Stahlbeton (OG, DG)
2	52.1	Heestweg 10 a, Ham- burg	41	21 m	13 m	Süd	RH	Stahlbeton (OG, DG)
2	51.5	Oldenfelder Straße 2, Hamburg	06	15 m	7 m	Nord	EFH	Stahlbeton (EG, 1.OG), Holzbalken (DG)
2	51.36	Güstrower Weg 13 Hin- terhaus zur Bahn, Ham- burg	37	13 m	8 m	Süd	EFH	Stahlbeton (OG)
2	51.35	Güstrower Weg 13 Vor- derhaus zur Straße, Hamburg	36	17 m	12 m	Süd	MFH	Stahlbeton (EG, OG, DG)
2	50.6	Warnemünder Weg 29, Hamburg	09	21 m	20 m	Süd	EFH	Holzbalken (EG, DG)
2	49.4	Glindkamp 46, Hamburg	04	23 m	11 m	Nord	EFH	Stahlbeton (EG)
2	48.27	Hagenweg 61, Hamburg	35	9 m	9 m	Süd	EFH	Holzbalken (DG)
2	47.3	Poggenbrook 5, Hamburg	07	10 m	10 m	Süd	EFH	Steinkappendecke (EG), Holzbalken (1.OG, DG)

In der Dokumentation der Schwingungsmessungen sind die Messobjekte und Messpunkte dargestellt. In einer tabellarischen Auswertung sind die Zugvorbeifahrten mit der Schwingungsamplitude (maximale Schwinggeschwindigkeit v_{max} , maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax}) der dominierenden Frequenz **sowie**, die Anzahl der Wagons **sowie der und die** Fahrgeschwindigkeit angegeben. Für repräsentative Zugvorbeifahrten sind die Schwingungsmessungen im Zeit- und Frequenzbereich dargestellt.

Zur Ermittlung der Immissionen aus den Schwingungsmessungen in der plangegebenen Situation wurden die angegebenen Schwingungsmessungen zur Ermittlung der Beurteilungs-Schwingstärke verwendet. Die zu verwendende Zugverkehrshäufigkeit und die Fahrgeschwindigkeiten für die plangegebene Situation ist in der Unterlage 16.3 „Prognose

Erschütterungen und sekundärer Luftschall“ angegeben. Zur Berücksichtigung der Abhängigkeit der Schwingungsamplitude von der Fahrgeschwindigkeit wurden die gemessenen Schwingungsamplituden gemäß der nachstehenden Beziehung bis zu einem Verhältnis der Fahrgeschwindigkeit $u/u_0 = 1.5$ angewendet.

In der Literatur wird für die Abhängigkeit des Schnellepegels⁹ von der Fahrgeschwindigkeit u als Pegelerhöhung bzw. Pegelminderung ΔL_u ausgehend von der Bezugsfahrgeschwindigkeit u_0 mit

$$\Delta L_u = 20 \cdot \log\left(\frac{u}{u_0}\right)$$

angegeben.

Es handelt sich bei dieser Beziehung um eine grobe Näherung, die in der ÖNORM S 9012 „Beurteilung der Einwirkung von Schwingungsimmissionen des landgebundenen Verkehrs auf den Menschen in Gebäuden — Schwingungen und sekundärer Luftschall“ sowie Untersuchungsberichten^{10, 11, 12} veröffentlicht wurde.

Die Abschätzung wird verwendet, um die bei niedrigerer Fahrgeschwindigkeit gemessenen Emissionsspektren an die höhere zulässige Fahrgeschwindigkeit anzupassen.

6. Vorgehensweise der Prognose

~~Die Durchführung der Prognose wird in~~ In Kapitel 7 ~~als eine~~ wird die überschlägliche Prognose für sämtliche Wohngebäude in einem 100 m Korridor entlang der Bahnstrecke sowie in Kapitel 8 ~~als eine~~ die gebäudespezifische Prognose für die Messobjekte beschrieben.

Auf Grundlage der Prognoseergebnisse werden in Kapitel 9 die zur Einhaltung der Beurteilungskriterien erforderlichen Maßnahmen mit der dafür erforderlichen Länge und Kosten betrachtet sowie Empfehlungen zur Umsetzung der Maßnahmen gegeben.

In diesem Kapitel 6 wird die Vorgehensweise der Prognose nachfolgend im Hinblick auf die Eingangsdaten und Berechnung beschrieben.

Die Erschütterungsimmissionen werden, wie in Kapitel 3 beschrieben, bestimmt von den Erschütterungsemissionen, der Übertragung auf dem Ausbreitungsweg im Boden und von der Übertragung in das Gebäude auf Stockwerksdecken.

Während die erfasste Größe in den Schwingungsmessungen der Zeitverlauf der Schwingungsamplitude in Form der Schwinggeschwindigkeit ist, wird die Prognose wie in der VDI 3837 „Erschütterungen in der Umgebung von oberirdischen Schienenverkehrswegen“ und der DB Richtlinie Ril 820.2050 „Erschütterungen und sekundärer Luftschall“ beschrieben im Frequenzbereich vorgenommen.

⁹ Schwinggeschwindigkeitsamplitude in logarithmischer Pegeldarstellung

¹⁰ Erschütterungen und Körperschall des landgebundenen Verkehrs, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, 1995

¹¹ Schwingungsausbreitung an Schienenverkehrswegen, 2. Ing. Geolog. Inst. Niedermeyer, LGA-Nürnberg, Müller-BBM GmbH, Hrsg. DB, BZA München, 1981

¹² Verminderung des Verkehrslärms in Städten und Gemeinden, Teilprogramm Schienenverkehr, STUVA, Bericht 20, 1986

Hierzu werden die gemessenen Schwingungssignale gemäß DIN 45672 „Schwingungsmessungen in der Umgebung von Schienenverkehrswegen“ Teil 2 „Auswerteverfahren“ mittels Terzfilterung (Filterung in Terzbandbreite 1 Hz bis 315 Hz) der Zeitsignale und anschließender Effektivwertbildung in Terzschnellespektren überführt.

~~In der Prognose werden Terzschnellespektren verwendet, um eine geeignete Mittelung der Erschütterungsemissionen innerhalb verschiedener Zuggattungen von Geländemesspunkten und in Form von Terzdifferenzpegeln eine modulare Beschreibung der Übertragung der Ausbreitung im Boden und im Gebäude auf Stockwerksdecken sowie der Wirksamkeit von Maßnahmen vorzunehmen.~~ Zur Durchführung der Prognose werden Terzschnellespektren verwendet. Aus den Schwingungsmessungen wurden für die einzelnen Zuggattungen als Eingangsgröße für die Prognose Terzschnellespektren ermittelt. Die Eigenschaften der Übertragung der Erschütterungen im Boden, vom Boden auf die Stockwerksdecken sowie die Wirksamkeit von Maßnahmen wird als Differenz von Terzschnellespektren beschrieben. Die Prognose lässt sich mit dieser Vorgehensweise als eine Aneinanderreihung von Emissionen (je Zuggattung und Fahrgeschwindigkeit) und Übertragungseigenschaften (Maßnahme, Boden, Gebäude) darstellen.

Zur Prognose der Erschütterungen werden die Emissionen der verschiedenen Zuggattungen und Fahrgeschwindigkeiten in Form der maximalen Terzschnellepegel L_{vFmax} als Eingangsgröße verwendet. Das Ergebnis der Aneinanderreihung der Emissionen und der Übertragungseigenschaften ergibt ein Terzschnellespektrum für die Erschütterungen. Es erfolgt eine KB-Bewertung und eine Summation auf einen Einzahlwert, welcher der mittleren Maximalwertgröße (Taktmaximaleffektivwert KB_{FTm}) entspricht.

Zur Prognose des sekundären Luftschalls werden die energieäquivalenten Terzschnellepegel L_{vFeq} als Eingangsgröße verwendet. Das Ergebnis der Aneinanderreihung der Emissionen und der Übertragungseigenschaften ergibt ein Terzschnellespektrum für die Schwingung des schallabstrahlenden Bauteils Stockwerksdecke. Es erfolgt eine A-Bewertung und eine Summation auf einen Einzahlwert. Die Ermittlung des sekundären Luftschalls erfolgt ausgehend von der Prognose der Erschütterungen unter Verwendung einer empirischen Beziehung zwischen der Schwingungsgröße und dem sekundären Luftschall gemäß Said, Grütz, Garburg¹³ und entspricht dem mittleren Maximalpegel $L_{Fmax,m}$ je Zuggattung und Fahrgeschwindigkeit.

Die verwendeten Eingangsgrößen sind in den Unterlagen 16.3 und ~~16.5~~ **16.4** **16.5** angegeben.

6.1. Ausbreitungsabstand

Die Schienenverkehrs-Erschütterungen breiten sich ausgehend von der Bahnstrecke im Boden aus und es erfolgt mit dem Abstand eine frequenzabhängige Verminderung der Schwingungsamplitude.

¹³ Zeitschrift für Lärmbekämpfung, 53 (2006) Nr. 1 Januar

Im vorliegenden Fall wurde die Ausbreitung im Boden gemäß DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“ Teil 1 „Vorermittlung“ bzw. den Empfehlungen des Arbeitskreises 1.4 „Baugrunddynamik“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik beschrieben:

$$A = A_0 \cdot \left(\frac{r}{r_0}\right)^n \cdot e^{-\alpha(r-r_0)}$$

- A₀ Ausgangsamplitude im Abstand r₀
- A zu ermittelnde Amplitude im Abstand r
- n Ausbreitungskoeffizient
- α Abklingkoeffizient in m⁻¹, α = 2π D / λ
- D Dämpfungsgrad, gemäß DIN 4150 kann in Lockergestein D = 0.01 angesetzt werden, höhere Werte nachzuweisen
- λ maßgebliche Wellenlänge in m, λ = c / f
- c Wellenausbreitungsgeschwindigkeit, gemäß DIN 4150 ist für mittlere Bodensteifigkeit c_s = 150 m/s bis 200 m/s charakteristisch
- f Frequenz in Hz, angesetzt als Terzmittenfrequenz

Ausgehend von den getroffenen Annahmen für die maximale, ohne Nachweis ansetzbare Materialdämpfung im Boden mit D = 0.01 und einer Ausbreitungsgeschwindigkeit von Scherwellen bei mittlerer Bodensteifigkeit mit c_s = 200 m/s wurde der Ausbreitungskoeffizienten n aus den Schwingungsmessungen im Gelände ermittelt. Für die Ermittlung des Ausbreitungskoeffizienten n wurde der Summenpegel auf den Geländemesspunkten verwendet und für die einzelnen Messobjekte ermittelt.

Für die Prognose wurde die o.g. Formel zur Beschreibung der frequenzabhängigen Ausbreitung der Erschütterungen im Boden mit den dort genannten Parametern sowie des individuell ermittelten Ausbreitungskoeffizienten n verwendet.

Die Prognose erfolgt für die plangegebene Situation mit Schienenverkehr auf den derzeit bestehenden Bahngleisen sowie auf den für den Planfall nach der Umsetzung des Vorhabens Neubau S-Bahnlinie S4 (Ost) vorhandenen Bahngleisen. In der Prognose sind für die verschiedenen Situationen die betreffenden Abstände der Wohngebäude zur Gleisachse zu verwenden.

Für die plangegebene Situation ergeben sich die Abstände zwischen den Wohngebäuden und den einzelnen Gleisen der zweigleisigen Strecke 1120 Hamburg-Lübeck.

Im Planfall ergeben sich die Abstände zwischen den Wohngebäuden und den einzelnen Gleisen aus der neuen, zweigleisigen S-Bahn-Strecke 1249 und der teilweise verschwenkten bzw. angepassten Lage der zweigleisigen Strecke 1120.

6.2. Zuggeschwindigkeit

Der Einfluss der Fahrgeschwindigkeit des Schienenverkehrs auf die Schwingungsamplitude wird mit der in Kapitel 5 angegebenen Beziehung und den dort genannten Randbedingungen berücksichtigt. Auf diese Weise wird die Anpassung der

Schienenverkehrsemissionen für die unterschiedlichen Fahrgeschwindigkeiten bei den Schwingungsmessungen₇ im Prognose-Nullfall und im Prognose-Planfall vorgenommen.

6.3. Überfahrt von Weichen

Bei der Überfahrt von Weichen im Bereich des Herzstücks und Weichenzungen kann eine stoßartige Anregung mit einer Erhöhung der Erschütterungsimmissionen auftreten.

In Abhängigkeit von dem Abstand d_{Weiche} des Gebäudes von der Weiche kann die Erhöhung der Erschütterungsimmissionen folgendermaßen abgeschätzt werden:

$$\Delta L_{\text{Weiche}} = 6 \text{ dB} - 5 \cdot \log\left(\frac{d_{\text{Weiche}}}{8}\right)$$

Sofern Weichen im Einflussbereich der Gebäude vorhanden oder geplant sind, ist zu prüfen, ob der Einfluss der Weichenüberfahrt im Vergleich zu den Erschütterungsimmissionen maßgeblich ist.

6.4. Maßnahmen

Maßnahmen zur Verminderung der Erschütterungsimmissionen sind grundsätzlich an der Quelle, der Bahnstrecke, auf dem Übertragungsweg im Boden sowie beim Empfänger im Gebäude möglich.

Die Durchführung von Maßnahmen an bestehenden Gebäuden ist in Einzelfällen unter besonderen Umständen möglich, etwa durch die Veränderung der Eigenfrequenz einer Stockwerksdecke. Maßnahmen an Gebäuden sind in unterschiedlicher Form, im Bereich der Gründung, mit einer elastischen Gebäudelagerung oder einer gezielten Abstimmung von Deckeneigenfrequenzen möglich und vor allem bei dem Neubau von Gebäuden an Bahnstrecken üblich.

Auf dem Übertragungsweg im Boden kann z.B. durch Einbauten im Boden mit einem offenen Schlitz eine Verminderung der Übertragung von Erschütterungen erreicht werden. Wirksame Konstruktionen sind aufwendig herzustellen, es werden z.B. tiefe offene Schlitzte benötigt und es müssen horizontale Lasten aufgenommen werden. Es handelt sich hierbei um keine üblichen Maßnahmen.

Maßnahmen an der Quelle, der Bahnstrecke, können in unterschiedlicher Form ergriffen werden.

In den Untersuchungen zu betriebsbedingten Lärmimmissionen sind für die Eisenbahnüberführungen, auf denen Lärmschutzwände stehen, Unterschottermatten einzusetzen. Im vorliegenden Fall handelt es sich bei den Eisenbahnüberführungen um Brücken unterschiedlicher Art und um Fußgängerunterführungen. Die Tabelle 3 enthält eine Aufstellung dieser aus Lärmschutzgründen erforderlichen Unterschottermatten. Eine Festlegung über das Erfordernis von Unterschottermatten oder anderer Maßnahmen im Hinblick auf die Lärmschutzwände auf den Eisenbahnüberführungen erfolgt im Rahmen der Auslegung des Oberbaus in der Ausführungsplanung. Diese Aufstellung [der Unterschottermatten](#) ist unabhängig von erschütterungstechnischen Belangen und dient an dieser Stelle nur der Information.

Die Maßnahmen sind in der Unterlage [16.4](#) [16.3](#) in Karten dargestellt.

Tabelle 3: Maßnahme Unterschottermatten für Eisenbahnüberführungen aus Lärmschutzgründen

lfd. Nr.	PrNr	Strecken-km Strecke 1249		Länge Unterschottermatte in m			
		von	bis	Strecke			
				1120 Nord	1120 Süd	1249 Nord	1249 Süd
1	113	55,345	55,315	30	30	30	30
2	114	54,855	54,775	-	-	80	80
3	114	54,840	54,760	80	80	-	-
4	115	54,470	54,400	70	70	70	70
5	116	53,415	53,365	50	50	50	50
6	117/118	53,030	52,970	60	60	60	60
7	121	51,755	51,705	50	50	50	50
8	122	51,660	51,610	50	50	50	50
9	123	51,190	51,140	50	50	50	50
10	124	50,555	50,505	50	50	50	50
		Summe		490	490	490	490
		Gesamtsumme		1960			

In den Prognosen dieser Untersuchungen werden besohlte Schwellen als Maßnahme zur Verminderung von Erschütterungsimmissionen verwendet. Bei besohnten Schwellen handelt es sich um Stahlbetonschwellen, die auf der Unterseite mit einer elastischen Feder-schicht und zum Schotter mit einer Schutzschicht ausgestattet sind. Im Vergleich zu einer bestehenden Bahnstrecke ohne besohlte Schwellen wird mit der besohnten Schwelle ein günstigerer Kontakt zwischen Schwelle und Schotter hergestellt, so dass eine Schonung des Schotters, eine langfristige Erhöhung der Gleislagestabilität sowie eine Verringerung der Erschütterungen erreicht werden kann. Im vorliegenden Fall wurde für die besohlte Schwelle eine Polyurethan-Matte mit einer statischen Steifigkeit von $c_{\text{stat}} = 0.15 \text{ N/mm}^3$ angesetzt. Ausgehend von den Erfahrungen mit besohnten Schwellen in der Praxis^{14 15 16 17} kann für diese besohlte Schwelle die in der Abbildung 3 angegebene Wirksamkeit erwartet werden.

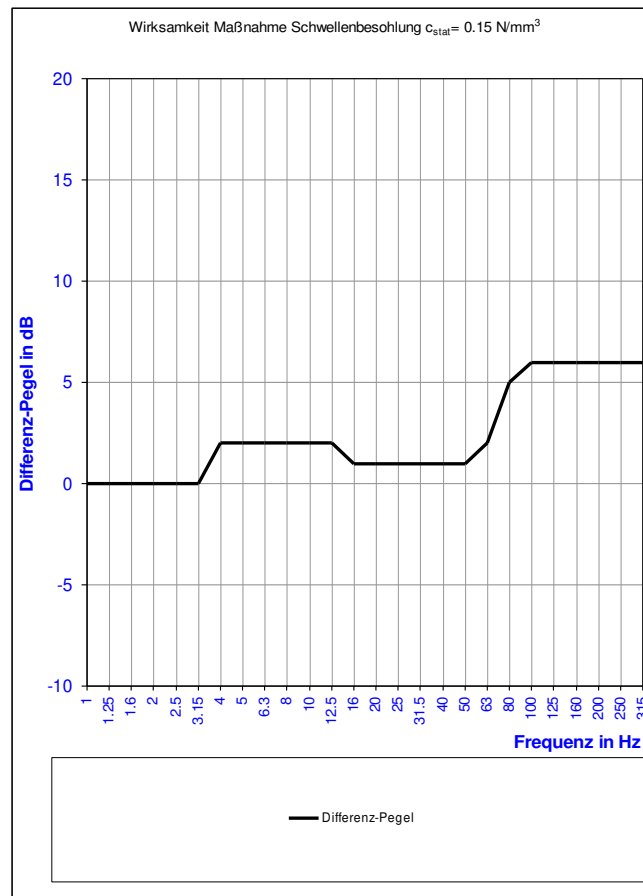
¹⁴ Körperschall-/Erschütterungsschutz durch besohlte Schwellen – Wirkung und Grenzen, H. Loy, Eisenbahn-technische Rundschau Austria, Dezember 2012, Nr. 12

¹⁵ Minderung von Erschütterungsemissionen und sekundärem Luftschall durch Schwellenbesohlungen - Wirkungsweise und Erfahrung, H. Loy, A. Augustin, ZEV 139 (2015) Lärmschutz und Umwelt

¹⁶ Schwellenbesohlung zur Reduktion von Körperschall-Immissionen, K. Köstli, Symposium Ziegler Bauwerksdynamik und Erschütterungsmessungen an der EMPA Dübendorf, 2007

¹⁷ Forschungsprojekt RIVAS Railway Induced Vibration Abatement Solutions Collaborative project, State of the art review of mitigation measures on track, Deliverable D3.1, B. Asmussen, International Union of Railways (UIC), 30.09.

Abbildung 3: Wirksamkeit besohlter Schwellen (positive Werte entsprechen einer Verminderung)

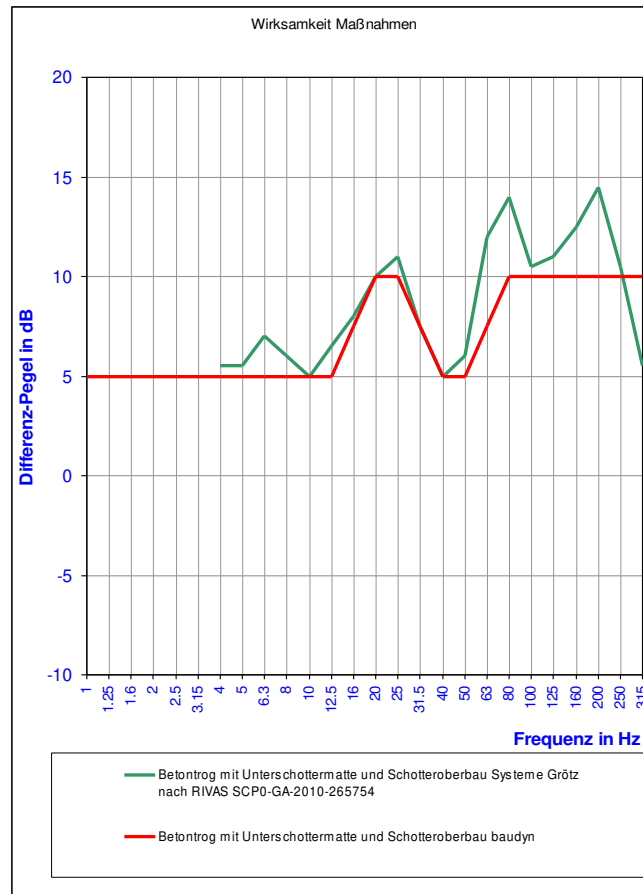


In der Prognose wurde die Maßnahme der besohnten Schwelle in Streckenabschnitten der beiden Fernbahngleise der Strecke 1120 berücksichtigt, in denen sich ohne Maßnahmen Überschreitungen der in Kapitel 4 beschriebenen Beurteilungsgrundlagen ergeben würden. Eine genaue Festlegung der zum Einsatz kommenden Maßnahmen erfolgt im Rahmen der Ausführungsplanung zum Oberbau.

Im Planfeststellungsabschnitt 2 sind in zwei Bereichen je vier Weichen zwischen den S-Bahngleisen geplant. Im ersten Bereich zwischen Strecken-km 51,986 und 51,860 befinden sich die nächstgelegenen Wohngebäude Apostelweg 15 und 17 südlich der Bahnstrecke in etwa 40 m Entfernung. Bei diesen Wohngebäuden liegen die Erschütterungseinwirkungen im Planfall bei S-Bahnverkehr aufgrund des Ausbreitungsabstands auf einem sehr niedrigen Niveau und werden durch den Fernverkehr bestimmt, so dass kein maßgeblicher Einfluss durch die Weichen zu erwarten ist. Im zweiten Bereich zwischen Strecken-km 51,500 und 51,460 befindet sich das nächstgelegene Wohngebäude Oldenfelder Straße 2 nördlich der Bahnstrecke in etwa 11 m Entfernung von der Weiche. Bei diesem Wohngebäude verringern sich die Erschütterungseinwirkungen vom Nullfall der plangegebenen Situation auf den Planfall mit der Umsetzung des Vorhabens aufgrund der zukünftig in einem größeren Abstand geplanten Fernbahngleise und es ist auch für einen möglichen ungünstigen Einfluss der Weichen insgesamt eine Verringerung der Erschütterungsimmissionen zu erwarten **ist**. Es werden daher keine Maßnahmen für Weichen empfohlen.

Aufgrund der Überschreitung von Beurteilungskriterien, auch unter Einsatz von besohlenen Schwellen für südlich der Bahnstrecke gelegene Wohngebäude, wurde eine weitere Maßnahme mit höherer Wirksamkeit betrachtet.

Abbildung 4: Wirksamkeit Betonrog mit Unterschottermatte und Schotteroberbau (positive Werte entsprechen einer Verminderung)

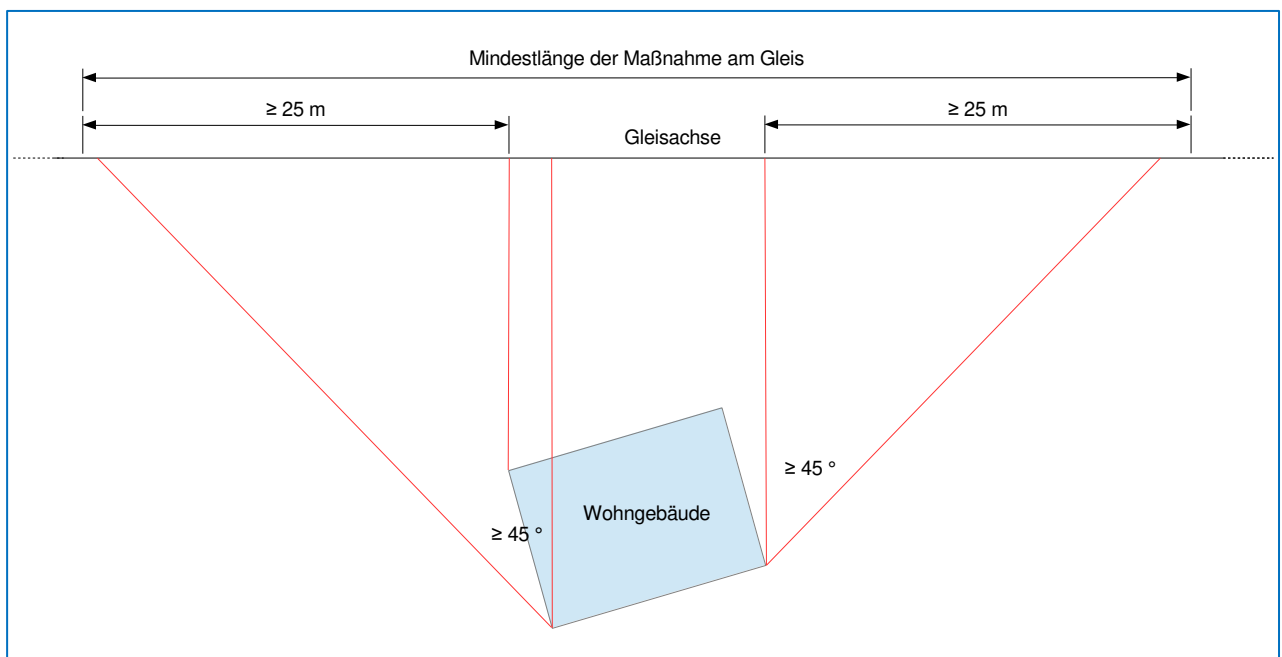


Eine Erhöhung der Wirksamkeit zum Erschütterungsschutz kann mit einem Stahlbetonrog erreicht werden, in dem ein Schotteroberbau auf einer Unterschottermatte verbaut ist. Diese Maßnahme wird auch als „Beton-Schotteroberbau mit Masse-Körper (BSO/MK)“ bezeichnet. Die Wirksamkeit hängt u.a. von dem Boden sowie der Trogkonstruktion ab. Darüber hinaus ergibt sich bei einem Vergleich zwischen zwei Abschnitten einer neuen Bahnstrecke mit und ohne Maßnahme eine geringere Wirksamkeit als bei Untersuchungen an einer Bestandsstrecke ohne Maßnahme und einem anschließenden Neubau mit Maßnahme. Ausgehend von den Erfahrungen bei dem Einsatz von Betontrögen mit Unterschottermatte in der Praxis¹⁵ wird für die vorliegende Untersuchung für die Wirksamkeit zwischen einer Bestandsstrecke im Nullfall ohne Maßnahme und einer neuen Strecke mit Maßnahme die in der Abbildung 4 angegebene tendenziell hohe Wirksamkeit angesetzt. Eine genaue Festlegung der Maßnahme erfolgt im Rahmen der Ausführungsplanung zum Oberbau. Diese Maßnahme ist sehr aufwendig herzustellen und wurde für das südliche Fernbahngleis sowie zusätzlich im Abschnitt zwischen der Eisenbahnüberführung Tonndorfer Hauptstraße und dem Altrahlstedter Kamp auf dem nördlichen Gleis untersucht.

Die zusätzlichen Kosten¹⁵ für eine besohlte Schwelle liegen in der Größenordnung von 90 €/m Gleis, während die zusätzlichen Kosten für einen Betontrog mit Schotteroberbau und Unterschottermatte (s.o. BSO/MK) bei 1200 €/m Gleis liegen.

Der Einsatz von Maßnahmen zum Erschütterungsschutz ist für eine ausreichende Wirksamkeit für die betroffenen Gebäude in einer ausreichenden Länge vorzunehmen. Die Maßnahme ist für eine ausreichende Abdeckung von der ungünstigsten Gebäudeecke in jede Richtung entlang der Gleise mindestens 25 m zu führen, wobei von der Lotrechten der Gebäudeecke zum Gleis bis zum Ende der Maßnahme ein Winkel von mindestens 45° erforderlich ist (Abbildung 5). Auf diese Weise ergeben sich für benachbarte Gebäude überlappende Bereiche der Maßnahme, die jeweils einen Abschnitt bilden. Für die Abschnitte werden die Kosten der Maßnahmen ermittelt.

Abbildung 5: Mindestlänge Maßnahme am Gleis



6.5. Ermittlung der Beurteilungsgrößen

Zur Ermittlung der Immissionen in der Prognose wird aus den mittleren Maximalwertgrößen – Taktmaximaleffektivwert KB_{FTm} für die Erschütterungen bzw. mittlerer Maximalpegel $L_{Fmax,m}$ für den sekundären Luftschall – und der Verwendung der Zugverkehrshäufigkeit (Zuggattung und Fahrgeschwindigkeit) die Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} für die Erschütterungen bzw. der Mittelungspegel L_m für den sekundären Luftschall bestimmt. Die Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} und der Mittelungspegel L_m **wird werden** für die plangegebene Situation (Nullfall) und die Umsetzung des Vorhabens (Planfall) berechnet.

Die Angaben zum Zugverkehr sind in der Unterlage 16.3 „Prognose Erschütterungen und sekundärer Luftschall“ **Abschnitt 11** angegeben und beziehen sich auf den Prognosehorizont **2025 2030**. ~~Nach der Umsetzung des geplanten Vorhabens wird der Regionalbahnverkehr (Nullfall) eingestellt und durch den S-Bahnverkehr (Planfall) mit einer erhöhten Verkehrshäufigkeit ersetzt. Bei dem Regionalexpress, dem Personenfernverkehr und dem~~

~~Güterzugverkehr ergeben sich zwischen der Verkehrsprognose 2025 für den Nullfall und den Planfall keine Änderungen in der Verkehrshäufigkeit.~~ Die Zugfahrgeschwindigkeit wird in einigen Bereichen vom Nullfall zum Planfall erhöht.

Die Beurteilung der Immissionen erfolgt anhand der unter Kapitel 4 beschriebenen Grundlagen im Vergleich der Ergebnisse für die plangegebene Situation (Nullfall) und die Umsetzung des Vorhabens (Planfall).

7. Überschlägliche Prognose in einem 100 m Korridor von der Gleisachse

Zur Beschreibung der Erschütterungsimmissionen in den Wohngebäuden im gesamten Untersuchungsgebiet wird eine Prognose mit den im Gelände auf ausgewählten Grundstücken von Messobjekten gemessenen Erschütterungsemissionen vorgenommen. In diese Prognose werden alle Wohngebäude im Untersuchungsgebiet in einem Abstand von bis zu 100 m zur nächstgelegenen Gleisachse einbezogen. Der Untersuchungskorridor war zunächst vorgegeben und hat sich im Rahmen der erschütterungstechnischen Untersuchungen mit Schwingungsmessungen und Prognosen als ausreichend erwiesen, da eine Einhaltung der Beurteilungskriterien bei deutlich geringeren Abständen als 100 m vorliegt.

Diese Prognose erfolgte entlang der Strecke in Abschnitten. Für jeden Abschnitt wurden die dort auf einzelnen Grundstücken gemessenen Erschütterungsemissionen und Ausbreitungseigenschaften für die Prognose in dem betreffenden Abschnitt verwendet.

In der Unterlage 16.3 sind die Erschütterungsemissionen einschließlich des aus den Schwingungsmessungen gemäß Kapitel 6.1 beschriebenen Ausbreitungsparameters n mit dem betreffenden Streckenabschnitt angegeben. Es handelt sich um eine tabellarische Aufstellung sowie eine Darstellung der Erschütterungsemissionen in Form von Terzschnellepegeln in Diagrammen. Es handelt sich um die Erschütterungsemissionen für die Zuggattungen Doppelstockwagen, ICE und Güterzug ~~dargestellt~~. Die Terzschnellepegel werden für die Prognose gemäß DB Richtlinie Ril 820.2050 der Erschütterungen als maximale und für die Prognose des sekundären Luftschalls als energieäquivalente Terzschnellepegel ~~dargestellt~~ verwendet.

Die gemessenen Erschütterungsemissionen werden unter Berücksichtigung des Ausbreitungsabstands zu den einzelnen Wohngebäuden und der Verwendung einer frequenzabhängigen Standardübertragung der Erschütterungen vom Boden auf die Stockwerksdecken für eine Prognose gemäß DB Richtlinie Ril 820.2050 benutzt. Die Randbedingungen dieser Prognose sind in der Unterlage 16.3 angegeben. Die frequenzabhängige Standardübertragung wird für die Deckeneigenfrequenz zwischen der 4 Hz- und der 100 Hz-Terz variiert und im Hinblick auf die Immissionen unter Berücksichtigung aller Zuggattungen - einerseits der ungünstigste, also höchste Immissionswert und andererseits die größte Erhöhung bzw. bei einer Verminderung, die geringste Verminderung - verwendet. Liegen Deckeneigenfrequenzen mit einer Überschreitung von A_r vor, werden die Ergebnisse für Deckeneigenfrequenzen mit einer Unterschreitung von A_r nicht berücksichtigt, auch wenn bei diesen eine größere Erhöhung

vorliegen~~den~~ sollte. Die Verwendung dieser Standardübertragung stellt grundsätzlich eine Abschätzung zu hohen Erschütterungsimmissionen dar.

Für alle Wohngebäude erfolgt die Prognose für die plangegebene Situation (Nullfall) mit der aktuellen Gleislage ~~und der gemäß der Verkehrsprognose auf der Strecke für das Jahr 2025 angegebenen Zugverkehrshäufigkeit~~ plangegebenen Vorbelastung sowie für den Planfall mit der Umsetzung des Vorhabens mit der geplanten Gleislage und Zugverkehrshäufigkeit für das Jahr ~~2025~~ 2030 mit dem Deutschland-Takt (D-Takt). Die Prognose erfolgte ohne Maßnahmen sowie mit ~~der den~~ in Kapitel 6.3 beschriebenen Maßnahmen besohlter Schwellen und einem Betontrog mit Schotteroberbau und Unterschottermatte. ~~Der Einsatz der Maßnahmen wird auf den für die Erschütterungsemissionen maßgeblichen Fernbahngleisen untersucht. Es werden die Varianten ohne Maßnahmen, mit besohlenen Schwellen auf beiden Fernbahngleisen, mit besohlenen Schwellen auf dem nördlichen Fernbahngleis sowie Betontrog mit Schotteroberbau und Unterschottermatte auf dem südlichen Fernbahngleis und mit besohlenen Schwellen auf beiden Fernbahngleis betrachtet.~~

Die Beurteilung erfolgt auf Grundlage der im Kapitel 4 beschriebenen und der aktuellen Rechtsprechung entsprechenden Kriterien für Immissionen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen aus Erschütterungen und sekundärem Luftschall infolge des oberirdischen Schienenverkehrs.

Die Ergebnisse der Prognosen sind in der Unterlage 16.3.1 „Prognose Erschütterungen und sekundärer Luftschall“ in Form von Karten im Maßstab 1:5000 für ~~die Situation mit empfohlenen Maßnahmen und der Einhaltung bzw. der Überschreitung der Beurteilungskriterien~~ tags 6-22 Uhr und nachts 22-6 Uhr dargestellt. ~~Die Wohngebäude mit einer Einhaltung der Beurteilungskriterien Erschütterungen und sekundärer Luftschall tags und nachts sind grün gekennzeichnet. Die Wohngebäude mit einer Überschreitung der Beurteilungskriterien Erschütterungen oder sekundärer Luftschall, tags oder nachts, sind rot gekennzeichnet. In Abbildung 6 ist die Legende der Karten dargestellt.~~












Legende	
Beurteilungskriterien für Erschütterungen und sekundären Luftschall (tags, nachts) für Wohngebäude	Trassierung
 KB(Au, Ar, Δ) und Sek. LS erfüllt	 Strecke 1120/1249 - Planfall
 KB(Au, Ar, Δ) und/oder Sek. LS überschritten	 Strecke 1120 - Bestand
 Messobjekt	sonstige Gebäude
Untersuchungsgebiet	 Wohnhaus
 100 m Korridor	 kein Wohnhaus
empfohlene Maßnahmen	
 Schwellenbesohlung	
 Betontrog	
 Unterschottermatte bei EÜ	

Abbildung 6: Legende der Karten zur Ergebnisdarstellung der Prognosen mit der Einhaltung der Beurteilungskriterien

~~Für die Erschütterungen ist die Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FT} in Stufen der Veränderung zwischen Prognose-Nullfall und Prognose-Planfall farbig markiert. Eine Überschreitung der Kriterien liegt für eine Zunahme ab 25 % bei gleichzeitiger Überschreitung des Anhaltswertes A_r gemäß DIN 4150 Teil 2 Tabelle 1 vor.~~

~~Für den sekundären Luftschall ist der Mittelungspegel L_m in Stufen der Veränderung zwischen Prognose-Nullfall und Prognose-Planfall farblich markiert. Eine Überschreitung der Kriterien liegt für eine Zunahme ab 2.1 dB bei gleichzeitiger Überschreitung des Immissionsrichtwertes von tags 40 dB(A) und nachts 30 dB(A) vor.~~

~~Gebäudeflächen, die sich im Planfall im Bereich der geplanten Bahnstrecke befinden und daher im Planfall nicht vorhanden (abgekürzt n.v.) sind, wurden in der Fläche schraffiert und rot umrandet dargestellt.~~

Die Ergebnisse für die Erschütterungen und den sekundären Luftschall sind in der Unterlage ~~16.3.5~~ 16.3.2 in Tabellen angegeben. In den Ergebnistabellen ist die Maßnahme beehrte Schwellen auf beiden Fernbahngleisen mit Maßnahme 1 und die Maßnahme beehrte Schwellen auf dem nördlichen Fernbahngleis und ein Betontrog mit Schotteroberbau und Unterschottermatte auf dem südlichen Fernbahngleis mit Maßnahme 2 bezeichnet. Die zwischen der Eisenbahnüberführung Tonndorfer Hauptstraße und dem Altrahstedter Kamp in zwei Teilabschnitten betrachtete Maßnahme mit einem Betontrog mit Schotteroberbau und Unterschottermatte auf beiden Fernbahngleisen ist mit Maßnahme 3 bezeichnet. In ~~den~~ Tabellen in der Unterlage ~~16.3.5~~ 16.3.2 werden die Ergebnisse für die Fälle ohne Maßnahme sowie Maßnahme 1 und 2 für alle Wohngebäude angegeben, während die Ergebnisse für Maßnahme 3 lediglich für die in dem betreffenden Abschnitt vorhandenen Gebäude angegeben werden. ~~Am Ende~~ In der ~~letzten~~ Tabelle werden für alle Wohngebäude die Ergebnisse mit den entlang der Strecke vorgeschlagenen Maßnahmen angegeben.

~~Das Wohngebäude Tonndorfer Weg 31 befindet sich südlich der Bahnstrecke und weist eine von mehreren Gebäudeflächen im Bereich des geplanten Ausbaus der Bahnstrecke auf. Für diese Gebäudefläche konnte daher keine Prognose vorgenommen werden.¹⁸~~

Zur Ermittlung der Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTT} gehen gemäß DIN 4150 Teil 2 ausschließlich Werte der maximalen bewerteten Schwingstärke von $KB_{Fmax} \geq 0.1$ ein. Sofern alle Werte der maximalen bewerteten Schwingstärke $KB_{Fmax} < 0.1$ sind, ist die Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTT} null und in dem Tabellenfeld „nicht erforderlich“ eingetragen. ~~In den Tabellen wurde für Änderungen von Werten KB_{FTT} null auf Werte $KB_{FTT} > 0$ mit der Veränderung 999 % angegeben.~~

Die Ergebnisse zeigen für die Wohngebäude südlich der Bahnstrecke insbesondere zwischen der Eisenbahnüberführung Tonndorfer Hauptstraße und Tonndorfer Weg, zwischen Heestweg und Apostelweg sowie zwischen Schrankenweg und Güstrower Weg eine deutliche Erhöhung der Erschütterungsimmissionen zwischen Nullfall und Planfall ohne Maßnahmen. Diese Erhöhung ist auf die geplante Lage der Fernbahngleise in einem zum Teil deutlich geringeren Abstand als bisher zurückzuführen. So befinden sich z.B. zwischen der Eisenbahnüberführung Tonndorfer Hauptstraße und Tonndorfer Weg im Küperstieg 28 Reihenhäuser in der ersten Gebäudereihe zur Bahnstrecke. Für diese Reihenhäuser ist eine Verringerung des Abstands von etwa 18 m zum nächstgelegenen Fernbahngleis im Nullfall auf etwa 8 m im Planfall zu berücksichtigen.

Der Großteil der nördlich der Bahnstrecke gelegenen Wohnbebauung weist dagegen im Planfall einen größeren Abstand zu den Fernbahngleisen auf als im Nullfall und führt hier – trotz der höheren Verkehrshäufigkeit des näher gelegenen, erschütterungsärmeren S-

¹⁸ Das Wohngebäude Tonndorfer Weg 31 existiert nicht mehr.

Bahnbetriebs – insgesamt zu einer deutlichen Verringerung der Erschütterungsimmissionen.

7.1. Wesentliche Erhöhung Erschütterungen

Die überschlägliche Prognose wurde für insgesamt ~~761~~ 655¹⁹ Wohngebäudeflächen in dem 100 m Korridor vorgenommen. In Tabelle 4 ist die Anzahl der Wohngebäude mit Überschreitungen für den Planfall und mit Maßnahmen auf der gesamten Länge des Planfeststellungsabschnitts angegeben.

Tabelle 4: 100 m Korridor, Erhöhung Beurteilungs-Schwingstärke, Anzahl der Wohngebäude

Prognose Erschütterungen im 100 m Korridor Erhöhung der Beurteilungs-Schwingstärke $K_{B_{Tr}}$ von Nullfall auf Planfall			
Beschreibung	Anzahl Wohngebäude		
	ohne Maßnahme	besohlte Schwellen auf den Fernbahngleisen	besohlte Schwellen nördliches Fernbahngleis, Betontrog südliches Fernbahngleis
Summe	761 655 ¹⁶	761 655 ¹⁶	761 655 ¹⁶
Überschreitung A_r tags und Erhöhung $\geq 25\%$ tags $\geq 25\%$ und Überschreitung A_r	55 49 67	40 43 45	3 2 5
Überschreitung A_r nachts und Erhöhung $\geq 25\%$ nachts $\geq 25\%$ und Überschreitung A_r	79 110 73	47 52 49	3 2 2

Für die Erschütterungen ergibt sich ohne Maßnahmen eine wesentliche Erhöhung ab 25 % bei einer Überschreitung des Anhaltswertes A_r für tags ~~55~~ 49 67 Wohngebäude und nachts ~~79~~ 110 73 Wohngebäude.

Mit der Maßnahme besohlter Schwellen auf den Fernbahngleisen ergibt sich weiterhin für tags für ~~40~~ 43 45 und nachts für ~~zusätzlich neun vier~~, also insgesamt ~~47~~ 52 49 Wohngebäude eine wesentliche Erhöhung ab 25 % bei einer Überschreitung des Anhaltswertes A_r . In Tabelle 5 sind die betreffenden Wohngebäude und Erhöhungen angegeben.

Bei der Anschrift Güstrower Weg 13 handelt es sich um ein zweigeschossiges Wohngebäude mit ausgebautem Dachgeschoss zur Straße (**Vorderhaus**) sowie ein zweigeschossiges Wohngebäude mit Flachdach zur Bahnstrecke (**Hinterhaus**). In den Tabellen mit

¹⁹ Die georeferenzierten Gebäudedaten wurden im Rahmen der Aktualisierung der Untersuchungen konsolidiert, so dass fragmentierte Gebäudeflächen zusammengefasst sowie nicht schutzbedürftige Flächen wie Gartenschuppen entfernt wurden und sich eine deutliche geringere Anzahl von Gebäuden ergibt.

Überschreitungen handelt es sich um das zweigeschossige Wohngebäude mit Flachdach zur Bahnstrecke. [Das Gebäude Tonndorfer Weg 31 existiert nicht mehr.](#)

Die Ergebnisse der Prognose zeigen für die Wohngebäude südlich der Bahnstrecke insbesondere zwischen der Eisenbahnüberführung Tonndorfer Hauptstraße und Tonndorfer Weg, zwischen Heestweg und Apostelweg sowie zwischen Schrankenweg und Güstrower Weg eine deutliche Erhöhung der Erschütterungsimmissionen zwischen Nullfall und Planfall ohne Maßnahmen. Diese Erhöhung ist auf die geplante Lage der Fernbahngleise in einem zum Teil deutlich geringen Abstand als bisher zurückzuführen. Der Großteil der nördlich der Bahnstrecke gelegenen Wohnbebauung weist dagegen im Planfall einen größeren Abstand zu den Fernbahngleisen auf als im Nullfall und führt hier – trotz der höheren Verkehrshäufigkeit des näher gelegenen, erschütterungsärmeren S-Bahnbetriebs – insgesamt zu einer deutlichen Verringerung der Erschütterungsimmissionen. Daher ließen sich mit Maßnahmen an den S-Bahngleisen für die südlich gelegene Bebauung keine Schutzfälle lösen und demzufolge wurden Maßnahmen an den S-Bahngleisen nicht in den Prognosen berücksichtigt.

Tabelle 5: 100 m Korridor, Erhöhung Beurteilungs-Schwingstärke mit besohnten Schwellen, Wohngebäude

Prognose Erschütterungen im 100 m Korridor mit besohnten Schwellen Wohngebäude mit einer Überschreitung der Beurteilungskriterien Erhöhung der Beurteilungs-Schwingstärke $KB_{FTT} \geq 25\%$ und Überschreitung A_r von Nullfall auf Planfall mit besohnten Schwellen				
lfd. Nr.	Strecke 1120 km	Adresse und Hausnummer	Erhöhung KB_{FTT} tags	Erhöhung KB_{FTT} nachts
1	54,740	Tonndorfer Hauptstraße 45	102% 111% 125%	107% 113% 105%
2	54,740	Singelmannsweg 2	-	25% 30% 25%
3	54,690	Tonndorfer Hauptstraße 47	- 49% 59%	25% 50% 44%
3 4	54,671	Tonndorfer Hauptstraße 49	43% 50% 60%	46% 51% 46%
4 5	54,666	Tonndorfer Hauptstraße 51	30% 37% 46%	34% 38% 33%
5 6	54,620	Tonndorfer Hauptstraße 55	26% 33% 42%	30% 34% 29%
6 7	54,600	Tonndorfer Hauptstraße 57	26% 33% 42%	30% 34% 29%
7 8	54,580	Tonndorfer Hauptstraße 59	65% 73% 84%	69% 74% 68%
8 9	54,570	Tonndorfer Hauptstraße 61	-	27% 31% 27%
9 10	54,510	Sonnenweg 5	48% 55% 65%	52% 56% 51%
10 11	54,260	Küperstieg 5	31% 29% 38%	40% 44% 39%
11-37 12-40 12-39	54,250 - 54,040	Küperstieg 11a-g, 15a-f, 17f , 23ab-g, 27a-h	35% - 43% 15% - 41% 43% - 51%	44% - 52% 28% - 57% 43% - 51%
38 41 40	53,940	Küperkoppel 35/37	- 17% 25%	27% 31% 26%
39	53,130	Tonndorfer Weg 31 zwei eingeschossige Wohngebäudeflächen zur Bahnstrecke	- 98%	32% 111%
40-41 42-41	53,110	Tonndorfer Weg 33	- 20% -13%	29% 33% 23%
42 43-49 42-48	52,110 52,120 - 52,100	Heestweg 10b, 10a, 10, 8a, 8, 6a, 6	-59% 25% -283% 28% - 63%	27%-59% 27% - 61% 23% - 55%
43	52,108	Heestweg 10 a	38%	44%
44	52,108	Heestweg 10 a	25%	30%
45	52,110	Heestweg 10 b	50%	56%
50	51,480	Schrankenweg 4	15%	27%

46 51 49	51,450	Schrankenweg 1	33 % 32 % 41 %	41 % 45 % 40 %
47 52 50	51,360	Güstrower Weg 13 Hinterhs. z. Bahn, zweigeschossiges Wohngebäude mit Flachdach zur Bahnstrecke	33 % 31 % 40 %	41 % 45 % 40 %

Unter Berücksichtigung der Maßnahmen besohlter Schwellen auf dem nördlichen Fernbahngleis und einem Betontrog mit Schotteroberbau und Unterschottermatte auf dem südlichen Fernbahngleis ergeben sich noch für fünf Wohngebäude tags und ~~nachts~~ für drei zwei Wohngebäude ~~nachts~~ bei einer Überschreitung der Anhaltswerte A_r wesentliche Erhöhungen. Es handelt sich um das Wohngebäude Tonndorfer Hauptstraße 45 mit einer verbleibenden Erhöhung tags 54 % 61 % 72 % und nachts 59 % 63 % 58 %, Tonndorfer Hauptstraße 59 mit einer verbleibenden Erhöhung tags 29 % 35 % 44 % und nachts 32 % 37 % 32 % sowie Tonndorfer Hauptstraße 47 und 49 und Sonnenweg 5 mit verbleibenden Erhöhungen tags 28 %-33 % ~~sowie eine zur Bahn gelegene, eingeschossige Wohngebäudefläche Tonndorfer Weg 31 mit einer Erhöhung tags 45 % und nachts 54 %~~ (Tabelle 6).

Tabelle 6: 100 m Korridor, Erhöhung Beurteilungs-Schwingstärke mit besohlenen Schwellen und Betontrog, Wohngebäude

Prognose Erschütterungen im 100 m Korridor				
Erhöhung der Beurteilungs-Schwingstärke $KB_{FT,r}$ und Überschreitung A_r von Nullfall auf Planfall mit besohlenen Schwellen auf dem nördlichen und Betontrog auf dem südlichen Fernbahngleis				
lfd. Nr.	Strecke 1120 km	Adresse und Hausnummer	Erhöhung $KB_{FT,r}$ tags	Erhöhung $KB_{FT,r}$ nachts
1	54,740	Tonndorfer Hauptstraße 45	54 % 61 % 72 %	59 % 63 % 58 %
2	54,690	Tonndorfer Hauptstraße 47	28 %	17 %
3	54,671	Tonndorfer Hauptstraße 49	28 %	17 %
2 4	54,580	Tonndorfer Hauptstraße 59	29 % 35 % 44 %	32 % 37 % 32 %
3	53,130	Tonndorfer Weg 31 eine eingeschossige Wohngebäudefläche zur Bahnstrecke	45 %	54 %
5	54,510	Sonnenweg 5	33 %	21 %

Unter Berücksichtigung eines zusätzlichen Betontrogs mit Schotteroberbau und Unterschottermatte anstelle der besohlenen Schwellen auf dem nördlichen Fernbahngleis ~~zwischen der Eisenbahnüberführung Tonndorfer Hauptstraße und dem Altrahlstedter Kamp~~ ergibt sich für die Tonndorfer Hauptstraße 45 bei Anhaltswertüberschreitung eine Erhöhung der Beurteilungs-Schwingstärke ~~von geringfügig~~ oberhalb von 25 % mit 26 % 32 % 41 % tags und 29 % 34 % 29 % nachts. Für das Wohngebäude Tonndorfer Hauptstraße 59 ergeben sich Erhöhungen von weniger als 25 % mit 3 % 8 % 15 % tags und 6 % 9 % 5 % nachts. ~~Für die zur Bahn gelegene, eingeschossige Wohngebäudefläche Tonndorfer~~

~~Weg 31 ergeben sich Erhöhungen unterhalb von 25 % mit 23 % tags und oberhalb von 25 % mit 31 % nachts.~~

Von den in Tabelle 5 genannten Wohngebäuden wurden Schwingungsmessungen und Prognosen unter Berücksichtigung der gebäudespezifischen Übertragungseigenschaften in Abschnitt 8 für die Tonndorfer Hauptstraße 49, Küperstieg 27a, Heestweg 10a, Heestweg 10b, Güstrower Weg 13 Vorderhaus zur Straße, Güstrower Weg 13 Hinterhaus zur Bahn vorgenommen.

Das Gebäude Tonndorfer Hauptstraße 45 wird als Seniorenwohnanlage genutzt und es wurde für die Schwingungsmessungen lediglich Zugang zum Gelände und zum Fundament gestattet, so dass keine Übertragungseigenschaften bis auf die Stockwerksdecken ermittelt werden konnten. Dieses Messobjekt wurde mit den im Gelände gemessenen Emissionen für die Prognose im 100 m Korridor zwischen der Eisenbahnüberführung Tonndorfer Hauptstraße und der Eisenbahnüberführung Sonnenweg verwendet.

~~Im Tonndorfer Weg 31 konnte wegen vergeblicher Kontaktaufnahme per Telefon, Brief per Post und Einwurf vor Ort sowie an der Haustür bei den Eigentümern bisher kein Zugang für eine Schwingungsmessung erreicht werden.~~

Im Schrankenweg 1 wurde von dem Eigentümer Zugang zum Wohngebäude am vereinbarten Messtag nicht gestattet.

7.2. Wesentliche Erhöhung sekundärer Luftschall

In den überschläglichen Prognosen des sekundären Luftschalls im 100 m Korridor ergeben sich ohne Maßnahmen in zwei der untersuchten Wohngebäude **Überschreitung des Innenraumpegels für Schlafräume nachts von 30 dB(A) und eine wesentliche Erhöhung des Mittelungspegels** um mehr als 2.1 dB ~~und eine Überschreitung des Immissionsrichtwertes Innenraumpegels für Schlafräume nachts von 30 dB(A).~~

Es handelt sich um ~~das Wohngebäude Heestweg 10b mit einer Erhöhung um 2.8 dB tags 3,1 dB und nachts 3,3 dB, sowie~~ das Wohngebäude Güstrower Weg 13 **Hinterhaus zur Bahnstrecke** mit einer Erhöhung **von 2.4 dB** um tags **2,2 2,8 dB** und nachts **3,0 2,5 dB**, **sowie das Wohngebäude Schrankenweg 1 mit einer Erhöhung um tags 2,4 dB und nachts 2,5 2,0 dB** ~~sowie das Wohngebäude Güstrower Weg 13 Vorderhaus mit einer Erhöhung nachts 2,1 dB.~~ Bei dem Wohngebäude Heestweg 10b handelt es sich um ein südlich der Bahnstrecke gelegenes Reihenendhaus mit dem geringsten Abstand zur Gleisachse der Fernbahnstrecke von etwas mehr als 15 m im Nullfall und weniger als 10 m im Planfall. Unter Berücksichtigung der Maßnahme besohlter Schwellen liegen keine Überschreitungen vor (Tabelle 7).

Tabelle 7: 100 m Korridor, Erhöhung Mittelungspegel

Prognose sekundärer Luftschall im 100 m Korridor Erhöhung des Mittelungspegels L_m von Nullfall auf Planfall			
Beschreibung	Anzahl Wohngebäude		
	ohne Maßnahme	mit besohlenen Schwellen	besohlte Schwellen nördliches Fernbahngleis, Beton- trog südliches Fernbahngleis
Summe	761 655 ¹⁶	761 655 ¹⁶	761 655 ¹⁶
Überschreitung 40 dB(A) tags und Erhöhung ≥ 2.1 dB tags ≥ 2.1 dB und Überschreitung 40 dB(A)	0 2 0	0	0
Überschreitung 30 dB(A) nachts und Erhöhung ≥ 2.1 dB nachts ≥ 2.1 dB und Überschreitung 30 dB(A)	2 4 2	0	0

7.3. Maximale Erschütterungsimmissionen

In der überschläglichen Prognose im 100 m Korridor ergibt sich in den Wohngebäuden für die Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FT_r} für den Nullfall und den Planfall ohne Maßnahmen eine Unterschreitung der Werte aus der Verfügung des Eisenbahnbundesamtes vom 30.01.2017 von 1.1 tags und 0.7 nachts.

In der Tabelle 8 sind höchsten prognostizierten Werte der Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FT_r} für den Nullfall und den Planfall angeben.

Tabelle 8: 100 m Korridor, höchste Werte KB_{FT} im Nullfall und im Planfall

Prognose Erschütterungen im 100 m Korridor				
Höchste Werte der Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FT} zum Vergleich mit den Werten der EBA Verfügung vom 31.01.2017 von 1.1 tag und 0.7 nachts				
lfd. Nr.	Strecke 1120 km	Adresse und Hausnummer	Situation	KB_{FT}
1	54,740 51,360	Tonndorfer Hauptstraße 45 Güstrower Weg 13	Nullfall tags	0,455 -0,391 ²⁰
2	52,850 48,270	Bargtheider Straße 4 Hagenweg 61	Nullfall nachts	0,369 -0,329 ¹⁷
3	53,130 54,740	Tonndorfer Weg 31 eine eingeschossige Wohngebäudefläche zur Bahnstrecke Tonndorfer Hauptstraße 45	Planfall tags	0,617 -0,471 0,502
4	54,740	Tonndorfer Hauptstraße 45	Planfall nachts	0,576 -0,557 0,537

8. Gebäudespezifische Prognose für einzelne Messobjekte

In der überschläglichen Prognose in Kapitel 7 in einem 100 m Korridor ergaben sich auch mit Maßnahmen zum Erschütterungsschutz mit **besohlenen Schwellen** an den Fernbahngleisen Überschreitungen der Beurteilungskriterien mit einer Erhöhung von $\geq 25\%$ bei Überschreitung des Anhaltswertes A_r .

Es wurden repräsentative Wohngebäude als Messobjekte (Tabelle 2) ausgewählt. Die Auswahl erfolgte im Hinblick auf eine ungünstige Lage, z.B. mit einem geringen Abstand, und im Hinblick auf die Eigenschaften, z.B. aufgrund des Gebäudealters erwarteter Holzbalkendecken einerseits und Stahlbetondecken andererseits. Für die Messobjekte mit einer Überschreitung der Beurteilungskriterien in der überschläglichen Prognose wurde eine gebäudespezifische Prognose vorgenommen. Bei dem Messobjekt Holstenhofweg 37 liegt in der überschläglichen Prognose eine Einhaltung der Beurteilungskriterien vor. Für die Messobjekte mit Messpunkten auf Stockwerksdecken erfolgte eine detailliertere Prognose unter Verwendung der dynamischen Eigenschaften aus den Schwingungsmessungen. In dem Messobjekt Tonndorfer Hauptstraße 45 wurden keine Schwingungsmessungen auf Stockwerksdecken ermöglicht, so dass für dieses Messobjekt keine gebäudespezifischen Prognosen vorliegen. **Hierzu wurde** Bei allen anderen Messobjekten wurde aus den Schwingungsmessungen die Übertragung der Erschütterungen vom Boden auf die untersuchten Stockwerksdecken in Form von Terzdifferenzpegeln ermittelt. Diese Übertragungseigenschaften **unterschieden sich in einigen Messobjekten zwischen Personenzügen und Güterzügen, sodass diese wurden** je Zuggattung (Doppelstockwagen, ICE/IC und Güterzug) ermittelt und für die Prognose der jeweiligen Gattung verwendet **wurden**. **Auf diese Weise**

²⁰ Die Änderungen für den Nullfall ergeben sich aus der Aktualisierung der Gebäudedaten.

~~wurde eine Verbesserung der Übereinstimmung von Messung und Prognose erreicht.~~ Für die Prognose der S-Bahn wurden, die aus den Schwingungsmessungen bei Zugvorbeifahrten mit Doppelstockwagen ermittelten Übertragungseigenschaften verwendet, weil diese Zuggattung in den Erschütterungsemissionen im Frequenzbereich breitbandig ist und eine größere Vergleichbarkeit zur S-Bahn aufweist als die Zuggattungen ICE/IC- und Güterzüge.

Die Prognose für einzelne Messobjekte wurde unter Verwendung der Ausbreitungseigenschaften im Boden und als Eingangsgröße für die Emissionen von dem Geländemesspunkt durchgeführt. Die Dokumentation wurde je Messobjekt in der Unterlage ~~16.5~~ ~~16.4~~ 16.5 dokumentiert. Es werden die verwendeten Emissionen, die Übertragung Boden-Stockwerksdecke sowie die Ergebnisse der Prognose angegeben. Die teilweise vorhandenen Änderungen für den Nullfall ergeben sich aus der Aktualisierung der Gebäudedaten.

~~In der~~ Die gebäudespezifischen Prognose für einzelne Messobjekte ergibt für die Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FT} für den Nullfall und den Planfall ohne Maßnahmen eine deutliche Unterschreitung der Werte aus der Verfügung des Eisenbahnbundesamtes vom 30.01.2017 von 1.1 tags und 0.7 nachts.

In der Tabelle 9 sind höchsten prognostizierten Werte der Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FT} für den Nullfall und den Planfall angeben.

Tabelle 9: Gebäudespezifische Prognose, höchste Werte KB_{FT} im Nullfall und im Planfall

Gebäudespezifische Prognose für einzelne Messobjekte Höchste Werte der Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FT} zum Vergleich mit den Werten der EBA Verfügung vom 31.01.2017 von 1.1 tag und 0.7 nachts				
lfd. Nr.	Strecke 1120 km	Adresse und Hausnummer	Situation	KB_{FT}
1	51,470	Oldenfelder Straße 2	Nullfall tags	0,315 0,264
2	51,470	Oldenfelder Straße 2	Nullfall nachts	0,270 0,257
3	51,360	Güstrower Weg 13 Hinterhaus zur Bahn	Planfall tags	0,283 0,239 0,258
4	47,230	Poggenbrook 5	Planfall nachts	0,259 0,251 0,242

8.1. Messobjekt 17: Tonndorfer Hauptstraße 46

Das Wohngebäude und Messobjekt 17 Tonndorfer Hauptstraße 46 befindet sich nördlich der Bahnstrecke in einem Gewerbegebiet und ist gemäß DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“ Teil 2 „Einwirkung auf Menschen in Gebäuden“ in Tabelle 1 Zeile 2 mit den Anhaltswerten $A_{r, \text{tags}} = 0,20$ 0,15 und nachts $A_{r, \text{nachts}} = 0,15$ 0,1 einzuordnen.

Bei dem Gebäude handelt es sich um ein unterkellertes Einfamilienhaus mit einem Erdgeschoss und einem Dachgeschoss. Die Stockwerksdecken sind als Holzbalkenkonstruktion hergestellt. Der Abstand zur nächstgelegenen Gleisachse beträgt 23 m im Bestand (Nullfall) und 23 m im Planfall.

Die Prognose ergibt unter Berücksichtigung der gemessenen Übertragung der Erschütterungen vom Boden auf die Stockwerksdecken ohne Maßnahmen auf den untersuchten Stockwerksdecken eine Verringerung der Immissionen und für den Planfall eine Einhaltung der Anhaltswerte (Tabelle 10).

~~Im Vergleich ergeben sich in der überschläglichen Prognose ungünstigere Ergebnisse mit einer Verringerung von 33 % tags und 32 % nachts sowie Beurteilungs-Schwingstärken von bis zu $KB_{FTT} = 0.130$ tags und $KB_{FTT} = 0.112$ nachts.~~

In der überschläglichen Prognose ergeben sich im Vergleich für den Planfall ungünstigere Ergebnisse mit maximalen Beurteilungs-Schwingstärken von $KB_{FTT} = 0,112$ 0,120 tags und $KB_{FTT} = 0,115$ 0,112 nachts. Die minimale Verringerung beträgt 28 % 23 % tags und 29 % 31 % nachts.

Tabelle 10: Prognose Tonndorfer Hauptstr. 46, ohne Maßnahme

Tonndorfer Hauptstrasse 46							
Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall				
	Messpunkt	KB_{FTT} tags	KB_{FTT} nachts	KB_{FTT} tags	ΔKB_{FTT} tags	KB_{FTT} nachts	ΔKB_{FTT} nachts
MP2 Z EG Wohnzimmer		0.121	0.088	0.071	-41%	0.055	-37%
MP3 Z EG Esszimmer		0.085	0.064	0.051	-40%	0.042	-35%
MP4 Z OG Schlafzimmer		0.071	0.054	0.038	-47%	0.030	-45%
MP5 Z OG Stube		0.146	0.104	0.084	-42%	0.064	-39%
Sekundärer Luftschall in dB(A)							
Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall				
	Messpunkt	L_m tags	L_m nachts	L_m tags	ΔL_m tags	L_m nachts	ΔL_m nachts
MP2 Z EG Wohnzimmer		15.4	14.0	13.5	-1.9	12.0	-2.0
MP3 Z EG Esszimmer		18.4	16.2	15.9	-2.5	13.7	-2.4
MP4 Z OG Schlafzimmer		20.7	19.3	18.7	-2.0	17.2	-2.1
MP5 Z OG Stube		17.7	16.1	15.7	-2.0	14.0	-2.1

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall				
	Messpunkt	KB_{FTT} tags	KB_{FTT} nachts	KB_{FTT} tags	ΔKB_{FTT} tags	KB_{FTT} nachts	ΔKB_{FTT} nachts
MP2 Z EG Wohnzimmer		0,115	0,086	0,064	-44%	0,058	-33%
MP3 Z EG Esszimmer		0,079	0,062	0,046	-42%	0,043	-31%
MP4 Z OG Schlafzimmer		0,065	0,053	0,033	-48%	0,031	-42%
MP5 Z OG Stube		0,138	0,103	0,075	-45%	0,068	-34%
Sekundärer Luftschall in dB(A)							
Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall				
	Messpunkt	L_m tags	L_m nachts	L_m tags	ΔL_m tags	L_m nachts	ΔL_m nachts
MP2 Z EG Wohnzimmer		13,8	13,7	12,5	-1,3	12,4	-1,4
MP3 Z EG Esszimmer		17,2	16,0	15,0	-2,2	14,3	-1,6
MP4 Z OG Schlafzimmer		19,2	19,0	17,7	-1,5	17,5	-1,4
MP5 Z OG Stube		16,2	15,8	14,7	-1,5	14,4	-1,4

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall				
	Messpunkt	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
MP2 Z EG Wohnzimmer		0,115	0,086	0,069	-40%	0,056	-35%
MP3 Z EG Esszimmer		0,079	0,062	0,049	-37%	0,041	-34%
MP4 Z OG Schlafzimmer		0,065	0,053	0,036	-44%	0,030	-43%
MP5 Z OG Stube		0,138	0,103	0,082	-41%	0,066	-36%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall				
	Messpunkt	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z EG Wohnzimmer		13,8	13,7	13,0	-0,8	12,2	-1,6
MP3 Z EG Esszimmer		17,2	16,0	15,5	-1,7	14,1	-1,8
MP4 Z OG Schlafzimmer		19,2	19,0	18,2	-1,0	17,3	-1,7
MP5 Z OG Stube		16,2	15,8	15,2	-1,0	14,2	-1,6

Für dieses Messobjekt ergibt sich eine Einhaltung der Beurteilungskriterien ohne Maßnahmen und in dem Streckenabschnitt werden keine Maßnahmen vorgeschlagen, so dass für dieses Messobjekt keine Maßnahmen betrachtet werden.

~~Mit der Maßnahme besohlter Schwellen auf den Fernbahngleisen ergibt sich zwischen Nullfall und Planfall eine deutliche Verminderung der Erschütterungseinwirkungen zwischen 49 % und 70 % so dass eine Einhaltung der Kriterien vorliegt (Tabelle 11).~~

~~Im Vergleich ergeben sich in der überschläglichen Prognose ungünstigere Ergebnisse mit einer geringeren Verminderung zwischen 38 % und 47 % sowie deutlich höheren Beurteilungs-Schwingstärken von bis zu KB_{FTr} = 0.134 tags und KB_{FTr} = 0.128 nachts.~~

Tabelle 11: Prognose Tonndorfer Hauptstr. 46, besohlte Schwellen beide Fernbahngleise

Tonndorfer Hauptstrasse 46							
Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall mit Maßnahme besohlte Schwelle				
	Messpunkt	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
MP2 Z EG Wohnzimmer		0.121	0.088	0.057	-53%	0.044	-49%
MP3 Z EG Esszimmer		0.085	0.064	0.041	-52%	0.031	-51%
MP4 Z OG Schlafzimmer		0.071	0.054	0.025	-64%	0.016	-70%
MP5 Z OG Stube		0.146	0.104	0.070	-52%	0.053	-49%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall mit Maßnahme besohlte Schwelle				
	Messpunkt	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z EG Wohnzimmer		15.4	14.0	12.7	-2.8	11.1	-3.0
MP3 Z EG Esszimmer		18.4	16.2	15.1	-3.2	12.9	-3.3
MP4 Z OG Schlafzimmer		20.7	19.3	17.8	-3.0	16.1	-3.2
MP5 Z OG Stube		17.7	16.1	14.8	-2.9	13.0	-3.1

Für den sekundären Luftschall ergibt sich eine Einhaltung der Immissionsrichtwerte.

8.2. Messobjekt 32: Tonndorfer Hauptstraße 49

Das Wohngebäude und Messobjekt 32 Tonndorfer Hauptstraße 49 befindet sich südlich der Bahnstrecke in einem Kerngebiet und ist gemäß DIN 4150 „Erschütterungen im

Bauwesen“ Teil 2 „Einwirkung auf Menschen in Gebäuden“ in Tabelle 1 Zeile 3 mit den Anhaltswerten $A_{r, \text{tags}} = 0,1$ und nachts $A_{r, \text{nachts}} = 0,07$ einzuordnen.

Bei dem Gebäude handelt es sich um ein Mehrfamilienhaus ~~und wird~~, das im Erdgeschoss gewerblich genutzt wird. Im Obergeschoss und im Dachgeschoss befinden sich Wohnungen. Die Schwingungsmessungen konnten im Kellergeschoss und im Obergeschoss vorgenommen werden. Die Stockwerksdecken sind aus Stahlbeton hergestellt. Der Abstand zur nächstgelegenen Gleisachse beträgt 31 m im Bestand (Nullfall) und 20 m im Planfall.

Die Prognose ergibt unter Berücksichtigung der gemessenen Übertragung der Erschütterungen vom Boden auf die Stockwerksdecken ohne Maßnahmen auf einer der zwei untersuchten Stockwerksdecken bei Überschreitung der Anhaltswerte ~~nachts~~ eine wesentliche Erhöhung um ~~mehr als~~ 25 % ~~oder mehr~~ (Tabelle 11). Auf der anderen der beiden untersuchten Stockwerksdecke liegt eine Einhaltung der Anhaltswerte für Kerngebiete (DIN 4150 Teil 2 Tabelle 1 Zeile 3) vor, so dass die Erhöhung nicht maßgeblich ist.

~~Im Vergleich ergeben sich in der überschläglichen Prognose deutlich ungünstigere Ergebnisse mit einer Erhöhung von 60 % tags und 65 % nachts sowie Beurteilungs-Schwingstärken von bis zu $KB_{FTT} = 0,265$ tags und $KB_{FTT} = 0,256$ nachts.~~

In der überschläglichen Prognose ergeben sich im Vergleich für den Planfall deutlich ungünstigere Ergebnisse mit maximalen Beurteilungs-Schwingstärken von $KB_{FTT} = 0,240$ 0,223 tags und $KB_{FTT} = 0,248$ 0,239 nachts. Die maximale Erhöhung bei Anhaltswertüberschreitung beträgt ~~69 %~~ 80 % tags und ~~70 %~~ 63 % nachts.

Tabelle 11: Prognose Tonndorfer Hauptstr. 49, ohne Maßnahme

Tonndorfer Hauptstr 49						
Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
	KB _{FTT} tags	KB _{FTT} nachts	KB _{FTT} tags	Δ KB _{FTT} tags	KB _{FTT} nachts	Δ KB _{FTT} nachts
Messpunkt						
MP2 Z DG Esszimmer	0.054	0.046	0,075	39%	0.067	47%
MP3 Z DG Wohnzimmer	0.151	0.113	0.199	32%	0.165	45%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
Messpunkt	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z DG Esszimmer	20.9	19.1	22.6	1.8	21.1	2.0
MP3 Z DG Wohnzimmer	24.0	21.7	25.3	1.3	23.5	1.8

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
	KB _{FTT} tags	KB _{FTT} nachts	KB _{FTT} tags	Δ KB _{FTT} tags	KB _{FTT} nachts	Δ KB _{FTT} nachts
Messpunkt						
MP2 Z DG Esszimmer	0,046	0,044	0,062	35%	0,067	53%
MP3 Z DG Wohnzimmer	0,141	0,114	0,172	22%	0,168	47%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
Messpunkt	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z DG Esszimmer	19,5	18,9	21,5	2,0	21,5	2,7
MP3 Z DG Wohnzimmer	23,0	21,6	24,2	1,2	24,0	2,4

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall				
	Messpunkt	KB _{FTR} tags	KB _{FTR} nachts	KB _{FTR} tags	Δ KB _{FTR} tags	KB _{FTR} nachts	Δ KB _{FTR} nachts
MP2 Z DG Esszimmer		0,046	0,044	0,067	45%	0,065	47%
MP3 Z DG Wohnzimmer		0,141	0,114	0,186	31%	0,162	42%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall				
Messpunkt	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts	
MP2 Z DG Esszimmer	19,5	18,9	22,1	2,6	21,2	2,3	
MP3 Z DG Wohnzimmer	23,0	21,6	24,9	1,9	23,7	2,1	

Mit der Maßnahme besohlter Schwellen auf den Fernbahngleisen ergibt sich für eine der beiden untersuchten Stockwerksdecken eine Überschreitung der Anhaltswerte bei einer Erhöhung von weniger als 25 % und auf der anderen der beiden untersuchten Stockwerksdecken eine Einhaltung der Anhaltswerte bei einer Erhöhung von geringfügig mehr als 25 % (nachts), so dass eine Einhaltung der Kriterien vorliegt (Tabelle 12). In dem betreffenden Streckenabschnitt sind dennoch wirksamere Maßnahmen geplant, da sich benachbarte Wohngebäude deutlich näher an der Bahnstrecke befinden.

~~Im Vergleich ergeben sich in der überschläglichen Prognose ungünstigere Ergebnisse mit einer Erhöhung von 43 % tags und 46 % nachts sowie Beurteilungs-Schwingstärken von bis zu KB_{FTR} = 0.236 tags und KB_{FTR} = 0.228 nachts.~~

In der überschläglichen Prognose ergeben sich im Vergleich für den Planfall ungünstigere Ergebnisse mit maximalen Beurteilungs-Schwingstärken von KB_{FTR} = ~~0,186~~ **0,199** tags und KB_{FTR} = ~~0,221~~ **0,213** nachts. Die maximale Erhöhung bei Anhaltswertüberschreitung beträgt ~~50 %~~ **60 %** tags und ~~51 %~~ **46 %** nachts.

Tabelle 12: Prognose Tonndorfer Hauptstr. 49, besohlte Schwellen beide Fernbahngleise

Tonndorfer Hauptstr 49							
Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall mit Maßnahme besohlte Schwelle				
	Messpunkt	KB _{FTR} tags	KB _{FTR} nachts	KB _{FTR} tags	Δ KB _{FTR} tags	KB _{FTR} nachts	Δ KB _{FTR} nachts
MP2 Z DG Esszimmer		0.054	0.046	0.064	17%	0.058	26%
MP3 Z DG Wohnzimmer		0.151	0.113	0.165	9%	0.138	22%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall mit Maßnahme besohlte Schwelle				
Messpunkt	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts	
MP2 Z DG Esszimmer	20.9	19.1	21.3	0.4	19.8	0.7	
MP3 Z DG Wohnzimmer	24.0	21.7	24.3	0.3	22.5	0.8	

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwelle auf beiden Gleisen			
	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
Messpunkt						
MP2 Z DG Esszimmer	0,046	0,044	0,052	13%	0,057	31%
MP3 Z DG Wohnzimmer	0,141	0,114	0,141	0%	0,140	23%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwelle auf beiden Gleisen			
	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
Messpunkt						
MP2 Z DG Esszimmer	19,5	18,9	20,2	0,7	20,2	1,3
MP3 Z DG Wohnzimmer	23,0	21,6	23,2	0,2	23,0	1,4

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwelle auf beiden Gleisen			
	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
Messpunkt						
MP2 Z DG Esszimmer	0,046	0,044	0,056	22%	0,056	26%
MP3 Z DG Wohnzimmer	0,141	0,114	0,153	8%	0,135	19%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwelle auf beiden Gleisen			
	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
Messpunkt						
MP2 Z DG Esszimmer	19,5	18,9	20,7	1,2	19,9	1,0
MP3 Z DG Wohnzimmer	23,0	21,6	23,8	0,8	22,7	1,1

Mit der Maßnahme besohlter Schwellen auf dem nördlichen Fernbahngleis und einem Betontrög mit Schotteroberbau und Unterschottermatte auf dem südlichen Fernbahngleis ergibt sich im Vergleich zum Prognose Nullfall eine Verringerung der Immissionen (Tabelle 13).

~~Im Vergleich ergeben sich in der überschläglichen Prognose ungünstigere Ergebnisse mit einer Erhöhung von 14 % tags und 17 % nachts sowie deutlich höheren Beurteilungs-Schwingstärken von bis zu KB_{FTr} = 0.189 tags und KB_{FTr} = 0.183 nachts.~~

In der überschläglichen Prognose ergeben sich im Vergleich für den Planfall ungünstigere Ergebnisse mit maximalen Beurteilungs-Schwingstärken von KB_{FTr} = 0,149 0,159 tags und KB_{FTr} = 0,177 0,171 nachts. Die maximale Erhöhung bei Anhaltswertüberschreitung beträgt 20 % 28 % tags und 21 % 17 % nachts.

Tabelle 13: Prognose Tonndorfer Hauptstr. 49, besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betontrög südl. Gleis

Tonndorfer Hauptstr 49						
Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betontrög südl. Gleis			
	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
Messpunkt						
MP2 Z DG Esszimmer	0.054	0.046	0.049	-9%	0.045	-2%
MP3 Z DG Wohnzimmer	0.151	0.113	0.131	-13%	0.110	-3%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betontrög südl. Gleis			
	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
Messpunkt						
MP2 Z DG Esszimmer	20.9	19.1	20.4	-0.5	18.8	-0.3
MP3 Z DG Wohnzimmer	24.0	21.7	23.3	-0.7	21.5	-0.2

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betontrog südl. Gleis			
	KB _{FTR} tags	KB _{FTR} nachts	KB _{FTR} tags	Δ KB _{FTR} tags	KB _{FTR} nachts	Δ KB _{FTR} nachts
Messpunkt						
MP2 Z DG Esszimmer	0,046	0,044	0,041	-12%	0,045	1%
MP3 Z DG Wohnzimmer	0,141	0,114	0,112	-20%	0,111	-2%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betontrog südl. Gleis			
	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
Messpunkt						
MP2 Z DG Esszimmer	19,5	18,9	19,3	-0,2	19,3	0,4
MP3 Z DG Wohnzimmer	23,0	21,6	22,2	-0,8	22,0	0,4

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betontrog südl. Gleis			
	KB _{FTR} tags	KB _{FTR} nachts	KB _{FTR} tags	Δ KB _{FTR} tags	KB _{FTR} nachts	Δ KB _{FTR} nachts
Messpunkt						
MP2 Z DG Esszimmer	0,046	0,044	0,044	-6%	0,043	-2%
MP3 Z DG Wohnzimmer	0,141	0,114	0,121	-14%	0,107	-6%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betontrog südl. Gleis			
	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
Messpunkt						
MP2 Z DG Esszimmer	19,5	18,9	19,9	0,3	19,0	0,1
MP3 Z DG Wohnzimmer	23,0	21,6	22,8	-0,2	21,7	0,1

Für den sekundären Luftschall ergibt sich ohne und mit Maßnahme sowie in der überschläglichen und gebäudespezifischen Prognose eine Einhaltung der Immissionsrichtwerte.

8.3. Messobjekt 05: Küperstieg 27a

Das Wohngebäude und Messobjekt 05 Küperstieg 27a befindet sich südlich der Bahnstrecke in einem allgemeinen Wohngebiet und ist gemäß DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“ Teil 2 „Einwirkung auf Menschen in Gebäuden“ in Tabelle 1 Zeile 4 mit den Anhaltswerten $A_{r, \text{tags}} = 0,07$ und nachts $A_{r, \text{nachts}} = 0,05$ einzuordnen.

Bei dem Gebäude handelt es sich um ein Endreihenhaus mit Wohnnutzung. Die Stockwerksdecken sind aus Stahlbeton hergestellt. Der Abstand zur nächstgelegenen Gleisachse beträgt 18 m im Bestand und 8 m im Planfall.

Die Prognose ergibt unter Berücksichtigung der gemessenen Übertragung der Erschütterungen vom Boden auf die Stockwerksdecken ohne Maßnahmen für die fünf der untersuchten Stockwerksdecken bei Überschreitung der Anhaltswerte eine wesentliche Erhöhung um ~~mehr als~~ 25 % ~~oder mehr~~ (Tabelle 14).

~~Im Vergleich ergeben sich in der überschläglichen Prognose ungünstigere Ergebnisse mit einer Erhöhung von 61 % tags und 70 % nachts sowie Schwingstärken von bis zu $KB_{FTR} = 0,363$ tags und $KB_{FTR} = 0,272$ nachts.~~

In der überschläglichen Prognose ergeben sich im Vergleich für den Planfall ungünstigere Ergebnisse mit maximalen Beurteilungs-Schwingstärken von $KB_{FTR} = 0,332$ $0,362$ tags und $KB_{FTR} = 0,287$ $0,280$ nachts. Die maximale Erhöhung bei Anhaltswertüberschreitung beträgt ~~59 %~~ **70 %** tags und ~~76 %~~ **69 %** nachts.

Tabelle 14: Prognose Küperstieg 27a, ohne Maßnahme

Küperstieg						
Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
Messpunkt	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
MP2 Z 1.OG Schlafzimmer neben Bett	0.106	0.090	0.162	53%	0.147	64%
MP3 Z 1.OG Schlafzimmer	0.087	0.069	0.122	41%	0.105	53%
MP4 Z 1.OG Jugendzimmer	0.082	0.069	0.120	46%	0.108	57%
MP5 Z 2.OG Wickelzimmer vorne	0.072	0.059	0.103	43%	0.091	55%
MP6 Z 2.OG Wickelzimmer hinten	0.083	0.070	0.124	49%	0.112	59%
Sekundärer Luftschall in dB(A)						
Messpunkt	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z 1.OG Schlafzimmer neben Bett	22.2	21.2	24.2	1.9	23.3	2.1
MP3 Z 1.OG Schlafzimmer	20.4	19.2	22.4	2.0	21.4	2.2
MP4 Z 1.OG Jugendzimmer	18.4	17.7	20.6	2.1	19.9	2.3
MP5 Z 2.OG Wickelzimmer vorne	18.7	17.9	20.8	2.1	20.2	2.2
MP6 Z 2.OG Wickelzimmer hinten	19.8	18.8	21.7	2.0	20.9	2.1

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
Messpunkt	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
MP2 Z 1.OG Schlafzimmer neben Bett	0,089	0,086	0,133	49%	0,145	69%
MP3 Z 1.OG Schlafzimmer	0,078	0,067	0,103	33%	0,106	58%
MP4 Z 1.OG Jugendzimmer	0,070	0,066	0,099	41%	0,107	62%
MP5 Z 2.OG Wickelzimmer vorne	0,063	0,057	0,086	37%	0,091	60%
MP6 Z 2.OG Wickelzimmer hinten	0,071	0,068	0,102	44%	0,111	64%
Sekundärer Luftschall in dB(A)						
Messpunkt	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z 1.OG Schlafzimmer neben Bett	20,3	20,9	22,8	2,5	23,6	2,6
MP3 Z 1.OG Schlafzimmer	18,7	18,9	21,1	2,5	21,7	2,8
MP4 Z 1.OG Jugendzimmer	16,3	17,4	19,1	2,8	20,1	2,7
MP5 Z 2.OG Wickelzimmer vorne	16,6	17,7	19,3	2,7	20,4	2,7
MP6 Z 2.OG Wickelzimmer hinten	17,9	18,5	20,3	2,5	21,1	2,6

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
Messpunkt	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
MP2 Z 1.OG Schlafzimmer neben Bett	0,089	0,086	0,142	59%	0,140	63%
MP3 Z 1.OG Schlafzimmer	0,078	0,067	0,111	43%	0,103	53%
MP4 Z 1.OG Jugendzimmer	0,070	0,066	0,107	52%	0,103	56%
MP5 Z 2.OG Wickelzimmer vorne	0,063	0,057	0,092	47%	0,088	55%
MP6 Z 2.OG Wickelzimmer hinten	0,071	0,068	0,110	55%	0,107	59%
Sekundärer Luftschall in dB(A)						
Messpunkt	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z 1.OG Schlafzimmer neben Bett	20,3	20,9	23,4	3,0	23,2	2,3
MP3 Z 1.OG Schlafzimmer	18,7	18,9	21,7	3,0	21,3	2,4
MP4 Z 1.OG Jugendzimmer	16,3	17,4	19,7	3,3	19,8	2,4
MP5 Z 2.OG Wickelzimmer vorne	16,6	17,7	19,9	3,3	20,0	2,3
MP6 Z 2.OG Wickelzimmer hinten	17,9	18,5	20,9	3,0	20,8	2,3

Mit der Maßnahme besohlter Schwellen auf den Fernbahngleisen ergibt sich für **zwei drei von fünf der** Stockwerksdecken tags und für alle fünf untersuchten Stockwerksdecken

nachts eine Überschreitung der Anhaltswerte bei einer Erhöhung von ~~mehr als~~ 25 % oder mehr (Tabelle 15).

~~Im Vergleich ergeben sich in der überschläglichen Prognose ungünstigere Ergebnisse mit einer Erhöhung von 41 % tags und 51 % nachts sowie deutlich höheren Beurteilungs-Schwingstärken von bis zu $KB_{FT,r} = 0.291$ tags und $KB_{FT,r} = 0.217$ nachts.~~

In der überschläglichen Prognose ergeben sich im Vergleich für den Planfall ungünstigere Ergebnisse mit maximalen Beurteilungs-Schwingstärken von $KB_{FT,r} = 0,266$ 0,290 tags und $KB_{FT,r} = 0,230$ 0,224 nachts. Die maximale Erhöhung bei Anhaltswertüberschreitung beträgt ~~40%~~ 49 % tags und ~~55%~~ 50 % nachts.

Tabelle 15: Prognose Küperstieg 27a, besohlte Schwellen beide Fernbahngleise

Küperstieg						
Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall mit Maßnahme besohlte Schwellen			
	Messpunkt	$KB_{FT,r}$ tags	$KB_{FT,r}$ nachts	$KB_{FT,r}$ tags	$\Delta KB_{FT,r}$ tags	$KB_{FT,r}$ nachts
MP2 Z 1.OG Schlafzimmer neben Bett	0.106	0.090	0.139	32%	0.128	43%
MP3 Z 1.OG Schlafzimmer	0.087	0.069	0.102	18%	0.089	30%
MP4 Z 1.OG Jugendzimmer	0.082	0.069	0.102	25%	0.093	35%
MP5 Z 2.OG Wickelzimmer vorne	0.072	0.059	0.087	20%	0.078	31%
MP6 Z 2.OG Wickelzimmer hinten	0.083	0.070	0.106	28%	0.097	38%
Sekundärer Luftschall in dB(A)						
Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall mit Maßnahme besohlte Schwellen			
	Messpunkt	L_m tags	L_m nachts	L_m tags	ΔL_m tags	L_m nachts
MP2 Z 1.OG Schlafzimmer neben Bett	22.2	21.2	23.6	1.4	22.8	1.6
MP3 Z 1.OG Schlafzimmer	20.4	19.2	21.5	1.1	20.5	1.3
MP4 Z 1.OG Jugendzimmer	18.4	17.7	19.9	1.5	19.3	1.6
MP5 Z 2.OG Wickelzimmer vorne	18.7	17.9	20.2	1.6	19.6	1.7
MP6 Z 2.OG Wickelzimmer hinten	19.8	18.8	21.2	1.4	20.3	1.6

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwellen auf beiden Gleisen			
	Messpunkt	$KB_{FT,r}$ tags	$KB_{FT,r}$ nachts	$KB_{FT,r}$ tags	$\Delta KB_{FT,r}$ tags	$KB_{FT,r}$ nachts
MP2 Z 1.OG Schlafzimmer neben Bett	0,089	0,086	0,114	28%	0,126	47%
MP3 Z 1.OG Schlafzimmer	0,078	0,067	0,086	11%	0,090	34%
MP4 Z 1.OG Jugendzimmer	0,070	0,066	0,085	20%	0,092	39%
MP5 Z 2.OG Wickelzimmer vorne	0,063	0,057	0,072	15%	0,077	36%
MP6 Z 2.OG Wickelzimmer hinten	0,071	0,068	0,088	24%	0,096	42%
Sekundärer Luftschall in dB(A)						
Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwellen auf beiden Gleisen			
	Messpunkt	L_m tags	L_m nachts	L_m tags	ΔL_m tags	L_m nachts
MP2 Z 1.OG Schlafzimmer neben Bett	20,3	20,9	22,2	1,9	23,0	2,1
MP3 Z 1.OG Schlafzimmer	18,7	18,9	20,3	1,6	20,8	1,9
MP4 Z 1.OG Jugendzimmer	16,3	17,4	18,5	2,2	19,5	2,1
MP5 Z 2.OG Wickelzimmer vorne	16,6	17,7	18,8	2,2	19,8	2,2
MP6 Z 2.OG Wickelzimmer hinten	17,9	18,5	19,8	1,9	20,6	2,1

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwelle auf beiden Gleisen			
	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
MP2 Z 1.OG Schlafzimmer neben Bett	0,089	0,086	0,122	37%	0,122	42%
MP3 Z 1.OG Schlafzimmer	0,078	0,067	0,093	20%	0,087	30%
MP4 Z 1.OG Jugendzimmer	0,070	0,066	0,091	29%	0,089	34%
MP5 Z 2.OG Wickelzimmer vorne	0,063	0,057	0,077	23%	0,075	31%
MP6 Z 2.OG Wickelzimmer hinten	0,071	0,068	0,094	32%	0,092	37%
Sekundärer Luftschall in dB(A)						
Messpunkt	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwelle auf beiden Gleisen			
	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z 1.OG Schlafzimmer neben Bett	20,3	20,9	22,8	2,4	22,6	1,7
MP3 Z 1.OG Schlafzimmer	18,7	18,9	20,8	2,1	20,4	1,5
MP4 Z 1.OG Jugendzimmer	16,3	17,4	19,0	2,7	19,1	1,7
MP5 Z 2.OG Wickelzimmer vorne	16,6	17,7	19,3	2,7	19,5	1,8
MP6 Z 2.OG Wickelzimmer hinten	17,9	18,5	20,3	2,5	20,2	1,7

Mit der Maßnahme besohlter Schwellen auf dem nördlichen Fernbahngleis und einem Be-
 tontrog mit Schotteroberbau und Unterschottermatte auf dem südlichen Fernbahngleis
 ergibt sich bei Anhaltswertüberschreitung nachts im Vergleich zum Prognose Nullfall mit -
 2% 2% -1 % bis 11% 15% 11 % eine Erhöhung von weniger als 25 % (Tabelle 16).

~~Im Vergleich ergeben sich in der überschläglichen Prognose ungünstigere Ergebnisse mit
 einer Erhöhung von 10% tags und 17% nachts sowie Beurteilungs-Schwingstärken von
 bis zu KB_{FTr} = 0.238 tags und KB_{FTr} = 0.178 nachts.~~

In der überschläglichen Prognose ergeben sich im Vergleich für den Planfall ungünstigere
 Ergebnisse mit maximalen Beurteilungs-Schwingstärken von KB_{FTr} = 0,218 0,238 tags und
 KB_{FTr} = 0,189 0,185 nachts. Die maximale Erhöhung bei Anhaltswertüberschreitung beträgt
 8% 16 % tags und 20% 16 % nachts.

Tabelle 16: Prognose Küperstieg 27a, besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betontrog süd. Gleis

Küperstieg						
Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betontrog süd. Gleis			
	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
MP2 Z 1.OG Schlafzimmer neben Bett	0.106	0.090	0.109	3%	0.100	11%
MP3 Z 1.OG Schlafzimmer	0.087	0.069	0.081	-7%	0.070	2%
MP4 Z 1.OG Jugendzimmer	0.082	0.069	0.076	-8%	0.068	-2%
MP5 Z 2.OG Wickelzimmer vorne	0.072	0.059	0.067	-7%	0.059	1%
MP6 Z 2.OG Wickelzimmer hinten	0.083	0.070	0.079	-5%	0.071	2%
Sekundärer Luftschall in dB(A)						
Messpunkt	Prognose Nullfall		Prognose Planfall besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betontrog süd. Gleis			
	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z 1.OG Schlafzimmer neben Bett	22.2	21.2	22.6	0.4	21.8	0.6
MP3 Z 1.OG Schlafzimmer	20.4	19.2	20.6	0.2	19.5	0.3
MP4 Z 1.OG Jugendzimmer	18.4	17.7	18.8	0.4	18.1	0.4
MP5 Z 2.OG Wickelzimmer vorne	18.7	17.9	19.3	0.6	18.6	0.7
MP6 Z 2.OG Wickelzimmer hinten	19.8	18.8	20.1	0.4	19.3	0.5

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betontrög süd. Gleis			
	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
Messpunkt						
MP2 Z 1.OG Schlafzimmer neben Bett	0,089	0,086	0,090	0%	0,099	15%
MP3 Z 1.OG Schlafzimmer	0,078	0,067	0,068	-12%	0,071	6%
MP4 Z 1.OG Jugendzimmer	0,070	0,066	0,063	-10%	0,068	2%
MP5 Z 2.OG Wickelzimmer vorne	0,063	0,057	0,056	-11%	0,060	5%
MP6 Z 2.OG Wickelzimmer hinten	0,071	0,068	0,066	-7%	0,071	5%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betontrög süd. Gleis			
Messpunkt	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z 1.OG Schlafzimmer neben Bett	20,3	20,9	21,3	0,9	22,0	1,1
MP3 Z 1.OG Schlafzimmer	18,7	18,9	19,3	0,6	19,8	0,9
MP4 Z 1.OG Jugendzimmer	16,3	17,4	17,4	1,1	18,3	0,9
MP5 Z 2.OG Wickelzimmer vorne	16,6	17,7	17,8	1,2	18,8	1,2
MP6 Z 2.OG Wickelzimmer hinten	17,9	18,5	18,8	0,9	19,5	1,0

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betontrög süd. Gleis			
	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
Messpunkt						
MP2 Z 1.OG Schlafzimmer neben Bett	0,089	0,086	0,096	7%	0,095	11%
MP3 Z 1.OG Schlafzimmer	0,078	0,067	0,073	-6%	0,069	2%
MP4 Z 1.OG Jugendzimmer	0,070	0,066	0,068	-4%	0,065	-1%
MP5 Z 2.OG Wickelzimmer vorne	0,063	0,057	0,060	-4%	0,058	2%
MP6 Z 2.OG Wickelzimmer hinten	0,071	0,068	0,070	-1%	0,069	2%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betontrög süd. Gleis			
Messpunkt	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z 1.OG Schlafzimmer neben Bett	20,3	20,9	21,8	1,5	21,7	0,8
MP3 Z 1.OG Schlafzimmer	18,7	18,9	19,8	1,2	19,5	0,6
MP4 Z 1.OG Jugendzimmer	16,3	17,4	17,9	1,6	18,0	0,6
MP5 Z 2.OG Wickelzimmer vorne	16,6	17,7	18,3	1,8	18,5	0,8
MP6 Z 2.OG Wickelzimmer hinten	17,9	18,5	19,3	1,5	19,2	0,7

Für den sekundären Luftschall ergibt sich ohne und mit Maßnahme sowie in der überschläglichen und gebäudespezifischen Prognose eine Einhaltung der Immissionsrichtwerte.

8.4. Messobjekt 34: Küperkoppel 53

Das Wohngebäude und Messobjekt 34 Küperkoppel 53 befindet sich südlich der Bahnstrecke in einem **allgemeinen** Wohngebiet und ist gemäß DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“ Teil 2 „Einwirkung auf Menschen in Gebäuden“ in Tabelle 1 Zeile 4 **mit den Anhaltswerten $A_{r,tags} = 0,07$ und nachts $A_{r,nachts} = 0,05$** einzuordnen.

Bei dem Gebäude handelt es sich um ein unterkellertes Einfamilienhaus mit Erdgeschoss, Obergeschoss und einem ausgebauten Dachgeschoss. Die Stockwerksdecken des Fußbodens EG und 1.OG sind aus Stahlbeton und des Fußbodens DG als Holzbalkenkonstruktion hergestellt. Der Abstand zur nächstgelegenen Gleisachse beträgt 55 m im Bestand (Nullfall) und 45 m im Planfall.

Die Prognose ergibt unter Berücksichtigung der gemessenen Übertragung der Erschütterungen vom Boden auf die Stockwerksdecken ohne Maßnahmen auf einer Stockwerksdecke eine Überschreitung der Anhaltswerte bei einer Erhöhung von weniger als 25 %, sowie

auf allen anderen Stockwerksdecken eine Einhaltung der Anhaltswerte für allgemeine Wohngebiete gemäß DIN 4150 Teil 2 Tabelle 1 Zeile 4 (Tabelle 17). In dem betreffenden Streckenabschnitt sind dennoch Maßnahmen geplant, da sich benachbarte Wohngebäude deutlich näher an der Bahnstrecke befinden.

~~Im Vergleich ergeben sich in der überschläglichen Prognose bezogen auf die höchsten Werte etwas günstigere Ergebnisse mit einer Erhöhung von -10 % tags und 17 % nachts sowie einer etwas höheren Beurteilungs-Schwingstärken von $KB_{FTT} = 0.113$ tags und einer etwas geringeren Beurteilungs-Schwingstärke von $KB_{FTT} = 0.086$ nachts.~~

In der überschläglichen Prognose ergeben sich im Vergleich für den Planfall ungünstigere Ergebnisse mit maximalen Beurteilungs-Schwingstärken von $KB_{FTT} = 0,104$ 0,113 tags und $KB_{FTT} = 0,092$ 0,090 nachts. Bei Anhaltswertüberschreitung beträgt die minimale Verringerung ~~18 %~~ 9 % tags und die maximale Erhöhung ~~21 %~~ 17 % nachts.

Tabelle 17: Prognose Küperkoppel 53, ohne Maßnahme

Küperkoppel 53						
Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
Messpunkt	KB_{FTT} tags	KB_{FTT} nachts	KB_{FTT} tags	ΔKB_{FTT} tags	KB_{FTT} nachts	ΔKB_{FTT} nachts
MP2 Z DG Arbeitszimmer	0.099	0.082	0.102	3%	0.090	10%
MP3 Z DG Jugendzimmer	0.049	0.042	0.052	5%	0.047	12%
MP4 Z DG Gästezimmer	0.024	0.024	0.036	50%	0.036	50%
MP8 Z OG Esszimmer	0.046	0.038	0.049	8%	0.044	15%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
Messpunkt	L_m tags	L_m nachts	L_m tags	ΔL_m tags	L_m nachts	ΔL_m nachts
MP2 Z DG Arbeitszimmer	14.7	13.6	15.6	0.8	14.5	0.9
MP3 Z DG Jugendzimmer	14.3	13.2	15.1	0.8	14.1	0.9
MP4 Z DG Gästezimmer	14.9	13.5	15.6	0.7	14.5	0.9
MP8 Z OG Esszimmer	20.5	18.9	21.1	0.6	19.8	0.9

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
Messpunkt	KB_{FTT} tags	KB_{FTT} nachts	KB_{FTT} tags	ΔKB_{FTT} tags	KB_{FTT} nachts	ΔKB_{FTT} nachts
MP2 Z DG Arbeitszimmer	0,086	0,078	0,086	0%	0,090	15%
MP3 Z DG Jugendzimmer	0,041	0,041	0,043	3%	0,047	16%
MP4 Z DG Gästezimmer	0,016	0,021	0,028	75%	0,034	60%
MP8 Z OG Esszimmer	0,040	0,037	0,041	4%	0,044	20%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
Messpunkt	L_m tags	L_m nachts	L_m tags	ΔL_m tags	L_m nachts	ΔL_m nachts
MP2 Z DG Arbeitszimmer	12,9	13,4	14,3	1,4	14,8	1,4
MP3 Z DG Jugendzimmer	12,6	12,9	13,9	1,3	14,3	1,4
MP4 Z DG Gästezimmer	13,3	13,3	14,4	1,1	14,8	1,5
MP8 Z OG Esszimmer	19,0	18,6	19,9	1,0	20,1	1,5

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall				
	Messpunkt	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
MP2 Z DG Arbeitszimmer		0,086	0,078	0,092	7%	0,086	10%
MP3 Z DG Jugendzimmer		0,041	0,041	0,046	11%	0,046	13%
MP4 Z DG Gästezimmer		0,016	0,021	0,029	86%	0,033	54%
MP8 Z OG Esszimmer		0,040	0,037	0,044	12%	0,042	16%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall				
	Messpunkt	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z DG Arbeitszimmer		12,9	13,4	14,8	1,9	14,5	1,1
MP3 Z DG Jugendzimmer		12,6	12,9	14,4	1,8	14,0	1,1
MP4 Z DG Gästezimmer		13,3	13,3	14,9	1,7	14,4	1,1
MP8 Z OG Esszimmer		19,0	18,6	20,5	1,5	19,7	1,2

Für das Messobjekt Küperkoppel 53 wären aufgrund der Einhaltung der Beurteilungskriterien keine Maßnahmen erforderlich. Für andere Wohngebäude südlich der Bahnstrecke werden Maßnahmen erforderlich. Aus diesem Grund werden nachfolgend die Ergebnisse der gebäudespezifischen Prognose für das Messobjekt Küperkoppel 53 mit **unterschiedlichen** der Maßnahmen **besohlter Schwellen** angegeben.

Mit der Maßnahme besohlter Schwellen auf den Fernbahngleisen ergibt sich **für drei Stockwerksdecken eine Verringerung**, für eine Stockwerksdecke eine **geringe Erhöhung von 3 % 4 % Überschreitung der Anhaltswerte und eine Verringerung zum Planfall** sowie für drei Stockwerksdecken eine Einhaltung der Anhaltswerte (Tabelle 18).

~~Im Vergleich ergeben sich in der überschläglichen Prognose bezogen auf die höchsten Werte etwas günstigere Ergebnisse mit einer Verringerung von 30 % tags und 25 % nachts sowie eine etwas höhere Beurteilungs-Schwingstärke von KB_{FTr} = 0,090 tags und eine etwas geringere Beurteilungs-Schwingstärke von KB_{FTr} = 0,069 nachts.~~

In der überschläglichen Prognose ergeben sich im Vergleich für den Planfall ungünstigere Ergebnisse mit maximalen Beurteilungs-Schwingstärken von KB_{FTr} = ~~0,082~~ **0,090** tags und KB_{FTr} = ~~0,073~~ **0,072** nachts. Bei Anhaltswertüberschreitung beträgt die minimale Verringerung ~~35 %~~ **29 %** tags und ~~12 %~~ **14 %** nachts.

Tabelle 18: Prognose Küperkoppel 53, besohlte Schwellen beide Fernbahngleise

Küperkoppel 53						
Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall mit Maßnahme besohlte Schwelle			
	Messpunkt	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts
MP2 Z DG Arbeitszimmer	0.099	0.082	0.085	-14%	0.075	-8%
MP3 Z DG Jugendzimmer	0.049	0.042	0.043	-12%	0.039	-7%
MP4 Z DG Gästezimmer	0.024	0.024	0.025	3%	0.025	3%
MP8 Z OG Esszimmer	0.046	0.038	0.042	-7%	0.038	-1%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall mit Maßnahme besohlte Schwelle			
	Messpunkt	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts
MP2 Z DG Arbeitszimmer	14.7	13.6	14.9	0.2	13.9	0.2
MP3 Z DG Jugendzimmer	14.3	13.2	14.4	0.0	13.4	0.2
MP4 Z DG Gästezimmer	14.9	13.5	14.6	-0.2	13.5	0.0
MP8 Z OG Esszimmer	20.5	18.9	20.1	-0.4	18.7	-0.2

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwelle auf beiden Gleisen			
	Messpunkt	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts
MP2 Z DG Arbeitszimmer	0,086	0,078	0,072	-16%	0,075	-4%
MP3 Z DG Jugendzimmer	0,041	0,041	0,036	-14%	0,039	-3%
MP4 Z DG Gästezimmer	0,016	0,021	0,018	15%	0,022	6%
MP8 Z OG Esszimmer	0,040	0,037	0,036	-10%	0,038	4%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwelle auf beiden Gleisen			
	Messpunkt	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts
MP2 Z DG Arbeitszimmer	12,9	13,4	13,6	0,7	14,2	0,8
MP3 Z DG Jugendzimmer	12,6	12,9	13,1	0,5	13,6	0,7
MP4 Z DG Gästezimmer	13,3	13,3	13,4	0,2	13,8	0,5
MP8 Z OG Esszimmer	19,0	18,6	18,9	0,0	19,0	0,4

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwelle auf beiden Gleisen			
	Messpunkt	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts
MP2 Z DG Arbeitszimmer	0,086	0,078	0,078	-10%	0,072	-8%
MP3 Z DG Jugendzimmer	0,041	0,041	0,038	-7%	0,038	-6%
MP4 Z DG Gästezimmer	0,016	0,021	0,019	23%	0,022	2%
MP8 Z OG Esszimmer	0,040	0,037	0,038	-4%	0,037	0%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwelle auf beiden Gleisen			
	Messpunkt	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts
MP2 Z DG Arbeitszimmer	12,9	13,4	14,2	1,2	13,9	0,5
MP3 Z DG Jugendzimmer	12,6	12,9	13,7	1,1	13,3	0,4
MP4 Z DG Gästezimmer	13,3	13,3	14,0	0,7	13,5	0,2
MP8 Z OG Esszimmer	19,0	18,6	19,5	0,5	18,7	0,1

Für den sekundären Luftschall ergibt sich ohne und mit Maßnahme sowie in der überschläglichen und gebäudespezifischen Prognose eine Einhaltung der Immissionsrichtwerte.

8.5. Messobjekt 08: Stein-Hardenberg-Straße 158

Das Wohngebäude und Messobjekt 08 Stein-Hardenberg-Straße 158 befindet sich nördlich der Bahnstrecke in einem **allgemeinen** Wohngebiet und ist gemäß DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“ Teil 2 „Einwirkung auf Menschen in Gebäuden“ in Tabelle 1 Zeile 4 **mit den Anhaltswerten $A_{r,tags} = 0,07$ und nachts $A_{r,nachts} = 0,05$** einzuordnen.

Bei dem Gebäude handelt es sich um ein Einfamilienhaus mit einer Teilunterkellerung, einem Erdgeschoss und einem Dachgeschoss. Die Stockwerksdecken sind als Holzbalkenkonstruktion hergestellt. Der Abstand zur nächstgelegenen Gleisachse beträgt 32 m im Bestand (Nullfall) und 32 m im Planfall.

Die Prognose ergibt unter Berücksichtigung der gemessenen Übertragung der Erschütterungen vom Boden ~~den~~ **auf die** fünf untersuchten Stockwerksdecken ohne Maßnahmen eine Einhaltung der Anhaltswerte und eine Verringerung der Erschütterungsimmissionen (Tabelle 19). In dem betreffenden Streckenabschnitt sind dennoch Maßnahmen geplant, da sich für Wohngebäude südlich der Bahnstrecke ungünstigere Prognosen ergeben.

~~Im Vergleich ergeben sich in der überschläglichen Prognose ungünstigere Ergebnisse mit einer Erhöhung von 0 tags und -25 % nachts sowie deutlich höheren Beurteilungs-Schwingstärken von bis zu $KB_{FTr} = 0,068$ tags und $KB_{FTr} = 0,056$ nachts.~~

In der überschläglichen Prognose ergeben sich im Vergleich für den Planfall ungünstigere Ergebnisse mit maximalen Beurteilungs-Schwingstärken von $KB_{FTr} = 0,062$ **0,068** tags und $KB_{FTr} = 0,058$ **0,056** nachts. Die minimale Verringerung beträgt 0 % tags und bei Anhaltswertüberschreitung **22-% 24 %** nachts.

Tabelle 19: Prognose Stein-Hardenberg-Straße 158, ohne Maßnahme

Stein Hardenberg Straße 158						
Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
	Messpunkt	KB_{FTr} tags	KB_{FTr} nachts	KB_{FTr} tags	ΔKB_{FTr} tags	KB_{FTr} nachts
MP2 Z 1.OG Gästezimmer	0.050	0.041	0.020	-60%	0.016	-61%
MP3 Z 1.O G Schlafzimmer	0.055	0.044	0.026	-52%	0.019	-57%
MP4 Z 1.OG Kinderzimmer	0.039	0.025	0.020	-49%	0.011	-55%
MP5 Z EG Wohnzimmer	0.021	0.013	0.000	-100%	0.000	-100%
MP6 Z EG Küche	0.014	0.014	0.000	-100%	0.000	-100%
Sekundärer Luftschall in dB(A)						
Messpunkt	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
	L_m tags	L_m nachts	L_m tags	ΔL_m tags	L_m nachts	ΔL_m nachts
MP2 Z 1.OG Gästezimmer	17.3	16.2	16.0	-1.3	14.8	-1.4
MP3 Z 1.O G Schlafzimmer	18.2	17.0	16.7	-1.5	15.5	-1.5
MP4 Z 1.OG Kinderzimmer	20.4	18.8	18.7	-1.7	16.9	-1.9
MP5 Z EG Wohnzimmer	17.4	15.9	15.9	-1.4	14.4	-1.5
MP6 Z EG Küche	19.0	18.3	17.8	-1.2	17.0	-1.3

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall				
	Messpunkt	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
MP2 Z 1.OG Gästezimmer		0,043	0,040	0,016	-63%	0,015	-62%
MP3 Z 1.O G Schlafzimmer		0,049	0,042	0,023	-53%	0,019	-54%
MP4 Z 1.OG Kinderzimmer		0,039	0,025	0,019	-51%	0,014	-44%
MP5 Z EG Wohnzimmer		0,021	0,013	0,000	-100%	0,000	-100%
MP6 Z EG Küche		0,007	0,010	0,000	-100%	0,000	-100%
<hr/>							
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall				
	Messpunkt	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z 1.OG Gästezimmer		15,5	15,9	14,8	-0,7	15,1	-0,8
MP3 Z 1.O G Schlafzimmer		16,4	16,7	15,5	-0,9	15,8	-0,9
MP4 Z 1.OG Kinderzimmer		18,9	18,4	17,7	-1,2	17,3	-1,1
MP5 Z EG Wohnzimmer		15,8	15,7	14,9	-1,0	14,8	-0,8
MP6 Z EG Küche		16,9	18,0	16,5	-0,4	17,2	-0,8

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall				
	Messpunkt	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
MP2 Z 1.OG Gästezimmer		0,043	0,040	0,018	-59%	0,015	-62%
MP3 Z 1.O G Schlafzimmer		0,049	0,042	0,025	-49%	0,019	-54%
MP4 Z 1.OG Kinderzimmer		0,039	0,025	0,021	-46%	0,014	-44%
MP5 Z EG Wohnzimmer		0,021	0,013	0,000	-100%	0,000	-100%
MP6 Z EG Küche		0,007	0,010	0,000	-100%	0,000	-100%
<hr/>							
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall				
	Messpunkt	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z 1.OG Gästezimmer		15,5	15,9	15,3	-0,2	14,8	-1,1
MP3 Z 1.O G Schlafzimmer		16,4	16,7	16,0	-0,4	15,6	-1,2
MP4 Z 1.OG Kinderzimmer		18,9	18,4	18,2	-0,7	17,0	-1,4
MP5 Z EG Wohnzimmer		15,8	15,7	15,4	-0,4	14,6	-1,1
MP6 Z EG Küche		16,9	18,0	17,0	0,1	16,9	-1,1

Für das Messobjekt Stein-Hardenberg-Straße 158 wären aufgrund der Einhaltung der Anforderungen keine Maßnahmen erforderlich. Für andere Wohngebäude in diesem Bereich südlich der Bahnstrecke werden Maßnahmen erforderlich. Aus diesem Grund werden nachfolgend die Ergebnisse der gebäudespezifischen Prognose mit unterschiedlichen Maßnahmen für das Messobjekt Stein-Hardenberg-Straße 158 angegeben.

Mit der Maßnahme besohlter Schwellen auf den Fernbahngleisen ergibt sich eine weitere Verringerung der Erschütterungsimmissionen (Tabelle 20).

~~Im Vergleich ergeben sich in der überschläglichen Prognose deutlich ungünstigere Ergebnisse mit einer Erhöhung von 0 % tags und 0 % nachts sowie deutlich höheren Beurteilungs-Schwingstärken von bis zu KB_{FTr} = 0,060 tags und KB_{FTr} = 0,045 nachts.~~

In der überschläglichen Prognose ergeben sich im Vergleich für den Planfall ungünstigere Ergebnisse mit maximalen Beurteilungs-Schwingstärken von KB_{FTr} = 0,055 0,060 tags und KB_{FTr} = 0,047 0,046 nachts. Die minimale Verringerung beträgt 0 % tags und 0 % nachts.

Tabelle 20: Prognose Stein-Hardenberg-Straße 158, besohlte Schwellen beide Fernbahngleise

Stein Hardenberg Straße 158						
Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall mit Maßnahme besohlte Schwellen			
	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
MP2 Z 1.OG Gästezimmer	0.050	0.041	0.000	-100%	0.000	-100%
MP3 Z 1.O G Schlafzimmer	0.055	0.044	0.014	-75%	0.008	-82%
MP4 Z 1.OG Kinderzimmer	0.039	0.025	0.000	-100%	0.000	-100%
MP5 Z EG Wohnzimmer	0.021	0.013	0.000	-100%	0.000	-100%
MP6 Z EG Küche	0.014	0.014	0.000	-100%	0.000	-100%
Sekundärer Luftschall in dB(A)						
Messpunkt	Prognose Nullfall		Prognose Planfall mit Maßnahme besohlte Schwellen			
	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z 1.OG Gästezimmer	17.3	16.2	15.5	-1.8	14.3	-1.9
MP3 Z 1.O G Schlafzimmer	18.2	17.0	16.1	-2.1	14.9	-2.1
MP4 Z 1.OG Kinderzimmer	20.4	18.8	17.3	-3.1	15.3	-3.4
MP5 Z EG Wohnzimmer	17.4	15.9	15.4	-2.0	13.9	-2.1
MP6 Z EG Küche	19.0	18.3	17.4	-1.7	16.5	-1.8

2014237 S4 SteinHardenbergStrasse 158						
Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwellen auf beiden Gleisen			
	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
MP2 Z 1.OG Gästezimmer	0,043	0,040	0,005	-88%	0,005	-87%
MP3 Z 1.O G Schlafzimmer	0,049	0,042	0,014	-71%	0,011	-73%
MP4 Z 1.OG Kinderzimmer	0,039	0,025	0,000	-100%	0,000	-100%
MP5 Z EG Wohnzimmer	0,021	0,013	0,000	-100%	0,000	-100%
MP6 Z EG Küche	0,007	0,010	0,000	-100%	0,000	-100%
Sekundärer Luftschall in dB(A)						
Messpunkt	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwellen auf beiden Gleisen			
	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z 1.OG Gästezimmer	15,5	15,9	14,3	-1,2	14,6	-1,3
MP3 Z 1.O G Schlafzimmer	16,4	16,7	14,9	-1,5	15,3	-1,5
MP4 Z 1.OG Kinderzimmer	18,9	18,4	16,4	-2,5	15,7	-2,7
MP5 Z EG Wohnzimmer	15,8	15,7	14,3	-1,5	14,3	-1,4
MP6 Z EG Küche	16,9	18,0	16,1	-0,8	16,8	-1,2

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwelle auf beiden Gleisen			
	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
MP2 Z 1.OG Gästezimmer	0,043	0,040	0,005	-88%	0,005	-87%
MP3 Z 1.O G Schlafzimmer	0,049	0,042	0,015	-69%	0,011	-73%
MP4 Z 1.OG Kinderzimmer	0,039	0,025	0,000	-100%	0,000	-100%
MP5 Z EG Wohnzimmer	0,021	0,013	0,000	-100%	0,000	-100%
MP6 Z EG Küche	0,007	0,010	0,000	-100%	0,000	-100%
Sekundärer Luftschall in dB(A)						
Messpunkt	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwelle auf beiden Gleisen			
	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z 1.OG Gästezimmer	15,5	15,9	14,8	-0,7	14,4	-1,5
MP3 Z 1.O G Schlafzimmer	16,4	16,7	15,4	-1,0	15,0	-1,7
MP4 Z 1.OG Kinderzimmer	18,9	18,4	16,9	-2,1	15,6	-2,8
MP5 Z EG Wohnzimmer	15,8	15,7	14,8	-1,0	14,1	-1,6
MP6 Z EG Küche	16,9	18,0	16,6	-0,4	16,5	-1,5

Mit der Maßnahme besohlter Schwellen auf dem nördlichen Fernbahngleis und einem Be-
tontrog mit Schotteroberbau und Unterschottermatte auf dem südlichen Fernbahngleis
ergibt sich eine weitere Verringerung der Erschütterungsimmissionen (Tabelle 21).

~~Im Vergleich ergeben sich in der überschläglichen Prognose deutlich ungünstigere Ergeb-
nisse mit einer Erhöhung von 0 % tags und 0 % nachts sowie deutlich höheren Beurteil-
ungs-Schwingstärken von bis zu KB_{FTr} = 0,047 tags und KB_{FTr} = 0,036 nachts.~~

In der überschläglichen Prognose ergeben sich im Vergleich für den Planfall ungünstigere
Ergebnisse mit maximalen Beurteilungs-Schwingstärken von KB_{FTr} = 0,044 0,048 tags und
KB_{FTr} = 0,037 0,036 nachts. Die minimale Verringerung beträgt 0 % tags und 0 % nachts.

**Tabelle 21: Prognose Stein-Hardenberg-Straße 158, besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betontrog süd-
Gleis**

Stein Hardenberg Straße 158						
Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betontrog süd- Gleis			
	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
MP2 Z 1.OG Gästezimmer	0.050	0.041	0.000	-100%	0.000	-100%
MP3 Z 1.O G Schlafzimmer	0.055	0.044	0.014	-75%	0.008	-82%
MP4 Z 1.OG Kinderzimmer	0.039	0.025	0.000	-100%	0.000	-100%
MP5 Z EG Wohnzimmer	0.021	0.013	0.000	-100%	0.000	-100%
MP6 Z EG Küche	0.014	0.014	0.000	-100%	0.000	-100%
Sekundärer Luftschall in dB(A)						
Messpunkt	Prognose Nullfall		Prognose Planfall besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betontrog süd- Gleis			
	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z 1.OG Gästezimmer	17.3	16.2	14.7	-2.6	13.4	-2.8
MP3 Z 1.O G Schlafzimmer	18.2	17.0	15.4	-2.8	14.1	-2.9
MP4 Z 1.OG Kinderzimmer	20.4	18.8	16.6	-3.7	14.5	-4.2
MP5 Z EG Wohnzimmer	17.4	15.9	14.7	-2.6	13.1	-2.8
MP6 Z EG Küche	19.0	18.3	16.7	-2.4	15.7	-2.6

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betontrog südl. Gleis			
	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
MP2 Z 1.OG Gästezimmer	0,043	0,040	0,005	-88%	0,005	-87%
MP3 Z 1.O G Schlafzimmer	0,049	0,042	0,015	-69%	0,012	-71%
MP4 Z 1.OG Kinderzimmer	0,039	0,025	0,000	-100%	0,000	-100%
MP5 Z EG Wohnzimmer	0,021	0,013	0,000	-100%	0,000	-100%
MP6 Z EG Küche	0,007	0,010	0,000	-100%	0,000	-100%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betontrog südl. Gleis			
	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z 1.OG Gästezimmer	15,5	15,9	13,6	-1,9	13,8	-2,1
MP3 Z 1.O G Schlafzimmer	16,4	16,7	14,3	-2,1	14,4	-2,3
MP4 Z 1.OG Kinderzimmer	18,9	18,4	15,8	-3,1	15,0	-3,4
MP5 Z EG Wohnzimmer	15,8	15,7	13,7	-2,1	13,5	-2,1
MP6 Z EG Küche	16,9	18,0	15,4	-1,5	16,0	-2,0

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betontrog südl. Gleis			
	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
MP2 Z 1.OG Gästezimmer	0,043	0,040	0,005	-88%	0,005	-87%
MP3 Z 1.O G Schlafzimmer	0,049	0,042	0,015	-69%	0,011	-73%
MP4 Z 1.OG Kinderzimmer	0,039	0,025	0,000	-100%	0,000	-100%
MP5 Z EG Wohnzimmer	0,021	0,013	0,000	-100%	0,000	-100%
MP6 Z EG Küche	0,007	0,010	0,000	-100%	0,000	-100%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betontrog südl. Gleis			
	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z 1.OG Gästezimmer	15,5	15,9	14,0	-1,5	13,6	-2,3
MP3 Z 1.O G Schlafzimmer	16,4	16,7	14,7	-1,7	14,3	-2,4
MP4 Z 1.OG Kinderzimmer	18,9	18,4	16,2	-2,7	14,9	-3,5
MP5 Z EG Wohnzimmer	15,8	15,7	14,2	-1,6	13,4	-2,3
MP6 Z EG Küche	16,9	18,0	15,9	-1,0	15,8	-2,3

Für den sekundären Luftschall ergibt sich ohne und mit Maßnahme sowie in der überschläglichen und gebäudespezifischen Prognose eine Einhaltung der Immissionsrichtwerte.

8.6. Messobjekt 33: Küperkoppel 89

Das Wohngebäude und Messobjekt 33 Küperkoppel 89 befindet sich südlich der Bahnstrecke in einem allgemeinen Wohngebiet und ist gemäß DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“ Teil 2 „Einwirkung auf Menschen in Gebäuden“ in Tabelle 1 Zeile 4 mit den Anhaltswerten $A_{r,tags} = 0,07$ und nachts $A_{r,nachts} = 0,05$ einzuordnen.

Bei dem Gebäude handelt es sich um eine nicht unterkellerte Doppelhaushälfte mit einem Erdgeschoss und einem Dachgeschoss. Im Obergeschoss und im Dachgeschoss befinden sich Wohnungen. Die Stockwerksdecken sind als Holzbalkenkonstruktion hergestellt. Der Abstand zur nächstgelegenen Gleisachse beträgt 45 m im Bestand (Nullfall) und 35 m im Planfall.

Die Prognose ergibt unter Berücksichtigung der gemessenen Übertragung der Erschütterungen vom Boden auf die Stockwerksdecken ohne Maßnahmen auf einer von drei untersuchten Stockwerksdecken ~~bei einer~~ Einhaltung der Anhaltswerte ~~eine Erhöhung um weniger als 25 %~~. Auf den beiden anderen Stockwerksdecken ist ~~einer~~ bei Überschreitung der Anhaltswerte eine Erhöhung von weniger als 25 % festzustellen (Tabelle 22). In dem betreffenden Streckenabschnitt sind dennoch Maßnahmen geplant, da ~~sich~~ benachbarte Wohngebäude deutlich näher an der Bahnstrecke befinden.

~~Im Vergleich ergeben sich in der überschläglichen Prognose bei größeren Erhöhungen als auf zwei der drei untersuchten Decken und einer geringeren Erhöhung als auf einer Decke höhere Immissionen mit Beurteilungs-Schwingstärken von bis zu $KB_{FTT} = 0.138$ tags und $KB_{FTT} = 0.105$ nachts.~~

In der überschläglichen Prognose ergeben sich im Vergleich für den Planfall ungünstigere Ergebnisse mit maximalen Beurteilungs-Schwingstärken von ~~$KB_{FTT} = 0,127$~~ $0,138$ tags und ~~$KB_{FTT} = 0,111$~~ $0,109$ nachts. Bei Anhaltswertüberschreitung beträgt die minimale Verringerung ~~14 %~~ $6 %$ tags und die maximale Erhöhung ~~25 %~~ $21 %$ nachts.

Tabelle 22: Prognose Küperkoppel 89, ohne Maßnahme

Küperkoppel 89							
Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall				
	Messpunkt	KB_{FTT} tags	KB_{FTT} nachts	KB_{FTT} tags	ΔKB_{FTT} tags	KB_{FTT} nachts	ΔKB_{FTT} nachts
MP2 Z OG Kinderzimmer		0.083	0.068	0.092	11%	0.081	19%
MP3 Z OG Schlafzimmer		0.043	0.033	0.050	16%	0.042	30%
MP4 Z OG Gästezimmer		0.078	0.061	0.082	6%	0.070	14%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall				
	Messpunkt	L_m tags	L_m nachts	L_m tags	ΔL_m tags	L_m nachts	ΔL_m nachts
MP2 Z OG Kinderzimmer		21.0	19.5	21.7	0.6	20.4	1.0
MP3 Z OG Schlafzimmer		20.3	18.4	21.0	0.7	19.5	1.1
MP4 Z OG Gästezimmer		21.8	20.1	22.6	0.8	21.3	1.2

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall				
	Messpunkt	KB_{FTT} tags	KB_{FTT} nachts	KB_{FTT} tags	ΔKB_{FTT} tags	KB_{FTT} nachts	ΔKB_{FTT} nachts
MP2 Z OG Kinderzimmer		0,072	0,066	0,077	7%	0,081	23%
MP3 Z OG Schlafzimmer		0,039	0,032	0,042	7%	0,043	37%
MP4 Z OG Gästezimmer		0,070	0,060	0,070	0%	0,071	19%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall				
	Messpunkt	L_m tags	L_m nachts	L_m tags	ΔL_m tags	L_m nachts	ΔL_m nachts
MP2 Z OG Kinderzimmer		19,5	19,3	20,4	0,9	20,8	1,6
MP3 Z OG Schlafzimmer		19,1	18,1	19,9	0,8	19,9	1,8
MP4 Z OG Gästezimmer		20,5	19,9	21,4	1,0	21,7	1,8

2014237 S4 Küperkoppel 89						
Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
Messpunkt	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
MP2 Z OG Kinderzimmer	0,072	0,066	0,083	15%	0,078	19%
MP3 Z OG Schlafzimmer	0,039	0,032	0,045	16%	0,042	33%
MP4 Z OG Gästezimmer	0,070	0,060	0,076	8%	0,069	15%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
Messpunkt	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z OG Kinderzimmer	19,5	19,3	21,0	1,5	20,5	1,2
MP3 Z OG Schlafzimmer	19,1	18,1	20,5	1,4	19,5	1,4
MP4 Z OG Gästezimmer	20,5	19,9	22,0	1,6	21,4	1,5

Für das Messobjekt Küperkoppel 89 wären aufgrund der Einhaltung der Beurteilungskriterien keine Maßnahmen erforderlich. Für andere Wohngebäude südlich der Bahnstrecke werden Maßnahmen erforderlich. Aus diesem Grund werden nachfolgend die Ergebnisse der gebäudespezifischen Prognose für das Messobjekt Küperkoppel 89 mit unterschiedlichen Maßnahmen angegeben.

Mit der Maßnahme besohlter Schwellen auf den Fernbahngleisen ergibt sich tags eine Verringerung bzw. und nachts geringe Erhöhung der Erschütterungsimmissionen (Tabelle 23).

~~Im Vergleich ergeben sich in der überschläglichen Prognose bei einer größeren Verringerung von -21 % tags und bei einer größeren Erhöhung als auf zwei der drei untersuchten Decken 7 % nachts höhere Immissionen mit Beurteilungs-Schwingstärken von bis zu KB_{FTr} = 0.111 tags und KB_{FTr} = 0.084 nachts.~~

In der überschläglichen Prognose ergeben sich im Vergleich für den Planfall ungünstigere Ergebnisse mit maximalen Beurteilungs-Schwingstärken von KB_{FTr} = ~~0,101~~ 0,111 tags und KB_{FTr} = ~~0,089~~ 0,087 nachts. Bei Anhaltswertüberschreitung beträgt die minimale Verringerung ~~33 %~~ 20 % tags und die maximale Erhöhung ~~10 %~~ 7 % nachts.

Tabelle 23: Prognose Küperkoppel 89, besohlte Schwellen beide Fernbahngleise

Küperkoppel 89						
Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall mit Maßnahme besohlte Schwelle			
Messpunkt	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
MP2 Z OG Kinderzimmer	0.083	0.068	0.078	-6%	0.069	2%
MP3 Z OG Schlafzimmer	0.043	0.033	0.042	-3%	0.036	9%
MP4 Z OG Gästezimmer	0.078	0.061	0.070	-10%	0.060	-3%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall mit Maßnahme besohlte Schwelle			
Messpunkt	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z OG Kinderzimmer	21.0	19.5	20.7	-0.3	19.6	0.1
MP3 Z OG Schlafzimmer	20.3	18.4	19.3	-1.1	17.5	-0.8
MP4 Z OG Gästezimmer	21.8	20.1	20.8	-1.1	19.4	-0.7

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwelle auf beiden Gleisen			
	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
Messpunkt						
MP2 Z OG Kinderzimmer	0,072	0,066	0,066	-9%	0,070	6%
MP3 Z OG Schlafzimmer	0,039	0,032	0,035	-10%	0,036	15%
MP4 Z OG Gästezimmer	0,070	0,060	0,060	-15%	0,061	2%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwelle auf beiden Gleisen			
	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
Messpunkt						
MP2 Z OG Kinderzimmer	19,5	19,3	19,4	-0,1	19,9	0,7
MP3 Z OG Schlafzimmer	19,1	18,1	18,2	-0,9	18,0	-0,1
MP4 Z OG Gästezimmer	20,5	19,9	19,6	-0,9	19,8	-0,1

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwelle auf beiden Gleisen			
	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
Messpunkt						
MP2 Z OG Kinderzimmer	0,072	0,066	0,070	-2%	0,067	2%
MP3 Z OG Schlafzimmer	0,039	0,032	0,038	-3%	0,035	12%
MP4 Z OG Gästezimmer	0,070	0,060	0,064	-8%	0,059	-1%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwelle auf beiden Gleisen			
	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
Messpunkt						
MP2 Z OG Kinderzimmer	19,5	19,3	20,0	0,5	19,6	0,3
MP3 Z OG Schlafzimmer	19,1	18,1	18,8	-0,3	17,7	-0,5
MP4 Z OG Gästezimmer	20,5	19,9	20,2	-0,3	19,5	-0,4

Mit der Maßnahme besohlter Schwellen auf dem nördlichen Fernbahngleis und einem Betontrug mit Schotteroberbau und Unterschottermatte auf dem südlichen Fernbahngleis ergibt sich im Vergleich zum Prognose Nullfall eine Verringerung der Immissionen (Tabelle 24).

~~Im Vergleich ergeben sich in der überschläglichen Prognose ungünstigere Ergebnisse bei einer größeren Verringerung von 39 % tags und bei einer geringeren Verringerung von 13 % nachts höhere Immissionen mit Beurteilungs-Schwingstärken von bis zu $KB_{FTr} = 0,94$ tags und $KB_{FTr} = 0,71$ nachts.~~

In der überschläglichen Prognose ergeben sich im Vergleich für den Planfall ungünstigere Ergebnisse mit maximalen Beurteilungs-Schwingstärken von $KB_{FTr} = 0,086$ 0,094 tags und $KB_{FTr} = 0,076$ 0,074 nachts. Bei Anhaltswertüberschreitung beträgt die minimale Verringerung 43% 38 % tags und 11% 31 % nachts.

Tabelle 24: Prognose Küperkoppel 89, besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betontrog süd. Gleis

Küperkoppel 89						
Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betontrog süd. Gleis			
	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
MP2 Z OG Kinderzimmer	0.083	0.068	0.061	-26%	0.055	-20%
MP3 Z OG Schlafzimmer	0.043	0.033	0.028	-36%	0.024	-27%
MP4 Z OG Gästezimmer	0.078	0.061	0.055	-30%	0.047	-24%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betontrog süd. Gleis			
	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z OG Kinderzimmer	21.0	19.5	19.8	-1.3	18.6	-0.9
MP3 Z OG Schlafzimmer	20.3	18.4	18.3	-2.0	16.5	-1.8
MP4 Z OG Gästezimmer	21.8	20.1	19.9	-2.0	18.5	-1.6

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betontrog süd. Gleis			
	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
MP2 Z OG Kinderzimmer	0,072	0,066	0,052	-29%	0,055	-17%
MP3 Z OG Schlafzimmer	0,039	0,032	0,023	-40%	0,024	-23%
MP4 Z OG Gästezimmer	0,070	0,060	0,047	-33%	0,048	-20%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betontrog süd. Gleis			
	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z OG Kinderzimmer	19,5	19,3	18,5	-1,0	19,0	-0,3
MP3 Z OG Schlafzimmer	19,1	18,1	17,3	-1,8	17,0	-1,1
MP4 Z OG Gästezimmer	20,5	19,9	18,7	-1,7	18,9	-1,0

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betontrog süd. Gleis			
	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
MP2 Z OG Kinderzimmer	0,072	0,066	0,055	-23%	0,053	-19%
MP3 Z OG Schlafzimmer	0,039	0,032	0,025	-35%	0,024	-25%
MP4 Z OG Gästezimmer	0,070	0,060	0,050	-28%	0,047	-22%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betontrog süd. Gleis			
	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z OG Kinderzimmer	19,5	19,3	19,1	-0,4	18,7	-0,6
MP3 Z OG Schlafzimmer	19,1	18,1	17,9	-1,2	16,7	-1,4
MP4 Z OG Gästezimmer	20,5	19,9	19,3	-1,2	18,6	-1,3

Für den sekundären Luftschall ergibt sich ohne und mit Maßnahme sowie in der überschläglichen und gebäudespezifischen Prognose eine Einhaltung der Immissionsrichtwerte.

8.7. Messobjekt 03: Heestweg 10b

Das Wohngebäude und Messobjekt 03 Heestweg 10b befindet sich [südlich der Bahnstrecke](#) in einem allgemeinen Wohngebiet und ist gemäß DIN 4150 „Erschütterungen im

Bauwesen“ Teil 2 „Einwirkung auf Menschen in Gebäuden“ in Tabelle 1 Zeile 4 mit den Anhaltswerten $A_{r,tags} = 0,07$ und nachts $A_{r,nachts} = 0,05$ einzuordnen.

Bei dem Wohngebäude handelt es sich um ein Reihenendhaus. Der Abstand zur nächstgelegenen Gleisachse beträgt in der plangegebenen Situation 16 m und im Planfall 9 m.

Die Prognose ergibt unter Berücksichtigung der gemessenen Übertragung der Erschütterungen vom Boden auf die Stockwerksdecken ohne Maßnahmen für eine der drei untersuchten Stockwerksdecken eine Einhaltung der Anhaltswerte tags und eine Überschreitung nachts. Für die beiden anderen Stockwerksdecken ergibt sich eine Überschreitung der Anhaltswerte tags und nachts. Die Erhöhung beträgt bei Anhaltswertüberschreitung zwischen ~~45 %~~ ~~39 %~~ ~~49 %~~ und ~~75 %~~ ~~86 %~~ ~~97 %~~ und damit um ~~mehr als~~ 25 % oder mehr (Tabelle 25).

~~Im Vergleich ergeben sich in der überschläglichen Prognose ungünstigere Ergebnisse mit einer etwas größeren Erhöhungen von 74 % tags und 77 % nachts sowie höheren Immis-sionen mit einer Beurteilungs-Schwingstärke von $KB_{FT,r} = 0,310$ tags und eine höhere Beurteilungs-Schwingstärke von $KB_{FT,r} = 0,295$ nachts.~~

In der überschläglichen Prognose ergeben sich im Vergleich für den Planfall ungünstigere Ergebnisse mit maximalen Beurteilungs-Schwingstärken von ~~$KB_{FT,r} = 0,247$~~ ~~0,263~~ tags und ~~$KB_{FT,r} = 0,287$~~ ~~0,277~~ nachts. Bei Anhaltswertüberschreitung beträgt die maximale Erhöhung ~~74 %~~ ~~90 %~~ tags und ~~83 %~~ ~~77 %~~ nachts.

Tabelle 25: Prognose Heestweg 10b, ohne Maßnahmen

Heestweg 10b 2						
Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
	KB _{FT,r} tags	KB _{FT,r} nachts	KB _{FT,r} tags	Δ KB _{FT,r} tags	KB _{FT,r} nachts	Δ KB _{FT,r} nachts
Messpunkt						
MP2 Z DG Kinderzimmer	0.188	0.154	0.274	45%	0.239	55%
MP3 Z 1.OG Wohnzimmer	0.045	0.041	0.076	68%	0.070	71%
MP4 Z 1.OG Esszimmer	0.128	0.123	0.221	73%	0.217	75%
Sekundärer Luftschall in dB(A)						
Messpunkt	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z DG Kinderzimmer	21.5	20.3	23.4	1.9	22.5	2.2
MP3 Z 1.OG Wohnzimmer	19.7	18.5	21.8	2.1	20.8	2.3
MP4 Z 1.OG Esszimmer	22.0	21.4	24.3	2.3	23.7	2.4

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
	KB _{FT,r} tags	KB _{FT,r} nachts	KB _{FT,r} tags	Δ KB _{FT,r} tags	KB _{FT,r} nachts	Δ KB _{FT,r} nachts
Messpunkt						
MP2 Z DG Kinderzimmer	0,167	0,149	0,232	39%	0,239	61%
MP3 Z 1.OG Wohnzimmer	0,036	0,039	0,062	73%	0,069	77%
MP4 Z 1.OG Esszimmer	0,093	0,116	0,173	86%	0,209	80%
Sekundärer Luftschall in dB(A)						
Messpunkt	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z DG Kinderzimmer	19,9	20,0	22,1	2,2	22,7	2,7
MP3 Z 1.OG Wohnzimmer	18,0	18,3	20,5	2,5	21,1	2,8
MP4 Z 1.OG Esszimmer	19,9	21,1	22,9	3,0	24,0	2,8

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
MP2 Z DG Kinderzimmer	0,167	0,149	0,249	49%	0,230	54%
MP3 Z 1.OG Wohnzimmer	0,036	0,039	0,066	86%	0,066	71%
MP4 Z 1.OG Esszimmer	0,093	0,116	0,184	97%	0,201	74%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z DG Kinderzimmer	19,9	20,0	22,7	2,8	22,4	2,3
MP3 Z 1.OG Wohnzimmer	18,0	18,3	21,1	3,0	20,7	2,5
MP4 Z 1.OG Esszimmer	19,9	21,1	23,4	3,5	23,6	2,5

Mit der Maßnahme besohlter Schwellen auf den Fernbahngleisen ergibt sich **bei Anhaltswertüberschreitung eine Erhöhung von 25 % oder mehr tags auf einer zwei Stockwerksdecken und nachts auf allen drei Stockwerksdecken.** ~~für eine der drei untersuchten Stockwerksdecken eine Einhaltung der Anhaltswerte tags und eine Überschreitung nachts. Für die beiden anderen Stockwerksdecken ergibt sich eine Überschreitung der Anhaltswerte.~~ Die Erhöhung beträgt **bei Anhaltswertüberschreitung zwischen 27 % 41 % 31 % und 55 % 64 % 74 %** und damit **um mehr als 25 % oder mehr** (Tabelle 26). ~~Darüber hinaus ist auf allen Stockwerksdecken eine Einhaltung des in Industriegebieten und bezogen auf den Nahverkehr geltenden Anhaltswertes A_r von 0.3 tags und 0.23 nachts zzgl. 25 % zu erwarten.~~

~~Im Vergleich ergeben sich in der überschläglichen Prognose etwas größere Erhöhungen von 50 % tags und 56 % nachts sowie höhere Immissionen mit einer Beurteilungs-Schwingstärke von KB_{FTr} = 0.274 tags und eine höhere Beurteilungs-Schwingstärke von KB_{FTr} = 0.261 nachts.~~

In der überschläglichen Prognose ergeben sich im Vergleich für den Planfall ungünstigere Ergebnisse mit maximalen Beurteilungs-Schwingstärken von KB_{FTr} = 0,218 0,232 tags und KB_{FTr} = 0,254 0,245 nachts. Bei Anhaltswertüberschreitung beträgt die maximale Erhöhung **53 % 63 % tags und 61 % 55 % nachts.**

Tabelle 26: Prognose Heestweg 10b, besohlte Schwellen beide Fernbahngleise

Heestweg 10b 2						
Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall mit Maßnahme besohlte Schwelle			
	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
MP2 Z DG Kinderzimmer	0.188	0.154	0.240	27%	0.210	36%
MP3 Z 1.OG Wohnzimmer	0.045	0.041	0.065	44%	0.060	48%
MP4 Z 1.OG Esszimmer	0.128	0.123	0.196	53%	0.192	55%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall mit Maßnahme besohlte Schwelle			
	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z DG Kinderzimmer	21.5	20.3	22.3	0.7	21.2	1.0
MP3 Z 1.OG Wohnzimmer	19.7	18.5	20.5	0.8	19.4	0.9
MP4 Z 1.OG Esszimmer	22.0	21.4	23.2	1.2	22.6	1.3

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwelle auf beiden Gleisen			
	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
MP2 Z DG Kinderzimmer	0,167	0,149	0,203	22%	0,209	41%
MP3 Z 1.OG Wohnzimmer	0,036	0,039	0,053	48%	0,059	53%
MP4 Z 1.OG Esszimmer	0,093	0,116	0,153	64%	0,185	60%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwelle auf beiden Gleisen			
	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z DG Kinderzimmer	19,9	20,0	21,0	1,1	21,5	1,5
MP3 Z 1.OG Wohnzimmer	18,0	18,3	19,3	1,2	19,7	1,5
MP4 Z 1.OG Esszimmer	19,9	21,1	21,8	1,9	22,9	1,7

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwelle auf beiden Gleisen			
	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
MP2 Z DG Kinderzimmer	0,167	0,149	0,218	31%	0,201	35%
MP3 Z 1.OG Wohnzimmer	0,036	0,039	0,056	58%	0,057	48%
MP4 Z 1.OG Esszimmer	0,093	0,116	0,162	74%	0,178	54%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwelle auf beiden Gleisen			
	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z DG Kinderzimmer	19,9	20,0	21,5	1,7	21,2	1,2
MP3 Z 1.OG Wohnzimmer	18,0	18,3	19,8	1,8	19,5	1,2
MP4 Z 1.OG Esszimmer	19,9	21,1	22,3	2,4	22,5	1,4

Mit der Maßnahme besohlter Schwellen auf dem nördlichen Fernbahngleis und einem Betontrug mit Schotteroberbau und Unterschottermatte auf dem südlichen Fernbahngleis ergibt sich für eine der drei untersuchten Stockwerksdecke eine Einhaltung der Anhaltswerte. Für die beiden anderen Stockwerksdecken ergibt sich bei Anhaltswertüberschreitung eine Veränderung zwischen ~~-13 % -7 % bis und +20 % +28 %~~ und damit ~~von auf einer Decke~~ deutlich weniger als 25 % ~~und auf der anderen Decke mehr als 25 %~~. ~~Für die beiden anderen Stockwerksdecken ergibt sich eine Erhöhung deutlich unterhalb von 25 % zwischen -10 % und 11 % tags bzw. -3 % und 13 % nachts~~ (Tabelle 27).

~~Im Vergleich ergeben sich in der überschläglichen Prognose größere Erhöhungen von 14 % tags und 19 % nachts sowie höhere Immissionen mit Beurteilungs-Schwingstärken von KB_{FTr} = 0,209 tags und KB_{FTr} = 0,199 nachts.~~

In der überschläglichen Prognose ergeben sich im Vergleich für den Planfall ~~ungünstigere~~ Ergebnisse mit maximalen Beurteilungs-Schwingstärken von KB_{FTr} = ~~0,166~~ **0,178** tags und KB_{FTr} = ~~0,194~~ **0,187** nachts. Bei Anhaltswertüberschreitung beträgt die maximale Erhöhung ~~17 %~~ **24,7 %** tags und ~~22 %~~ **18 %** nachts.

Tabelle 27: Prognose Heestweg 10b, besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betonrog südl. Gleis

Heestweg 10b 2						
Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betonrog südl. Gleis			
	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
MP2 Z DG Kinderzimmer	0.188	0.154	0.171	-10%	0.149	-3%
MP3 Z 1.OG Wohnzimmer	0.045	0.041	0.049	9%	0.046	11%
MP4 Z 1.OG Esszimmer	0.128	0.123	0.143	11%	0.140	13%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betonrog südl. Gleis			
	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z DG Kinderzimmer	21.5	20.3	21.2	-0.3	20.1	-0.1
MP3 Z 1.OG Wohnzimmer	19.7	18.5	19.5	-0.2	18.4	-0.1
MP4 Z 1.OG Esszimmer	22.0	21.4	22.2	0.2	21.6	0.2

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betonrog südl. Gleis			
	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
MP2 Z DG Kinderzimmer	0,167	0,149	0,144	-13%	0,149	0%
MP3 Z 1.OG Wohnzimmer	0,036	0,039	0,040	12%	0,045	16%
MP4 Z 1.OG Esszimmer	0,093	0,116	0,112	20%	0,135	17%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betonrog südl. Gleis			
	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z DG Kinderzimmer	19,9	20,0	19,9	0,0	20,4	0,4
MP3 Z 1.OG Wohnzimmer	18,0	18,3	18,3	0,3	18,7	0,4
MP4 Z 1.OG Esszimmer	19,9	21,1	20,8	0,9	21,8	0,7

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betonrog südl. Gleis			
	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
MP2 Z DG Kinderzimmer	0,167	0,149	0,155	-7%	0,143	-4%
MP3 Z 1.OG Wohnzimmer	0,036	0,039	0,043	19%	0,043	12%
MP4 Z 1.OG Esszimmer	0,093	0,116	0,119	28%	0,130	12%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betonrog südl. Gleis			
	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z DG Kinderzimmer	19,9	20,0	20,5	0,6	20,1	0,1
MP3 Z 1.OG Wohnzimmer	18,0	18,3	18,8	0,8	18,5	0,2
MP4 Z 1.OG Esszimmer	19,9	21,1	21,3	1,4	21,5	0,4

Mit der Maßnahme Betonrog mit Schotteroberbau und Unterschottermatte auf beiden Fernbahngleisen ergibt sich für eine der drei untersuchten Stockwerksdecke eine Einhaltung der Anhaltswerte. Für die beiden anderen Stockwerksdecken ergibt sich bei Anhaltswertüberschreitung eine Verringerung zwischen -33 % bis -2 % (siehe Tabelle 27a).

Tabelle 27a: Prognose Heestweg 10b, Betontrog auf beiden Fernbahngleisen

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme Betontrog auf beiden Gleisen			
	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
MP2 Z DG Kinderzimmer	0,167	0,149	0,112	-33%	0,104	-30%
MP3 Z 1.OG Wohnzimmer	0,036	0,039	0,029	-20%	0,029	-24%
MP4 Z 1.OG Esszimmer	0,093	0,116	0,091	-2%	0,100	-14%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme Betontrog auf beiden Gleisen			
	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z DG Kinderzimmer	19,9	20,0	19,5	-0,3	19,2	-0,8
MP3 Z 1.OG Wohnzimmer	18,0	18,3	18,0	0,0	17,6	-0,7
MP4 Z 1.OG Esszimmer	19,9	21,1	20,4	0,5	20,6	-0,6

Für den sekundären Luftschall ergibt sich ohne und mit Maßnahme sowie in der überschläglichen und gebäudespezifischen Prognose eine Einhaltung der Immissionsrichtwerte.

8.8. Messobjekt 41: Heestweg 10a

Das Wohngebäude und Messobjekt 41 Heestweg 10a befindet sich **südlich der Bahnstrecke** in einem allgemeinen Wohngebiet und ist gemäß DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“ Teil 2 „Einwirkung auf Menschen in Gebäuden“ in Tabelle 1 Zeile 4 **mit den Anhaltswerten $A_{r, \text{tags}} = 0,07$ und nachts $A_{r, \text{nachts}} = 0,05$** einzuordnen.

Bei dem Wohngebäude handelt es sich um ein Reihenhaus. Der Abstand zur nächstgelegenen Gleisachse beträgt in der plangegebenen Situation 21 m und im Planfall 13 m.

Die Prognose ergibt unter Berücksichtigung der gemessenen Übertragung der Erschütterungen vom Boden auf die Stockwerksdecken ohne Maßnahmen für **eine zwei** der drei untersuchten Stockwerksdecken eine Einhaltung der Anhaltswerte tags und eine Überschreitung nachts. Für die **beiden anderen dritte** Stockwerksdecken ergibt sich eine Überschreitung der Anhaltswerte **tags und nachts**. Die Erhöhung **bei Anhaltswertüberschreitung** beträgt zwischen **40 % 33 % 43 %** und **74 % 84 % 78 %** und damit um **mehr als 25 % oder mehr** (Tabelle 28).

~~Im Vergleich ergeben sich in der überschläglichen Prognose größere Erhöhungen von 57 % tags und 104 % nachts sowie höhere Immissionen mit Beurteilungs-Schwingstärken von $KB_{FTr} = 0,217$ tags und $KB_{FTr} = 0,207$ nachts.~~

In der überschläglichen Prognose ergeben sich im Vergleich für den Planfall ungünstigere Ergebnisse mit maximalen Beurteilungs-Schwingstärken von $KB_{FTr} = 0,173$ 0,185 tags und $KB_{FTr} = 0,201$ 0,194 nachts. Bei Anhaltswertüberschreitung beträgt die maximale Erhöhung **60 % 71 %** tags und **121 % 113 %** nachts.

Tabelle 28: Prognose Heestweg 10a, ohne Maßnahmen

Heestweg 10a						
Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
Messpunkt						
MP2 Z DG Schlafzimmer	0.112	0.090	0.156	40%	0.138	54%
MP3 Z 1.OG Kinderzimmer	0.048	0.041	0.073	51%	0.068	65%
MP4 Z 1.OG Schlafzimmer	0.044	0.034	0,067	52%	0.059	74%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
Messpunkt						
MP2 Z DG Schlafzimmer	21.8	20.3	23.5	1.7	22.5	2.2
MP3 Z 1.OG Kinderzimmer	19.9	18.7	22.1	2.2	21.2	2.5
MP4 Z 1.OG Schlafzimmer	21.5	20.0	23.7	2.2	22.6	2.6

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
Messpunkt						
MP2 Z DG Schlafzimmer	0,098	0,085	0,130	33%	0,138	62%
MP3 Z 1.OG Kinderzimmer	0,041	0,039	0,060	46%	0,067	72%
MP4 Z 1.OG Schlafzimmer	0,039	0,032	0,055	41%	0,059	84%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
Messpunkt						
MP2 Z DG Schlafzimmer	20,1	20,0	22,1	2,0	22,8	2,8
MP3 Z 1.OG Kinderzimmer	18,1	18,4	20,7	2,7	21,4	3,1
MP4 Z 1.OG Schlafzimmer	19,9	19,7	22,4	2,5	22,9	3,2

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
Messpunkt						
MP2 Z DG Schlafzimmer	0,098	0,085	0,140	43%	0,133	56%
MP3 Z 1.OG Kinderzimmer	0,041	0,039	0,064	56%	0,064	66%
MP4 Z 1.OG Schlafzimmer	0,039	0,032	0,059	51%	0,057	78%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
Messpunkt						
MP2 Z DG Schlafzimmer	20,1	20,0	22,7	2,6	22,4	2,4
MP3 Z 1.OG Kinderzimmer	18,1	18,4	21,3	3,2	21,1	2,8
MP4 Z 1.OG Schlafzimmer	19,9	19,7	23,0	3,0	22,6	2,9

Mit der Maßnahme besohlter Schwellen auf den Fernbahngleisen ergibt sich für **eine der untersuchten Stockwerksdecken eine Einhaltung der Anhaltswerte tags und nachts. zwei der drei untersuchten** Für **eine Stockwerksdecken** ergibt eine Einhaltung der Anhaltswerte tags und eine geringe Überschreitung **der Anhaltswerte nachts mit einer Erhöhung von 50% 44 %**. Für die dritte Stockwerksdecke ergibt sich eine deutliche Überschreitung der Anhaltswerte **tags und nachts mit einer Erhöhung von 13% 21 % tags und 38% 33 % nachts. Bei Anhaltswertüberschreitung beträgt Die Erhöhung beträgt zwischen 19% 38% 21 % und 49% 50% 44 %** und damit um **mehr als 25 % oder mehr** (Tabelle 29).

~~Im Vergleich ergeben sich in der überschläglichen Prognose größere Erhöhungen von 38 % tags und eine etwas geringere Erhöhung als auf der in den gebäudespezifischen Prognosen untersuchten ungünstigsten Stockwerksdecke mit 44 % nachts sowie deutlich höhere Immissionen mit Beurteilungs-Schwingstärken von $KB_{FT,r} = 0.192$ tags und $KB_{FT,r} = 0.183$ nachts.~~

In der überschläglichen Prognose ergeben sich im Vergleich für den Planfall ungünstigere Ergebnisse mit maximalen Beurteilungs-Schwingstärken von $KB_{FT,r} = 0,153$ tags und $KB_{FT,r} = 0,178$ nachts. Bei Anhaltswertüberschreitung beträgt die maximale Erhöhung ~~42 %~~ **51 %** tags und ~~48 %~~ **43 %** nachts.

Tabelle 29: Prognose Heestweg 10a, besohlte Schwellen beide Fernbahngleise

Heestweg 10a							
Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall mit Maßnahme besohlte Schwellen				
	Messpunkt	$KB_{FT,r}$ tags	$KB_{FT,r}$ nachts	$KB_{FT,r}$ tags	$\Delta KB_{FT,r}$ tags	$KB_{FT,r}$ nachts	$\Delta KB_{FT,r}$ nachts
MP2 Z DG Schlafzimmer		0.112	0.090	0.132	19%	0.118	31%
MP3 Z 1.OG Kinderzimmer		0.048	0.041	0.063	31%	0.059	43%
MP4 Z 1.OG Schlafzimmer		0.044	0.034	0.057	29%	0.051	49%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall mit Maßnahme besohlte Schwellen				
	Messpunkt	L_m tags	L_m nachts	L_m tags	ΔL_m tags	L_m nachts	ΔL_m nachts
MP2 Z DG Schlafzimmer		21.8	20.3	22.8	1.0	21.9	1.5
MP3 Z 1.OG Kinderzimmer		19.9	18.7	21.0	1.2	20.1	1.4
MP4 Z 1.OG Schlafzimmer		21.5	20.0	22.1	0.6	20.9	0.9

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwellen auf beiden Gleisen				
	Messpunkt	$KB_{FT,r}$ tags	$KB_{FT,r}$ nachts	$KB_{FT,r}$ tags	$\Delta KB_{FT,r}$ tags	$KB_{FT,r}$ nachts	$\Delta KB_{FT,r}$ nachts
MP2 Z DG Schlafzimmer		0,098	0,085	0,110	13%	0,117	38%
MP3 Z 1.OG Kinderzimmer		0,041	0,039	0,051	26%	0,058	50%
MP4 Z 1.OG Schlafzimmer		0,039	0,032	0,047	19%	0,050	57%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwellen auf beiden Gleisen				
	Messpunkt	L_m tags	L_m nachts	L_m tags	ΔL_m tags	L_m nachts	ΔL_m nachts
MP2 Z DG Schlafzimmer		20,1	20,0	21,5	1,3	22,2	2,1
MP3 Z 1.OG Kinderzimmer		18,1	18,4	19,7	1,6	20,4	2,0
MP4 Z 1.OG Schlafzimmer		19,9	19,7	20,9	1,0	21,2	1,5

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwelle auf beiden Gleisen			
	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
MP2 Z DG Schlafzimmer	0,098	0,085	0,119	21%	0,113	33%
MP3 Z 1.OG Kinderzimmer	0,041	0,039	0,055	35%	0,056	44%
MP4 Z 1.OG Schlafzimmer	0,039	0,032	0,050	28%	0,049	52%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwelle auf beiden Gleisen			
	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z DG Schlafzimmer	20,1	20,0	22,1	1,9	21,8	1,8
MP3 Z 1.OG Kinderzimmer	18,1	18,4	20,2	2,1	20,1	1,7
MP4 Z 1.OG Schlafzimmer	19,9	19,7	21,5	1,5	21,0	1,3

Mit der Maßnahme besohlter Schwellen auf dem nördlichen Fernbahngleis und einem Betonrog mit Schotteroberbau und Unterschottermatte auf dem südlichen Fernbahngleis ergibt sich ~~im Vergleich zum Prognose Nullfall für den Prognose Planfall~~ für zwei Stockwerksdecken eine Einhaltung der Anhaltswerte tags und nachts. ~~sowie~~ Für die dritte Stockwerksdecke ergibt sich bei Anhaltswertüberschreitung tags und nachts eine Veränderung tags um ~~-13 % -7 %~~ und nachts um ~~+5 % +1 %~~ und damit um weniger als ~~+25 %~~ ~~eine Verminderung um 9 % tags und keine Veränderung nachts, so dass Beurteilungskriterien eingehalten werden~~ (Tabelle 30).

~~Im Vergleich ergeben sich in der überschläglichen Prognose größere Erhöhungen von 7 % tags und 12 % nachts sowie höhere Immissionen mit Beurteilungs-Schwingstärken von KB_{FTr} = 0,149 tags und KB_{FTr} = 0,142 nachts.~~

In der überschläglichen Prognose ergeben sich im Vergleich für den Planfall ungünstigere Ergebnisse mit maximalen Beurteilungs-Schwingstärken von KB_{FTr} = ~~0,119~~ **0,127** tags und KB_{FTr} = ~~0,138~~ **0,134** nachts. Bei Anhaltswertüberschreitung beträgt die maximale Erhöhung ~~10 %~~ **17 %** tags und ~~15 %~~ **11 %** nachts.

Tabelle 30: Prognose Heestweg 10a, besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betonrog süd. Gleis

Heestweg 10a						
Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betonrog süd. Gleis			
	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
MP2 Z DG Schlafzimmer	0.112	0.090	0.101	-9%	0.090	0%
MP3 Z 1.OG Kinderzimmer	0.048	0.041	0.048	-1%	0.045	9%
MP4 Z 1.OG Schlafzimmer	0.044	0.034	0.044	0%	0.039	16%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betonrog süd. Gleis			
	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z DG Schlafzimmer	21.8	20.3	21.7	0.0	20.8	0.4
MP3 Z 1.OG Kinderzimmer	19.9	18.7	20.0	0.2	19.0	0.3
MP4 Z 1.OG Schlafzimmer	21.5	20.0	21.2	-0.3	19.9	-0.2

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betontrög südfl. Gleis			
	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
Messpunkt						
MP2 Z DG Schlafzimmer	0,098	0,085	0,085	-13%	0,090	5%
MP3 Z 1.OG Kinderzimmer	0,041	0,039	0,039	-4%	0,044	14%
MP4 Z 1.OG Schlafzimmer	0,039	0,032	0,036	-7%	0,039	22%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betontrög südfl. Gleis			
	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
Messpunkt						
MP2 Z DG Schlafzimmer	20,1	20,0	20,4	0,3	21,1	1,1
MP3 Z 1.OG Kinderzimmer	18,1	18,4	18,7	0,7	19,3	1,0
MP4 Z 1.OG Schlafzimmer	19,9	19,7	20,0	0,1	20,2	0,5

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betontrög südfl. Gleis			
	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
Messpunkt						
MP2 Z DG Schlafzimmer	0,098	0,085	0,091	-7%	0,087	1%
MP3 Z 1.OG Kinderzimmer	0,041	0,039	0,042	3%	0,043	10%
MP4 Z 1.OG Schlafzimmer	0,039	0,032	0,039	-1%	0,038	18%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betontrög südfl. Gleis			
	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
Messpunkt						
MP2 Z DG Schlafzimmer	20,1	20,0	21,0	0,9	20,8	0,7
MP3 Z 1.OG Kinderzimmer	18,1	18,4	19,2	1,2	19,1	0,7
MP4 Z 1.OG Schlafzimmer	19,9	19,7	20,6	0,6	20,0	0,3

Für den sekundären Luftschall ergibt sich ohne und mit Maßnahme sowie in der überschläglichen und gebäudespezifischen Prognose eine Einhaltung der Immissionsrichtwerte.

8.9. Messobjekt 06: Oldenfelder Straße 2

Das Wohngebäude und Messobjekt 06 Oldenfelder Straße 2 befindet sich nördlich der Bahnstrecke in einem Kerngebiet und ist gemäß DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“ Teil 2 „Einwirkung auf Menschen in Gebäuden“ in Tabelle 1 Zeile 3 mit den Anhaltswerten $A_{r, \text{tags}} = 0,10$ und nachts $A_{r, \text{nachts}} = 0,07$ einzuordnen.

Bei dem Gebäude handelt es sich um ein unterkellertes Einfamilienhaus mit einem Erdgeschoss und einem Dachgeschoss. Die Stockwerksdecken sind im Erdgeschoss aus Stahlbeton und im Dachgeschoss als Holzbalkenkonstruktion hergestellt. Der Abstand zur nächstgelegenen Gleisachse beträgt 15 m im Bestand (Nullfall) und 7 m im Planfall.

Die Prognose ergibt unter Berücksichtigung der gemessenen Übertragung der Erschütterungen vom Boden auf die Stockwerksdecken ohne Maßnahmen für alle Stockwerksdecken eine Verringerung der Immissionen zwischen **34 % 24 % 23 %** und **44 % 40 % 36 %**, so dass die teilweise Einhaltung und die **teilweise** Überschreitung der Anhaltswerte unerheblich ist (Tabelle 31). In dem betreffenden Streckenabschnitt sind dennoch Maßnahmen geplant, da sich für Wohngebäude südlich der Bahnstrecke ungünstigere Prognosen ergeben.

~~Im Vergleich ergeben sich in der überschläglichen Prognose vergleichbare Verringerungen von 38 % tags und 35 % nachts sowie bis auf einer der untersuchten Stockwerksdecken~~

~~höhere Immissionen mit Beurteilungs-Schwingstärken von $KB_{FTr-15\%} = 0.179$ tags und $KB_{FTr-15\%} = 0.146$ nachts.~~

In der überschläglichen Prognose ergeben sich im Vergleich für den Planfall ungünstigere Ergebnisse mit maximalen Beurteilungs-Schwingstärken von $KB_{FTr} = 0,167$ 0,179 tags und $KB_{FTr} = 0,161$ 0,157 nachts. Bei Anhaltswertüberschreitung beträgt die minimale Verringerung ~~31%~~ 27 % tags und ~~26%~~ 28 % nachts.

Tabelle 31: Prognose Oldenfelder Str. 2, ohne Maßnahme

Oldenfelder Str 2						
Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
Messpunkt						
MP2 Z EG Küche Feldmitte	0.152	0.131	0.093	-39%	0.083	-36%
MP3 Z EG Wohnzimmer Feldmitte	0.315	0.270	0.208	-34%	0.181	-33%
MP4 Z 1.OG Schlafzimmer Feldmitte	0.207	0.169	0.129	-38%	0.109	-36%
MP5 Z EG Küche 2 Feldmitte	0.104	0.085	0.058	-44%	0.052	-39%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
Messpunkt	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z EG Küche Feldmitte	25.3	24.1	23.3	-2.0	22.2	-1.9
MP3 Z EG Wohnzimmer Feldmitte	21.6	20.1	19.4	-2.2	18.0	-2.1
MP4 Z 1.OG Schlafzimmer Feldmitte	24.0	22.8	21.9	-2.1	20.8	-2.0
MP5 Z EG Küche 2 Feldmitte	24.0	22.6	21.8	-2.2	20.5	-2.1

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
Messpunkt						
MP2 Z EG Küche Feldmitte	0,127	0,125	0,087	-31%	0,092	-26%
MP3 Z EG Wohnzimmer Feldmitte	0,264	0,257	0,192	-27%	0,196	-24%
MP4 Z 1.OG Schlafzimmer Feldmitt	0,180	0,163	0,120	-33%	0,120	-27%
MP5 Z EG Küche 2 Feldmitte	0,091	0,082	0,055	-40%	0,057	-30%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
Messpunkt	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z EG Küche Feldmitte	23,5	23,8	22,2	-1,3	22,6	-1,3
MP3 Z EG Wohnzimmer Feldmitte	20,0	19,9	18,4	-1,6	18,5	-1,4
MP4 Z 1.OG Schlafzimmer Feldmitt	22,4	22,5	20,9	-1,5	21,2	-1,3
MP5 Z EG Küche 2 Feldmitte	22,5	22,4	20,7	-1,7	21,0	-1,4

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall				
	Messpunkt	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
MP2 Z EG Küche Feldmitte		0,127	0,125	0,092	-27%	0,090	-28%
MP3 Z EG Wohnzimmer Feldmitte		0,264	0,257	0,202	-23%	0,193	-25%
MP4 Z 1.OG Schlafzimmer Feldmitte		0,180	0,163	0,127	-30%	0,118	-28%
MP5 Z EG Küche 2 Feldmitte		0,091	0,082	0,058	-36%	0,056	-32%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall				
Messpunkt	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts	
MP2 Z EG Küche Feldmitte	23,5	23,8	22,7	-0,8	22,3	-1,5	
MP3 Z EG Wohnzimmer Feldmitte	20,0	19,9	18,9	-1,1	18,2	-1,7	
MP4 Z 1.OG Schlafzimmer Feldmitte	22,4	22,5	21,4	-1,0	20,9	-1,6	
MP5 Z EG Küche 2 Feldmitte	22,5	22,4	21,3	-1,2	20,7	-1,7	

Für das Messobjekt Oldenfelder Straße 2 wären aufgrund der Einhaltung der Beurteilungskriterien keine Maßnahmen erforderlich. Für andere Wohngebäude in diesem Bereich südlich der Bahnstrecke werden Maßnahmen erforderlich. Aus diesem Grund werden nachfolgend die Ergebnisse gebäudespezifischen Prognose mit unterschiedlichen Maßnahmen für das Messobjekt Oldenfelder Straße 2 angegeben.

Mit der Maßnahme besohlter Schwellen auf den Fernbahngleisen ergibt sich eine weitere Verringerung der Erschütterungsimmissionen (Tabelle 32).

~~Im Vergleich ergeben sich in der überschläglichen Prognose vergleichbare Verringerungen von 45 % tags und 43 % nachts sowie bis auf einer der untersuchten Stockwerksdecken höhere Immissionen mit Beurteilungs-Schwingstärken von $KB_{FTr-15\%} = 0,160$ tags und $KB_{FTr-15\%} = 0,129$ nachts.~~

In der überschläglichen Prognose ergeben sich im Vergleich für den Planfall ungünstigere Ergebnisse mit maximalen Beurteilungs-Schwingstärken von $KB_{FTr} = 0,152$ $0,162$ tags und $KB_{FTr} = 0,146$ $0,143$ nachts. Bei Anhaltswertüberschreitung beträgt die minimale Verringerung ~~37 %~~ **33 %** tags und ~~33 %~~ **34 %** nachts.

Tabelle 32: Prognose Oldenfelder Str. 2, besohlte Schwellen beide Fernbahngleise

Oldenfelder Str 2							
Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall mit Maßnahme besohlte Schwelle				
	Messpunkt	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
MP2 Z EG Küche Feldmitte		0.152	0.131	0.082	-46%	0.074	-44%
MP3 Z EG Wohnzimmer Feldmitte		0.315	0.270	0.180	-43%	0.155	-43%
MP4 Z 1.OG Schlafzimmer Feldmitte		0.207	0.169	0.113	-45%	0.094	-44%
MP5 Z EG Küche 2 Feldmitte		0.104	0.085	0.050	-52%	0.045	-48%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall mit Maßnahme besohlte Schwelle				
Messpunkt	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts	
MP2 Z EG Küche Feldmitte	25.3	24.1	22.5	-2.7	21.4	-2.7	
MP3 Z EG Wohnzimmer Feldmitte	21.6	20.1	18.4	-3.2	17.0	-3.2	
MP4 Z 1.OG Schlafzimmer Feldmitte	24.0	22.8	21.2	-2.9	20.0	-2.8	
MP5 Z EG Küche 2 Feldmitte	24.0	22.6	21.1	-3.0	19.8	-2.9	

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwelle auf beiden Gleisen			
Messpunkt	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
MP2 Z EG Küche Feldmitte	0,127	0,125	0,079	-37%	0,084	-33%
MP3 Z EG Wohnzimmer Feldmitte	0,264	0,257	0,172	-35%	0,173	-33%
MP4 Z 1.OG Schlafzimmer Feldmitt	0,180	0,163	0,111	-38%	0,111	-32%
MP5 Z EG Küche 2 Feldmitte	0,091	0,082	0,049	-46%	0,051	-38%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwelle auf beiden Gleisen			
Messpunkt	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z EG Küche Feldmitte	23,5	23,8	21,5	-2,0	21,9	-2,0
MP3 Z EG Wohnzimmer Feldmitte	20,0	19,9	17,5	-2,6	17,5	-2,4
MP4 Z 1.OG Schlafzimmer Feldmitt	22,4	22,5	20,0	-2,3	20,4	-2,1
MP5 Z EG Küche 2 Feldmitte	22,5	22,4	20,0	-2,4	20,3	-2,1

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwelle auf beiden Gleisen			
Messpunkt	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
MP2 Z EG Küche Feldmitte	0,127	0,125	0,083	-34%	0,082	-34%
MP3 Z EG Wohnzimmer Feldmitte	0,264	0,257	0,181	-32%	0,171	-33%
MP4 Z 1.OG Schlafzimmer Feldmitte	0,180	0,163	0,114	-37%	0,105	-35%
MP5 Z EG Küche 2 Feldmitte	0,091	0,082	0,051	-43%	0,050	-39%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwelle auf beiden Gleisen			
Messpunkt	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z EG Küche Feldmitte	23,5	23,8	22,0	-1,6	21,6	-2,2
MP3 Z EG Wohnzimmer Feldmitte	20,0	19,9	18,0	-2,1	17,3	-2,6
MP4 Z 1.OG Schlafzimmer Feldmitte	22,4	22,5	20,6	-1,7	20,2	-2,3
MP5 Z EG Küche 2 Feldmitte	22,5	22,4	20,6	-1,9	20,0	-2,4

Mit der Maßnahme besohlter Schwellen auf dem nördlichen Fernbahngleis und einem Be-
tontrog mit Schotteroberbau und Unterschottermatte auf dem südlichen Fernbahngleis
ergibt sich eine weitere Verringerung der Erschütterungsimmissionen (Tabelle 33).

~~Im Vergleich ergeben sich in der überschläglichen Prognose vergleichbare Verringerungen
von 53 % tags und 51 % nachts sowie bis auf einer der untersuchten Stockwerksdecken
höhere Immissionen mit Beurteilungs-Schwingstärken von bis zu KB_{FTr} = 0.131 tags und
KB_{FTr} = 0.112 nachts.~~

In der überschläglichen Prognose ergeben sich im Vergleich für den Planfall ungünstigere
Ergebnisse mit maximalen Beurteilungs-Schwingstärken von KB_{FTr} = 0,126 0,138 tags und
KB_{FTr} = 0,126 0,129 nachts. Bei Anhaltswertüberschreitung beträgt die minimale Verringe-
rung 45 % 40 % tags und 42 % 41 % nachts.

Tabelle 33: Prognose Oldenfelder Str. 2, besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betonrog südl. Gleis

Oldenfelder Str 2						
Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betonrog südl. Gleis			
	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
Messpunkt						
MP2 Z EG Küche Feldmitte	0.152	0.131	0.072	-53%	0.064	-51%
MP3 Z EG Wohnzimmer Feldmitte	0.315	0.270	0.158	-50%	0.133	-51%
MP4 Z 1.OG Schlafzimmer Feldmitte	0.207	0.169	0.098	-52%	0.081	-52%
MP5 Z EG Küche 2 Feldmitte	0.104	0.085	0.039	-62%	0.035	-59%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betonrog südl. Gleis			
	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
Messpunkt						
MP2 Z EG Küche Feldmitte	25.3	24.1	21.9	-3.4	20.7	-3.4
MP3 Z EG Wohnzimmer Feldmitte	21.6	20.1	17.6	-4.0	16.1	-4.1
MP4 Z 1.OG Schlafzimmer Feldmitte	24.0	22.8	20.4	-3.6	19.1	-3.6
MP5 Z EG Küche 2 Feldmitte	24.0	22.6	20.3	-3.7	18.9	-3.7

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betonrog südl. Gleis			
	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
Messpunkt						
MP2 Z EG Küche Feldmitte	0,127	0,125	0,072	-43%	0,075	-40%
MP3 Z EG Wohnzimmer Feldmitte	0,264	0,257	0,161	-39%	0,162	-37%
MP4 Z 1.OG Schlafzimmer Feldmitte	0,180	0,163	0,101	-44%	0,100	-39%
MP5 Z EG Küche 2 Feldmitte	0,091	0,082	0,041	-55%	0,043	-48%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betonrog südl. Gleis			
	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
Messpunkt						
MP2 Z EG Küche Feldmitte	23,5	23,8	20,9	-2,7	21,2	-2,7
MP3 Z EG Wohnzimmer Feldmitte	20,0	19,9	16,5	-3,5	16,6	-3,3
MP4 Z 1.OG Schlafzimmer Feldmitte	22,4	22,5	19,4	-3,0	19,6	-2,9
MP5 Z EG Küche 2 Feldmitte	22,5	22,4	19,4	-3,1	19,5	-2,9

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betonrog südl. Gleis			
	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
Messpunkt						
MP2 Z EG Küche Feldmitte	0,127	0,125	0,076	-40%	0,074	-41%
MP3 Z EG Wohnzimmer Feldmitte	0,264	0,257	0,164	-38%	0,154	-40%
MP4 Z 1.OG Schlafzimmer Feldmitte	0,180	0,163	0,102	-43%	0,094	-42%
MP5 Z EG Küche 2 Feldmitte	0,091	0,082	0,043	-53%	0,042	-49%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betonrog südl. Gleis			
	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
Messpunkt						
MP2 Z EG Küche Feldmitte	23,5	23,8	21,3	-2,2	21,0	-2,9
MP3 Z EG Wohnzimmer Feldmitte	20,0	19,9	17,2	-2,8	16,5	-3,4
MP4 Z 1.OG Schlafzimmer Feldmitte	22,4	22,5	20,0	-2,4	19,5	-3,1
MP5 Z EG Küche 2 Feldmitte	22,5	22,4	19,9	-2,6	19,3	-3,1

Für den sekundären Luftschall ergibt sich ohne und mit Maßnahme sowie in der überschläglichen und gebäudespezifischen Prognose eine Einhaltung der Immissionsrichtwerte.

8.10. Messobjekt 36: Güstrower Weg 13 Vorderhaus zur Straße

Unter der Anschrift Güstrower Weg 13 existieren zwei Wohngebäude, wobei es sich bei dem Messobjekt 36 um das Vorderhaus zur Straße handelt. Das Gebäude befindet sich südlich der Bahnstrecke in einem Gewerbegebiet und ist gemäß DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“ Teil 2 „Einwirkung auf Menschen in Gebäuden“ in Tabelle 1 Zeile 2 mit den Anhaltswerten $A_{r,tags} = 0,20$ 0,15 und nachts $A_{r,nachts} = 0,15$ 0,1 einzuordnen.

Bei dem Gebäude handelt es sich um ein Mehrfamilienhaus mit Gewerbenutzung im Erdgeschoss sowie Wohnnutzung im Obergeschoss und Dachgeschoss. Die Stockwerksdecken sind aus Stahlbeton hergestellt. Der Abstand zur nächstgelegenen Gleisachse beträgt 17 m im Bestand und 12 m im Planfall.

Die Prognose ergibt unter Berücksichtigung der gemessenen Übertragung der Erschütterungen vom Boden auf die Stockwerksdecken ohne Maßnahmen für die untersuchten Stockwerksdecken eine Einhaltung der Anhaltswerte und eine Erhöhung um weniger als 25 % (Tabelle 34).

~~Im Vergleich ergeben sich in der überschläglichen Prognose deutlich ungünstigere Ergebnisse mit einer größeren Erhöhung von 29 % tags und 36 % nachts sowie deutlich höhere Immissionen mit Beurteilungs-Schwingstärken von bis zu $KB_{FT,r} = 0,329$ tags und $KB_{FT,r} = 0,289$ nachts.~~

In der überschläglichen Prognose ergeben sich im Vergleich für den Planfall ungünstigere Ergebnisse mit maximalen Beurteilungs-Schwingstärken von $KB_{FT,r} = 0,287$ 0,311 tags und $KB_{FT,r} = 0,284$ 0,274 nachts. Bei Anhaltswertüberschreitung beträgt die maximale Erhöhung ~~28 %~~ 37 % tags und ~~40 %~~ 35 % nachts.

Tabelle 34: Prognose Güstrower Weg 13, Vorderhaus zur Str., ohne Maßnahmen

Güstrower Weg 13 Vorderes Haus						
Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
Messpunkt	$KB_{FT,r}$ tags	$KB_{FT,r}$ nachts	$KB_{FT,r}$ tags	$\Delta KB_{FT,r}$ tags	$KB_{FT,r}$ nachts	$\Delta KB_{FT,r}$ nachts
MP2 Z DG Schlafzimmer	0.077	0.064	0.085	10%	0.075	17%
MP3 Z 1.OG Wohnzimmer	0.086	0.072	0.095	11%	0.086	18%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
Messpunkt	L_m tags	L_m nachts	L_m tags	ΔL_m tags	L_m nachts	ΔL_m nachts
MP2 Z DG Schlafzimmer	22.0	20.3	22.2	0.2	20.8	0.6
MP3 Z 1.OG Wohnzimmer	21.2	19.7	21.7	0.5	20.4	0.7

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
Messpunkt						
MP2 Z DG Schlafzimmer	0,067	0,061	0,071	6%	0,075	22%
MP3 Z 1.OG Wohnzimmer	0,073	0,069	0,079	8%	0,085	23%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
Messpunkt	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z DG Schlafzimmer	20,7	20,1	21,1	0,4	21,3	1,2
MP3 Z 1.OG Wohnzimmer	19,7	19,4	20,5	0,7	20,8	1,3

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
Messpunkt						
MP2 Z DG Schlafzimmer	0,067	0,061	0,077	14%	0,072	18%
MP3 Z 1.OG Wohnzimmer	0,073	0,069	0,085	16%	0,082	18%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
Messpunkt	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z DG Schlafzimmer	20,7	20,1	21,7	1,0	20,9	0,9
MP3 Z 1.OG Wohnzimmer	19,7	19,4	21,0	1,3	20,5	1,0

Für das Messobjekt Güstrower Weg 13 Vorderhaus zur Straße wären aufgrund der Einhaltung der Beurteilungskriterien keine Maßnahmen erforderlich. Für andere Wohngebäude in diesem Bereich südlich der Bahnstrecke werden Maßnahmen **mit besohlenen Schwellen** erforderlich. Aus diesem Grund werden nachfolgend die Ergebnisse **der gebäudespezifischen Prognose mit unterschiedlichen Maßnahmen besohlenen Schwellen** für das Messobjekt Güstrower Weg 13 Vorderhaus zur Straße angegeben.

Mit der Maßnahme besohlter Schwellen auf den Fernbahngleisen ergeben sich zwischen Prognose Nullfall und Prognose Planfall bei Einhaltung der Anhaltswerte **praktisch keine geringe** Veränderungen (Tabelle 35).

~~Im Vergleich ergeben sich in der überschläglichen Prognose ungünstigere Ergebnisse mit einer größeren Erhöhung von 14 % tags und 20 % nachts sowie deutlich höhere Immissionen Beurteilungs-Schwingstärken von bis zu $KB_{FTr} = 0,291$ tags und $KB_{FTr} = 0,256$ nachts.~~

In der überschläglichen Prognose ergeben sich im Vergleich für den Planfall ungünstigere Ergebnisse mit maximalen Beurteilungs-Schwingstärken von $KB_{FTr} = 0,254$ 0,275 tags und $KB_{FTr} = 0,251$ 0,242 nachts. Bei Anhaltswertüberschreitung beträgt die maximale Erhöhung **12 % 20 %** tags und **24 % 20 %** nachts.

Tabelle 35: Prognose Güstrower Weg 13, Vorderhaus zur Str., besohlte Schwellen beide Fernbahngleise

Güstrower Weg 13 Vorderes Haus						
Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall mit Maßnahme besohlte Schwelle			
	KB _{FT,r} tags	KB _{FT,r} nachts	KB _{FT,r} tags	Δ KB _{FT,r} tags	KB _{FT,r} nachts	Δ KB _{FT,r} nachts
Messpunkt						
MP2 Z DG Schlafzimmer	0.077	0.064	0.073	-6%	0.065	1%
MP3 Z 1.OG Wohnzimmer	0.086	0.072	0.083	-3%	0.075	4%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall mit Maßnahme besohlte Schwelle			
	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
Messpunkt						
MP2 Z DG Schlafzimmer	22.0	20.3	21.0	-1.0	19.6	-0.7
MP3 Z 1.OG Wohnzimmer	21.2	19.7	20.4	-0.8	19.1	-0.6

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwelle auf beiden Gleisen			
	KB _{FT,r} tags	KB _{FT,r} nachts	KB _{FT,r} tags	Δ KB _{FT,r} tags	KB _{FT,r} nachts	Δ KB _{FT,r} nachts
Messpunkt						
MP2 Z DG Schlafzimmer	0,067	0,061	0,060	-10%	0,065	5%
MP3 Z 1.OG Wohnzimmer	0,073	0,069	0,069	-6%	0,074	8%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwelle auf beiden Gleisen			
	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
Messpunkt						
MP2 Z DG Schlafzimmer	20,7	20,1	19,9	-0,8	20,0	0,0
MP3 Z 1.OG Wohnzimmer	19,7	19,4	19,2	-0,5	19,5	0,0

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwelle auf beiden Gleisen			
	KB _{FT,r} tags	KB _{FT,r} nachts	KB _{FT,r} tags	Δ KB _{FT,r} tags	KB _{FT,r} nachts	Δ KB _{FT,r} nachts
Messpunkt						
MP2 Z DG Schlafzimmer	0,067	0,061	0,065	-3%	0,062	1%
MP3 Z 1.OG Wohnzimmer	0,073	0,069	0,074	1%	0,072	4%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwelle auf beiden Gleisen			
	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
Messpunkt						
MP2 Z DG Schlafzimmer	20,7	20,1	20,5	-0,2	19,7	-0,3
MP3 Z 1.OG Wohnzimmer	19,7	19,4	19,8	0,0	19,2	-0,3

Mit der Maßnahme besohlter Schwellen auf dem nördlichen Fernbahngleis und einem Betonrog mit Schotteroberbau und Unterschottermatte auf dem südlichen Fernbahngleis ergibt sich im Vergleich zum Prognose Nullfall für den Prognose Planfall eine Verringerung von 32 % tags und 26 % nachts (Tabelle 36).

Im Vergleich ergeben sich in der überschläglichen Prognose ungünstigere Ergebnisse mit einer geringeren Verringerung von 13 % tags und 8 % nachts sowie deutlich höhere Immissionen mit Beurteilungs-Schwingstärken von bis zu KB_{FT,r} = 0.210 tags und KB_{FT,r} = 0.196 nachts.

Tabelle 36: Prognose Güstrower Weg 13, Vorderhaus zur Str., besohlte Schwellen nördl. Gleise, Betonrog südl. Gleis

Güstrower Weg 13 Vorderes Haus						
Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betontrog südl. Gleis			
	Messpunkt	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts
MP2 Z DG Schlafzimmer	0.077	0.064	0.053	-32%	0.047	-26%
MP3 Z 1.OG Wohnzimmer	0.086	0.072	0.060	-31%	0.054	-26%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betontrog südl. Gleis			
	Messpunkt	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts
MP2 Z DG Schlafzimmer	22.0	20.3	20.0	-2.0	18.5	-1.8
MP3 Z 1.OG Wohnzimmer	21.2	19.7	19.3	-1.9	17.9	-1.8

Für den sekundären Luftschall ergibt sich ohne und mit Maßnahme sowie in der überschläglichen und gebäudespezifischen Prognose eine Einhaltung der Immissionsrichtwerte.

8.11. Messobjekt 37: Güstrower Weg 13 Hinterhaus zur Bahn

Unter der Anschrift Güstrower Weg 13 existieren zwei Wohngebäude, wobei es sich bei dem Messobjekt 37 um das Hinterhaus zur Bahn handelt. Das Gebäude befindet sich in einem Gewerbegebiet und ist gemäß DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“ Teil 2 „Einwirkung auf Menschen in Gebäuden“ in Tabelle 1 Zeile 2 einzuordnen.

Bei dem Gebäude handelt es sich um ein Einfamilienhaus mit Wohnnutzung im Erd- und Obergeschoss. Die Stockwerksdecken sind aus Stahlbeton hergestellt. Der Abstand zur nächstgelegenen Gleisachse beträgt 13 m im Bestand und 8 m im Planfall.

Die Prognose ergibt unter Berücksichtigung der gemessenen Übertragung der Erschütterungen vom Boden auf die Stockwerksdecken ohne Maßnahmen für die untersuchten Stockwerksdecken bei einer Überschreitung der Anhaltswerte eine Erhöhung um **mehr als 25 % oder mehr** auf **zwei einer zwei der** Stockwerksdecken tags und auf allen drei untersuchten Stockwerksdecken nachts (Tabelle 36).

~~Im Vergleich ergeben sich in der überschläglichen Prognose ungünstigere Ergebnisse mit einer größeren Erhöhung von 51 % tags und 59 % nachts sowie deutlich höhere Immissions-Beurteilungs-Schwingstärken von bis zu KB_{FTr} = 0.529 tags und KB_{FTr} = 0.476 nachts.~~

In der überschläglichen Prognose ergeben sich im Vergleich für den Planfall ungünstigere Ergebnisse mit maximalen Beurteilungs-Schwingstärken von KB_{FTr} = ~~0,461~~ **0,500** tags und KB_{FTr} = ~~0,467~~ **0,451** nachts. Bei Anhaltswertüberschreitung beträgt die maximale Erhöhung **49% 60 %** tags und **64% 58 %** nachts.

Tabelle 36: Prognose Güstrower Weg 13, Hinterhaus zur Bahn, ohne Maßnahmen

Güstrower Weg 13 Hinteres Haus						
Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
Messpunkt	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
MP2 Z OG Schlafzimmer	0.241	0.188	0.283	18%	0.236	25%
MP3 Z OG Gästezimmer	0.160	0.133	0.201	25%	0.174	31%
MP4 Z EG Wohnzimmer	0.163	0.142	0.214	31%	0.195	37%
Sekundärer Luftschall in dB(A)						
Messpunkt	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z OG Schlafzimmer	24.3	23.0	25.3	1.0	24.2	1.2
MP3 Z OG Gästezimmer	23.1	21.7	24.1	1.0	22.8	1.2
MP4 Z EG Wohnzimmer	25.1	24.0	26.2	1.1	25.2	1.2

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
Messpunkt	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
MP2 Z OG Schlafzimmer	0,217	0,182	0,239	10%	0,237	30%
MP3 Z OG Gästezimmer	0,139	0,127	0,164	18%	0,172	35%
MP4 Z EG Wohnzimmer	0,134	0,135	0,171	28%	0,191	41%
Sekundärer Luftschall in dB(A)						
Messpunkt	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z OG Schlafzimmer	22,7	22,7	23,8	1,1	24,4	1,7
MP3 Z OG Gästezimmer	21,5	21,5	22,6	1,1	23,1	1,6
MP4 Z EG Wohnzimmer	23,3	23,8	24,6	1,3	25,4	1,7

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
Messpunkt	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
MP2 Z OG Schlafzimmer	0,217	0,182	0,258	19%	0,228	25%
MP3 Z OG Gästezimmer	0,139	0,127	0,176	27%	0,166	30%
MP4 Z EG Wohnzimmer	0,134	0,135	0,183	37%	0,184	36%
Sekundärer Luftschall in dB(A)						
Messpunkt	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z OG Schlafzimmer	22,7	22,7	24,3	1,7	24,0	1,3
MP3 Z OG Gästezimmer	21,5	21,5	23,1	1,7	22,7	1,3
MP4 Z EG Wohnzimmer	23,3	23,8	25,2	1,8	25,1	1,3

Mit der Maßnahme besohlter Schwellen auf den Fernbahngleisen ergeben sich zwischen Prognose Nullfall und Prognose Planfall bei Überschreitung der Anhaltswerte für die eine drei Stockwerksdecken mit tags bis ~~16%~~ ~~-4%~~ ~~+20%~~ und nachts bis ~~22%~~ ~~+24%~~ ~~+20%~~ Erhöhungen von weniger als 25 % (Tabelle 37).

~~Im Vergleich ergeben sich in der überschläglichen Prognose ungünstigere Ergebnisse mit einer größeren Erhöhung von 33% tags und 41% nachts sowie höheren Immissionen mit Beurteilungs-Schwingstärken von bis zu KB_{FTr} = 0.468 tags und KB_{FTr} = 0.421 nachts.~~

In der überschläglichen Prognose ergeben sich im Vergleich für den Planfall ungünstigere Ergebnisse mit maximalen Beurteilungs-Schwingstärken von $KB_{FTr} = 0,408$ **0,442** tags und $KB_{FTr} = 0,413$ **0,398** nachts. Bei Anhaltswertüberschreitung beträgt die maximale Erhöhung **31%** **40%** tags und **45%** **40%** nachts.

Tabelle 37: Prognose Güstrower Weg 13, Hinterhaus zur Bahn, besohlte Schwellen beide Fernbahngleise

Güstrower Weg 13 Hinteres Haus						
Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall mit Maßnahme besohlte Schwellen			
Messpunkt	KB_{FTr} tags	KB_{FTr} nachts	KB_{FTr} tags	ΔKB_{FTr} tags	KB_{FTr} nachts	ΔKB_{FTr} nachts
MP2 Z OG Schlafzimmer	0.241	0.188	0.249	3%	0.207	10%
MP3 Z OG Gästezimmer	0.160	0.133	0.176	10%	0.152	15%
MP4 Z EG Wohnzimmer	0.163	0.142	0.189	16%	0.173	22%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall mit Maßnahme besohlte Schwellen			
Messpunkt	L_m tags	L_m nachts	L_m tags	ΔL_m tags	L_m nachts	ΔL_m nachts
MP2 Z OG Schlafzimmer	24.3	23.0	24.5	0.3	23.4	0.5
MP3 Z OG Gästezimmer	23.1	21.7	23.4	0.3	22.2	0.5
MP4 Z EG Wohnzimmer	25.1	24.0	25.6	0.5	24.6	0.7

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwellen auf beiden Gleisen			
Messpunkt	KB_{FTr} tags	KB_{FTr} nachts	KB_{FTr} tags	ΔKB_{FTr} tags	KB_{FTr} nachts	ΔKB_{FTr} nachts
MP2 Z OG Schlafzimmer	0,217	0,182	0,209	-4%	0,207	14%
MP3 Z OG Gästezimmer	0,139	0,127	0,142	2%	0,149	17%
MP4 Z EG Wohnzimmer	0,134	0,135	0,150	12%	0,168	24%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwellen auf beiden Gleisen			
Messpunkt	L_m tags	L_m nachts	L_m tags	ΔL_m tags	L_m nachts	ΔL_m nachts
MP2 Z OG Schlafzimmer	22,7	22,7	22,6	-0,1	23,3	0,6
MP3 Z OG Gästezimmer	21,5	21,5	21,8	0,3	22,4	0,9
MP4 Z EG Wohnzimmer	23,3	23,8	24,0	0,6	24,8	1,1

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwellen auf beiden Gleisen			
Messpunkt	KB_{FTr} tags	KB_{FTr} nachts	KB_{FTr} tags	ΔKB_{FTr} tags	KB_{FTr} nachts	ΔKB_{FTr} nachts
MP2 Z OG Schlafzimmer	0,217	0,182	0,225	4%	0,200	10%
MP3 Z OG Gästezimmer	0,139	0,127	0,153	10%	0,144	13%
MP4 Z EG Wohnzimmer	0,134	0,135	0,161	20%	0,162	20%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwellen auf beiden Gleisen			
Messpunkt	L_m tags	L_m nachts	L_m tags	ΔL_m tags	L_m nachts	ΔL_m nachts
MP2 Z OG Schlafzimmer	22,7	22,7	23,1	0,5	23,0	0,2
MP3 Z OG Gästezimmer	21,5	21,5	22,4	0,9	22,0	0,6
MP4 Z EG Wohnzimmer	23,3	23,8	24,5	1,2	24,5	0,7

Für das Messobjekt Güstrower Weg 13 Hinterhaus zur Bahn ~~wären sind~~ aufgrund der Einhaltung der Beurteilungskriterien mit der Maßnahme besohlter Schwellen auf den Fernbahngleisen darüber hinaus keine weiteren Maßnahmen erforderlich. ~~Für andere Wohngebäude in diesem Bereich südlich der Bahnstrecke werden Maßnahmen erforderlich. Aus~~

~~diesem Grund werden nachfolgend die Ergebnisse gebäudespezifischen Prognose mit unterschiedlichen Maßnahmen für das Messobjekt Güstrower Weg 13 Hinterhaus zur Bahn angegeben.~~

~~Mit der Maßnahme besohlter Schwellen auf dem nördlichen Fernbahngleis und einem Betonrog mit Schotteroberbau und Unterschottermatte auf dem südlichen Fernbahngleis ergibt sich im Vergleich zum Prognose Nullfall für den Prognose Planfall eine Verringerung zwischen 11 % und 23 % tags bzw. 7 % und 19 % nachts (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**)~~

~~Im Vergleich ergeben sich in der überschläglichen Prognose ungünstigere Ergebnisse mit einer geringeren Verringerung von 2 % tags und einer Erhöhung von 4 % nachts sowie höheren Immissionen mit Beurteilungs-Schwingstärken von bis zu $KB_{FT,r} = 0.333$ tags und $KB_{FT,r} = 0.311$ nachts.~~

Tabelle 39: Prognose Güstrower Weg 13, Hinterhaus zur Bahn, besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betonrog süd. Gleis

Güstrower Weg 13 Hinteres Haus						
Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betonrog süd. Gleis			
	$KB_{FT,r}$ tags	$KB_{FT,r}$ nachts	$KB_{FT,r}$ tags	$\Delta KB_{FT,r}$ tags	$KB_{FT,r}$ nachts	$\Delta KB_{FT,r}$ nachts
Messpunkt						
MP2 Z OG Schlafzimmer	0.241	0.188	0.184	-23%	0.152	-19%
MP3 Z OG Gästezimmer	0.160	0.133	0.132	-18%	0.111	-16%
MP4 Z EG Wohnzimmer	0.163	0.142	0.145	-11%	0.132	-7%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betonrog süd. Gleis			
	L_m tags	L_m nachts	L_m tags	ΔL_m tags	L_m nachts	ΔL_m nachts
Messpunkt						
MP2 Z OG Schlafzimmer	24.3	23.0	23.6	-0.7	22.4	-0.6
MP3 Z OG Gästezimmer	23.1	21.7	22.3	-0.8	21.0	-0.7
MP4 Z EG Wohnzimmer	25.1	24.0	24.6	-0.5	23.6	-0.3

Für den sekundären Luftschall ergibt sich ohne und mit Maßnahme sowie in der überschläglichen und gebäudespezifischen Prognose eine Einhaltung der Immissionsrichtwerte.

8.12. Messobjekt 09: Warnemünder Weg 29

Das Wohngebäude und Messobjekt 09 Warnemünder Weg 29 befindet sich südlich der Bahnstrecke in einem allgemeinen Wohngebiet und ist gemäß DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“ Teil 2 „Einwirkung auf Menschen in Gebäuden“ in Tabelle 1 Zeile 4 mit den Anhaltswerten $A_{r,tags} = 0,07$ und nachts $A_{r,nachts} = 0,05$ einzuordnen.

Bei dem Gebäude handelt es sich um ein teilunterkellertes Wohngebäude mit einem Erdgeschoss und einem 1. Ober- bzw. Dachgeschoss. Die Stockwerksdecken sind als Holzbalkenkonstruktion hergestellt. Der Abstand zur nächstgelegenen Gleisachse beträgt 21 m im Bestand (Nullfall) und 20 m im Planfall.

Die Prognose ergibt unter Berücksichtigung der gemessenen Übertragung der Erschütterungen vom Boden auf die Stockwerksdecken ohne Maßnahmen bei

Anhaltswertüberschreitung auf zwei ~~den~~ der fünf untersuchten Stockwerksdecken tags und drei nachts eine Verringerung um ~~5 % 8 % bis 21 % 15 % bzw. unveränderte Immissionen~~ (Tabelle 38).

~~Im Vergleich ergeben sich in der überschläglichen Prognose bei vergleichbaren Veränderungen bis auf zwei der fünf untersuchten Stockwerksdecken geringere Immissionen mit Beurteilungs-Schwingstärken von bis zu $KB_{FTTr} = 0.067$ tags und $KB_{FTTr} = 0.049$ nachts.~~

In der überschläglichen Prognose ergeben sich im Vergleich zu drei der fünf Stockwerksdecken für den Planfall günstigere Ergebnisse mit maximalen Beurteilungs-Schwingstärken von $KB_{FTTr} = 0,062$ $0,068$ tags und $KB_{FTTr} = 0,050$ $0,049$ nachts.

Tabelle 38: Prognose Warnemünder Weg 29, ohne Maßnahme

Warnemünder Weg						
Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
	Messpunkt	KB_{FTTr} tags	KB_{FTTr} nachts	KB_{FTTr} tags	ΔKB_{FTTr} tags	KB_{FTTr} nachts
MP2 Z EG Esszimmer rechts	0.090	0.070	0.075	-16%	0.063	-9%
MP3 Z EG Esszimmer links	0.037	0.031	0.036	-2%	0.031	0%
MP4 Z EG Wohnzimmer	0.043	0.033	0.036	-16%	0.030	-9%
MP5 Z 1.OG Büro	0.143	0.110	0.120	-16%	0.100	-10%
MP6 Z 1.OG Schlafzimmer	0.108	0.084	0.092	-15%	0.076	-9%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
Messpunkt	L_m tags	L_m nachts	L_m tags	ΔL_m tags	L_m nachts	ΔL_m nachts
MP2 Z EG Esszimmer rechts	21.3	20.1	20.9	-0.5	19.9	-0.2
MP3 Z EG Esszimmer links	19.6	18.4	19.1	-0.4	18.3	-0.1
MP4 Z EG Wohnzimmer	19.1	18.0	18.7	-0.4	17.8	-0.1
MP5 Z 1.OG Büro	21.3	20.1	20.8	-0.5	19.9	-0.2
MP6 Z 1.OG Schlafzimmer	17.8	16.8	17.4	-0.4	16.7	-0.1

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
	Messpunkt	KB_{FTTr} tags	KB_{FTTr} nachts	KB_{FTTr} tags	ΔKB_{FTTr} tags	KB_{FTTr} nachts
MP2 Z EG Esszimmer rechts	0,082	0,068	0,064	-22%	0,065	-5%
MP3 Z EG Esszimmer links	0,031	0,029	0,029	-5%	0,030	5%
MP4 Z EG Wohnzimmer	0,039	0,032	0,030	-22%	0,030	-6%
MP5 Z 1.OG Büro	0,131	0,108	0,104	-21%	0,102	-5%
MP6 Z 1.OG Schlafzimmer	0,098	0,081	0,080	-19%	0,077	-4%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
Messpunkt	L_m tags	L_m nachts	L_m tags	ΔL_m tags	L_m nachts	ΔL_m nachts
MP2 Z EG Esszimmer rechts	19,6	19,8	19,6	-0,1	20,2	0,4
MP3 Z EG Esszimmer links	17,8	18,1	17,8	0,0	18,5	0,4
MP4 Z EG Wohnzimmer	17,3	17,7	17,3	0,0	18,1	0,4
MP5 Z 1.OG Büro	19,5	19,8	19,4	-0,1	20,1	0,4
MP6 Z 1.OG Schlafzimmer	16,0	16,6	16,0	0,0	16,9	0,4

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall				
	Messpunkt	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
MP2 Z EG Esszimmer rechts		0,082	0,068	0,070	-15%	0,063	-8%
MP3 Z EG Esszimmer links		0,031	0,029	0,032	3%	0,030	2%
MP4 Z EG Wohnzimmer		0,039	0,032	0,033	-16%	0,029	-8%
MP5 Z 1.OG Büro		0,131	0,108	0,112	-15%	0,099	-8%
MP6 Z 1.OG Schlafzimmer		0,098	0,081	0,086	-12%	0,074	-8%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall				
Messpunkt	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts	
MP2 Z EG Esszimmer rechts	19,6	19,8	20,1	0,5	19,8	0,0	
MP3 Z EG Esszimmer links	17,8	18,1	18,3	0,6	18,1	0,0	
MP4 Z EG Wohnzimmer	17,3	17,7	17,9	0,5	17,7	0,0	
MP5 Z 1.OG Büro	19,5	19,8	20,0	0,5	19,7	-0,1	
MP6 Z 1.OG Schlafzimmer	16,0	16,6	16,5	0,6	16,5	0,0	

Für dieses Messobjekt ergibt sich eine Einhaltung der Beurteilungskriterien ohne Maßnahmen und in dem Streckenabschnitt werden keine Maßnahmen vorgeschlagen, so dass für dieses Messobjekt keine Maßnahmen betrachtet werden.

~~Mit der Maßnahme besohlter Schwellen auf den Fernbahngleisen ergibt sich zwischen Nullfall und Planfall eine Verminderung der Erschütterungseinwirkungen zwischen 21 % und 57 %, so dass eine Einhaltung der Kriterien vorliegt (Tabelle 41).~~

~~Im Vergleich ergeben sich in der überschläglichen Prognose keine Veränderungen zwischen Nullfall und Planfall sowie höhere Beurteilungs-Schwingstärken als auf zwei von fünf bzw. geringere Beurteilungs-Schwingstärken als auf drei von fünf untersuchten Stockwerksdecken von bis zu KB_{FTr} = 0.041 tags und KB_{FTr} = 0.039 nachts.~~

Tabelle 41: Prognose Warnemünder Weg 29, besohlte Schwellen beide Fernbahngleise

Warnemünder Weg							
Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall mit Maßnahme besohlte Schwelle				
	Messpunkt	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
MP2 Z EG Esszimmer rechts		0.090	0.070	0.066	-27%	0.055	-21%
MP3 Z EG Esszimmer links		0.037	0.031	0.027	-26%	0.024	-21%
MP4 Z EG Wohnzimmer		0.043	0.033	0.019	-55%	0.014	-57%
MP5 Z 1.OG Büro		0.143	0.110	0.102	-29%	0.085	-23%
MP6 Z 1.OG Schlafzimmer		0.108	0.084	0.078	-28%	0.065	-22%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall mit Maßnahme besohlte Schwelle				
Messpunkt	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts	
MP2 Z EG Esszimmer rechts	21.3	20.1	19.9	-1.4	19.0	-1.1	
MP3 Z EG Esszimmer links	19.6	18.4	17.6	-2.0	16.7	-1.7	
MP4 Z EG Wohnzimmer	19.1	18.0	17.4	-1.7	16.6	-1.4	
MP5 Z 1.OG Büro	21.3	20.1	18.9	-2.3	18.0	-2.1	
MP6 Z 1.OG Schlafzimmer	17.8	16.8	16.2	-1.6	15.5	-1.3	

Für den sekundären Luftschall ergibt sich eine Einhaltung der Immissionsrichtwerte.

8.13. Messobjekt 04: Glindkamp 46

Das Wohngebäude und Messobjekt 04 Glindkamp 46 befindet sich nördlich der Bahnstrecke in einem Gebiet ohne Gebietsausweisung und wird in Analogie zur schalltechnischen Untersuchung gemäß DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“ Teil 2 „Einwirkung auf Menschen in Gebäuden“ in Tabelle 1 Zeile 3 wie ein Misch- und Kerngebiet mit den Anhaltswerten $A_{r, \text{tags}} = 0,10$ und nachts $A_{r, \text{nachts}} = 0,07$ eingeordnet.

Bei dem Gebäude handelt es sich um ein unterkellertes Wohngebäude mit einem Erdgeschoss. Die Stockwerksdecken sind aus Stahlbeton hergestellt. Der Abstand zur nächstgelegenen Gleisachse beträgt 23 m im Bestand (Nullfall) und 11 m im Planfall.

Die Prognose ergibt unter Berücksichtigung der gemessenen Übertragung der Erschütterungen vom Boden auf die Stockwerksdecken ohne Maßnahmen auf drei zwei den der fünf untersuchten Stockwerksdecken eine Überschreitung der Anhaltswerte tags und nachts und eine Verringerung Veränderung der Immissionen zwischen -3% +3 % und +8% +14 % nachts (Tabelle 39).

~~Im Vergleich ergeben sich in der überschläglichen Prognose bei geringeren Verringerungen bis auf zwei der fünf untersuchten Stockwerksdecken höhere Immissionen mit Beurteilungsschwingstärken von bis zu $KB_{FTr} = 0,065$ tags und $KB_{FTr} = 0,048$ nachts.~~

In der überschläglichen Prognose ergeben sich im Vergleich zu zwei der fünf Stockwerksdecken für den Planfall günstigere Ergebnisse mit maximalen Beurteilungsschwingstärken von $KB_{FTr} = 0,060$ 0,064 tags und $KB_{FTr} = 0,050$ 0,049 nachts.

Tabelle 39: Prognose Glindkamp 46, ohne Maßnahme

Glindkamp 46						
Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
Messpunkt	KB_{FTr} tags	KB_{FTr} nachts	KB_{FTr} tags	ΔKB_{FTr} tags	KB_{FTr} nachts	ΔKB_{FTr} nachts
MP2 Z Arbeitszimmer Feldmitte	0.040	0.032	0.038	-5%	0.030	-6%
MP3 Z Wohnzimmer Feldmitte	0.119	0.090	0.117	-2%	0.084	-6%
MP4 Z Wohnzimmer Feldmitte	0.160	0.117	0.172	7%	0.115	-2%
MP5 Z Schlafzimmer Feldmitte	0.021	0.013	0.014	-35%	0.008	-40%
MP6 Z Küche Feldmitte	0.000	0.000	0.000	-	0.000	-
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
Messpunkt	L_m tags	L_m nachts	L_m tags	ΔL_m tags	L_m nachts	ΔL_m nachts
MP2 Z Arbeitszimmer Feldmitte	18.6	17.6	19.4	0.7	17.8	0.2
MP3 Z Wohnzimmer Feldmitte	18.6	17.5	19.6	1.0	17.8	0.3
MP4 Z Wohnzimmer Feldmitte	18.6	17.5	19.7	1.1	17.8	0.3
MP5 Z Schlafzimmer Feldmitte	19.4	17.7	20.5	1.1	18.0	0.3
MP6 Z Küche Feldmitte	16.6	15.2	17.5	0.9	15.4	0.2

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
	Messpunkt	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts
MP2 Z Arbeitszimmer Feldmitte	0,036	0,030	0,034	-5%	0,031	2%
MP3 Z Wohnzimmer Feldmitte	0,111	0,088	0,107	-3%	0,090	3%
MP4 Z Wohnzimmer Feldmitte	0,151	0,116	0,159	5%	0,125	8%
MP5 Z Schlafzimmer Feldmitte	0,022	0,014	0,015	-32%	0,012	-15%
MP6 Z Küche Feldmitte	0,000	0,000	0,005	-	0,005	-
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
Messpunkt	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z Arbeitszimmer Feldmitte	16,8	17,4	18,4	1,6	18,2	0,8
MP3 Z Wohnzimmer Feldmitte	16,7	17,2	18,6	1,9	18,2	1,0
MP4 Z Wohnzimmer Feldmitte	16,8	17,2	18,7	1,9	18,2	1,0
MP5 Z Schlafzimmer Feldmitte	18,0	17,5	19,7	1,7	18,6	1,1
MP6 Z Küche Feldmitte	15,0	14,9	16,6	1,6	15,9	0,9

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
	Messpunkt	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts
MP2 Z Arbeitszimmer Feldmitte	0,036	0,030	0,036	1%	0,031	4%
MP3 Z Wohnzimmer Feldmitte	0,111	0,088	0,114	3%	0,093	6%
MP4 Z Wohnzimmer Feldmitte	0,151	0,116	0,168	11%	0,132	14%
MP5 Z Schlafzimmer Feldmitte	0,022	0,014	0,016	-27%	0,012	-15%
MP6 Z Küche Feldmitte	0,000	0,000	0,005	-	0,005	-
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
Messpunkt	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z Arbeitszimmer Feldmitte	16,8	17,4	18,8	2,0	18,1	0,8
MP3 Z Wohnzimmer Feldmitte	16,7	17,2	19,1	2,3	18,2	1,0
MP4 Z Wohnzimmer Feldmitte	16,8	17,2	19,1	2,3	18,2	1,0
MP5 Z Schlafzimmer Feldmitte	18,0	17,5	20,2	2,1	18,7	1,2
MP6 Z Küche Feldmitte	15,0	14,9	17,0	2,0	15,9	1,0

Für dieses Messobjekt ergibt sich Einhaltung der Beurteilungskriterien ohne Maßnahmen und in dem Streckenabschnitt werden keine Maßnahmen vorgeschlagen, so dass für dieses Messobjekt keine Maßnahmen betrachtet werden.

~~Mit der Maßnahme besohlter Schwellen auf den Fernbahngleisen ergibt sich zwischen Nullfall und Planfall eine Veränderung der Erschütterungseinwirkungen zwischen +1 % und -100 % (Erschütterungen im Planfall unterhalb der Fühlschwelle), so dass eine Einhaltung der Kriterien vorliegt (Tabelle 43).~~

~~Im Vergleich ergeben sich in der überschläglichen Prognose keine Veränderungen zwischen Nullfall und Planfall sowie höhere Beurteilungs-Schwingstärken als auf drei von fünf bzw. geringere Beurteilungs-Schwingstärken als auf zwei von fünf untersuchten Stockwerksdecken von bis zu KB_{FTr} = 0.057 tags und KB_{FTr} = 0.039 nachts.~~

Tabelle 43: Prognose Glindkamp 46, besohlte Schwellen beide Fernbahngleise

Glindkamp 46						
Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall mit Maßnahme besohlte Schwelle			
	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
Messpunkt						
MP2 Z Arbeitszimmer Feldmitte	0.040	0.032	0.026	-35%	0.016	-48%
MP3 Z Wohnzimmer Feldmitte	0.119	0.090	0.109	-9%	0.076	-15%
MP4 Z Wohnzimmer Feldmitte	0.160	0.117	0.162	1%	0.106	-10%
MP5 Z Schlafzimmer Feldmitte	0.021	0.013	0.000	-100%	0.000	-100%
MP6 Z Küche Feldmitte	0.000	0.000	0.000	-	0.000	-
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall mit Maßnahme besohlte Schwelle			
Messpunkt	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z Arbeitszimmer Feldmitte	18.6	17.6	19.0	0.3	17.3	-0.3
MP3 Z Wohnzimmer Feldmitte	18.6	17.5	19.2	0.6	17.3	-0.2
MP4 Z Wohnzimmer Feldmitte	18.6	17.5	19.2	0.6	17.3	-0.2
MP5 Z Schlafzimmer Feldmitte	19.4	17.7	20.1	0.7	17.5	-0.3
MP6 Z Küche Feldmitte	16.6	15.2	17.0	0.5	14.8	-0.4

Für den sekundären Luftschall ergibt sich eine Einhaltung der Immissionsrichtwerte.

8.14. Messobjekt 35: Hagenweg 61

Das Wohngebäude und Messobjekt 35 Hagenweg 61 befindet sich südlich der Bahnstrecke in einem Gebiet ohne Gebietsausweisung und wird in Analogie zur schalltechnischen Untersuchung gemäß DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“ Teil 2 „Einwirkung auf Menschen in Gebäuden“ in Tabelle 1 Zeile 3 wie ein Misch- und Kerngebiet mit den Anhaltswerten $A_{r, \text{tags}} = 0,10$ und nachts $A_{r, \text{nachts}} = 0,07$ eingeordnet.

Bei dem Gebäude handelt es sich um ein nicht unterkellertes Wohngebäude mit einem Erdgeschoss. Die Stockwerksdecken sind als Holzbalkenkonstruktion hergestellt. Der Abstand zur nächstgelegenen Gleisachse beträgt 9 m im Bestand (Nullfall) und 9 m im Planfall.

Die Prognose ergibt unter Berücksichtigung der gemessenen Übertragung der Erschütterungen vom Boden auf die Stockwerksdecken ohne Maßnahmen auf den untersuchten Stockwerksdecken eine Einhaltung der Anhaltswerte und eine Verringerung der Immissionen zwischen 6% 10 % und 23% 17 % (Tabelle 40).

~~Im Vergleich ergeben sich in der überschläglichen Prognose ungünstigere Ergebnisse mit einer geringeren Verringerung von 7 % tags und 3 % nachts sowie deutlich höhere Immissionen mit Beurteilungs-Schwingstärken von bis zu $KB_{FTr} = 0.354$ tags und $KB_{FTr} = 0.337$ nachts.~~

In der überschläglichen Prognose ergeben sich im Vergleich für den Planfall ungünstigere Ergebnisse mit maximalen Beurteilungs-Schwingstärken von $KB_{FTr} = 0,282$ 0,300 tags und $KB_{FTr} = 0,327$ 0,315 nachts. Bei Anhaltswertüberschreitung beträgt die minimale Verringerung Veränderung 5% +1 % tags und 1% -4 % nachts. In der überschläglichen Prognose wurde der Abstand von der Gleisachse zu dem Gebäudeanbau verwendet. In der gebäudespezifischen Prognose liegt ein deutlich größerer Abstand zu dem Gebäudehauptteil mit den untersuchten Stockwerksdecken vor. Dieser Umstand und die gebäudespezifischen

Übertragungseigenschaften ergeben deutlich geringere Immissionen als in der überschläglichen Prognose.

Tabelle 40: Prognose Hagenweg 61, ohne Maßnahme

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
Messpunkt						
MP2 Z DG Arbeitszimmer Teppich	0.039	0.030	0.032	-18%	0.027	-12%
MP3 Z EG Sockel Heizung	0.039	0.031	0.031	-18%	0.027	-12%
MP4 Z EG unter Treppe	0.000	0.000	0.000	-	0.000	-
MP5 Z DG Nähzimmer Teppich	0.071	0.058	0.060	-16%	0.052	-10%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
Messpunkt	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z DG Arbeitszimmer Teppich	19.8	17.7	18.5	-1.4	16.8	-0.9
MP3 Z EG Sockel Heizung	18.6	16.4	17.1	-1.6	15.4	-1.0
MP4 Z EG unter Treppe	17.0	14.9	15.6	-1.4	14.0	-0.9
MP5 Z DG Nähzimmer Teppich	17.6	15.8	16.4	-1.2	15.0	-0.8

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
Messpunkt						
MP2 Z DG Arbeitszimmer Teppich	0,035	0,029	0,027	-22%	0,027	-8%
MP3 Z EG Sockel Heizung	0,034	0,030	0,027	-23%	0,027	-8%
MP4 Z EG unter Treppe	0,000	0,000	0,000	-	0,000	-
MP5 Z DG Nähzimmer Teppich	0,062	0,055	0,050	-19%	0,052	-6%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
Messpunkt	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z DG Arbeitszimmer Teppich	18,7	17,5	17,4	-1,3	17,2	-0,2
MP3 Z EG Sockel Heizung	17,5	16,2	16,0	-1,5	15,9	-0,3
MP4 Z EG unter Treppe	15,8	14,7	14,4	-1,3	14,5	-0,2
MP5 Z DG Nähzimmer Teppich	16,3	15,5	15,2	-1,1	15,4	-0,1

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
Messpunkt						
MP2 Z DG Arbeitszimmer Teppich	0,035	0,029	0,029	-16%	0,026	-12%
MP3 Z EG Sockel Heizung	0,034	0,030	0,029	-17%	0,026	-11%
MP4 Z EG unter Treppe	0,000	0,000	0,000	-	0,000	-
MP5 Z DG Nähzimmer Teppich	0,062	0,055	0,054	-13%	0,050	-10%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
Messpunkt	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z DG Arbeitszimmer Teppich	18,7	17,5	18,0	-0,7	16,8	-0,6
MP3 Z EG Sockel Heizung	17,5	16,2	16,6	-0,9	15,5	-0,7
MP4 Z EG unter Treppe	15,8	14,7	15,1	-0,7	14,1	-0,6
MP5 Z DG Nähzimmer Teppich	16,3	15,5	15,8	-0,5	15,0	-0,5

Für dieses Messobjekt ergibt sich Einhaltung der Beurteilungskriterien ohne Maßnahmen und in dem Streckenabschnitt werden keine Maßnahmen vorgeschlagen, so dass für dieses Messobjekt keine Maßnahmen betrachtet werden.

~~Mit der Maßnahme besohlter Schwellen auf den Fernbahngleisen ergibt sich zwischen Nullfall und Planfall eine Verminderung der Erschütterungseinwirkungen zwischen 23 % und 54 %, so dass eine Einhaltung der Kriterien vorliegt (Tabelle 45).~~

~~Im Vergleich ergeben sich in der überschläglichen Prognose mit -14 % bis -18 % geringere Verminderungen zwischen Nullfall und Planfall sowie deutlich höhere Beurteilungsschwingstärken als auf den vier untersuchten Stockwerksdecken von bis zu $KB_{FTr} = 0.313$ tags und $KB_{FTr} = 0.298$ nachts.~~

Tabelle 45: Prognose Hagenweg 61, besohlte Schwellen beide Fernbahngleise

Hagenweg 61						
Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall mit Maßnahme besohlte Schwelle			
Messpunkt	KB_{FTr} tags	KB_{FTr} nachts	KB_{FTr} tags	ΔKB_{FTr} tags	KB_{FTr} nachts	ΔKB_{FTr} nachts
MP2 Z DG Arbeitszimmer Teppich	0.039	0.030	0.019	-50%	0.014	-54%
MP3 Z EG Sockel Heizung	0.039	0.031	0.027	-29%	0.023	-23%
MP4 Z EG unter Treppe	0.000	0.000	0.000	-	0.000	-
MP5 Z DG Nähzimmer Teppich	0.071	0.058	0.049	-30%	0.043	-25%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall mit Maßnahme besohlte Schwelle			
Messpunkt	L_m tags	L_m nachts	L_m tags	ΔL_m tags	L_m nachts	ΔL_m nachts
MP2 Z DG Arbeitszimmer Teppich	19.8	17.7	17.4	-2.4	15.8	-1.9
MP3 Z EG Sockel Heizung	18.6	16.4	16.4	-2.2	14.8	-1.6
MP4 Z EG unter Treppe	17.0	14.9	14.8	-2.2	13.3	-1.6
MP5 Z DG Nähzimmer Teppich	17.6	15.8	15.6	-2.0	14.3	-1.5

Für den sekundären Luftschall ergibt sich eine Einhaltung der Immissionsrichtwerte.

8.15. Messobjekt 07: Poggenbrook 5

Das Wohngebäude und Messobjekt 7 Poggenbrook 5 befindet sich südlich der Bahnstrecke in einem Gebiet ohne Gebietsausweisung und wird in Analogie zur schalltechnischen Untersuchung gemäß DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“ Teil 2 „Einwirkung auf Menschen in Gebäuden“ in Tabelle 1 Zeile 3 wie ein Misch- und Kerngebiet mit den Anhaltswerten $A_{r,tags} = 0,10$ und nachts $A_{r,nachts} = 0,07$ eingeordnet.

Bei dem Gebäude handelt es sich um ein unterkellertes Wohngebäude mit einem Erdgeschoss und einem Dachgeschoss. Die Stockwerksdecken sind im Erdgeschoss als Steinkappendecke und im Dachgeschoss als Holzbalkenkonstruktion mit einem nachträglichen Stahlträger hergestellt. Der Abstand zur nächstgelegenen Gleisachse beträgt 10 m im Bestand (Nullfall) und 10 m im Planfall.

Die Prognose ergibt unter Berücksichtigung der gemessenen Übertragung der Erschütterungen vom Boden auf die Stockwerksdecken ohne Maßnahmen auf ~~den einer zwei der fünf~~ untersuchten Stockwerksdecken eine Überschreitung der Anhaltswerte tags und auf drei Stockwerksdecken eine Überschreitung der Anhaltswerte nachts und insgesamt keine Veränderung bzw. eine Verringerung Veränderung der Immissionen zwischen 37 % -26 % und 58 % +2 % (Tabelle 41).

~~Im Vergleich ergeben sich in der überschläglichen Prognose für die ungünstigsten Decken etwas ungünstigere Ergebnisse mit einer vergleichbaren Verringerung von 7 % tags und~~

~~3 % nachts sowie höhere Immissionen mit Beurteilungs-Schwingstärken von bis zu $KB_{FT,r} = 0.288$ tags und $KB_{FT,r} = 0.275$ nachts.~~

In der überschläglichen Prognose ergeben sich im Vergleich für den Planfall ungünstigere Ergebnisse mit maximalen Beurteilungs-Schwingstärken von $KB_{FT,r} = 0,230$ $0,245$ tags und $KB_{FT,r} = 0,267$ $0,257$ nachts. Bei Anhaltswertüberschreitung beträgt die ~~minimale Verringerung~~ Veränderung **5% +1 %** tags und **1% -4 %** nachts.

Tabelle 41: Prognose Poggenbrook 5, ohne Maßnahme

Poggenbrook 5						
Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
	KB _{FT,r} tags	KB _{FT,r} nachts	KB _{FT,r} tags	Δ KB _{FT,r} tags	KB _{FT,r} nachts	Δ KB _{FT,r} nachts
Messpunkt						
MP2 Z EG Bad Feldmitte	0.143	0.099	0.104	-27%	0.076	-23%
MP3 Z EG Wohnzimmer Feldmitte	0.057	0.045	0.047	-18%	0.040	-12%
MP4 Z EG Küche Feldmitte	0.073	0.060	0.062	-15%	0.055	-9%
MP5 Z 1.OG Schlafbereich	0.291	0.268	0.271	-7%	0.259	-3%
MP6 Z 1.OG Wohnbereich	0.114	0.089	0.092	-19%	0.077	-13%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
Messpunkt	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z EG Bad Feldmitte	25.1	22.9	23.6	-1.5	21.8	-1.0
MP3 Z EG Wohnzimmer Feldmitte	22.1	20.6	21.1	-1.0	20.0	-0.6
MP4 Z EG Küche Feldmitte	21.5	20.0	20.5	-1.0	19.4	-0.6
MP5 Z 1.OG Schlafbereich	19.0	17.8	18.2	-0.8	17.3	-0.5
MP6 Z 1.OG Wohnbereich	24.1	22.6	23.1	-1.0	22.0	-0.6

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betontrog süd. Gleis			
	KB _{FT,r} tags	KB _{FT,r} nachts	KB _{FT,r} tags	Δ KB _{FT,r} tags	KB _{FT,r} nachts	Δ KB _{FT,r} nachts
Messpunkt						
MP2 Z EG Bad Feldmitte	0,139	0,099	0,059	-58%	0,051	-48%
MP3 Z EG Wohnzimmer Feldmitte	0,050	0,044	0,030	-41%	0,032	-28%
MP4 Z EG Küche Feldmitte	0,063	0,058	0,026	-58%	0,027	-54%
MP5 Z 1.OG Schlafbereich	0,227	0,253	0,137	-40%	0,159	-37%
MP6 Z 1.OG Wohnbereich	0,103	0,086	0,049	-52%	0,050	-43%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall: Fernbahn mit Maßnahme besohlte Schwellen nördl. Gleis, Betontrog süd. Gleis			
Messpunkt	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z EG Bad Feldmitte	24,0	22,6	20,6	-3,3	20,3	-2,2
MP3 Z EG Wohnzimmer Feldmitte	20,6	20,3	18,3	-2,3	18,7	-1,6
MP4 Z EG Küche Feldmitte	20,0	19,7	17,0	-2,9	17,5	-2,2
MP5 Z 1.OG Schlafbereich	17,3	17,5	14,7	-2,6	15,4	-2,1
MP6 Z 1.OG Wohnbereich	22,5	22,3	20,1	-2,4	20,5	-1,8

Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
MP2 Z EG Bad Feldmitte	0,139	0,099	0,103	-26%	0,080	-20%
MP3 Z EG Wohnzimmer Feldmitte	0,050	0,044	0,042	-17%	0,039	-11%
MP4 Z EG Küche Feldmitte	0,063	0,058	0,056	-12%	0,053	-9%
MP5 Z 1.OG Schlafbereich	0,227	0,253	0,230	2%	0,242	-4%
MP6 Z 1.OG Wohnbereich	0,103	0,086	0,085	-18%	0,076	-12%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall			
Messpunkt	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z EG Bad Feldmitte	24,0	22,6	23,2	-0,8	21,8	-0,7
MP3 Z EG Wohnzimmer Feldmitte	20,6	20,3	20,4	-0,2	19,9	-0,4
MP4 Z EG Küche Feldmitte	20,0	19,7	19,8	-0,1	19,3	-0,4
MP5 Z 1.OG Schlafbereich	17,3	17,5	17,4	0,1	17,2	-0,3
MP6 Z 1.OG Wohnbereich	22,5	22,3	22,4	-0,2	21,8	-0,5

Für dieses Messobjekt ergibt sich Einhaltung der Beurteilungskriterien ohne Maßnahmen und in dem Streckenabschnitt werden keine Maßnahmen vorgeschlagen, so dass für dieses Messobjekt keine Maßnahmen betrachtet werden.

~~Mit der Maßnahme besohlter Schwellen auf den Fernbahngleisen ergibt sich zwischen Nullfall und Planfall eine Verminderung der Erschütterungseinwirkungen zwischen 21 % und 37 %, so dass eine Einhaltung der Kriterien vorliegt (Tabelle 47).~~

~~Im Vergleich ergeben sich in der überschläglichen Prognose mit -14 % bis -18 % geringere Verminderungen zwischen Nullfall und Planfall sowie mit KB_{FTr} = 0.255 tags und KB_{FTr} = 0.243 nachts deutlich höhere Beurteilungs-Schwingstärken als auf den fünf untersuchten Stockwerksdecken.~~

Tabelle 47: Prognose Poggenbrook 5, besohlte Schwellen beide Fernbahngleise

Poggenbrook 5						
Erschütterungen	Prognose Nullfall		Prognose Planfall mit Maßnahme besohlte Schwelle			
	KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	KB _{FTr} tags	Δ KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	Δ KB _{FTr} nachts
MP2 Z EG Bad Feldmitte	0.143	0.099	0.090	-37%	0.065	-34%
MP3 Z EG Wohnzimmer Feldmitte	0.057	0.045	0.036	-37%	0.032	-30%
MP4 Z EG Küche Feldmitte	0.073	0.060	0.053	-27%	0.048	-21%
MP5 Z 1.OG Schlafbereich	0.291	0.268	0.217	-26%	0.207	-23%
MP6 Z 1.OG Wohnbereich	0.114	0.089	0.080	-30%	0.067	-25%
Sekundärer Luftschall in dB(A)	Prognose Nullfall		Prognose Planfall mit Maßnahme besohlte Schwelle			
Messpunkt	L _m tags	L _m nachts	L _m tags	Δ L _m tags	L _m nachts	Δ L _m nachts
MP2 Z EG Bad Feldmitte	25.1	22.9	22.8	-2.3	21.0	-1.8
MP3 Z EG Wohnzimmer Feldmitte	22.1	20.6	19.5	-2.6	18.4	-2.2
MP4 Z EG Küche Feldmitte	21.5	20.0	19.5	-2.0	18.4	-1.6
MP5 Z 1.OG Schlafbereich	19.0	17.8	17.2	-1.8	16.4	-1.4
MP6 Z 1.OG Wohnbereich	24.1	22.6	22.5	-1.6	21.4	-1.2

Für den sekundären Luftschall ergibt sich eine Einhaltung der Immissionsrichtwerte.

9. Maßnahmen zum Erschütterungsschutz

Zur Empfehlung von Maßnahmen zum Erschütterungsschutz wird die Lösung von Konfliktfällen mit einer Einhaltung der Beurteilungskriterien unter Berücksichtigung der Kosten betrachtet. Die Kosten ergeben sich aus der zur Einhaltung der Beurteilungskriterien erforderlichen Art und der Länge der Maßnahme.

~~Die Ergebnisse der Prognose werden nachfolgend entlang des geplanten Vorhabens für die Einhaltung der Beurteilungskriterien i.S. der Lösung von Konfliktfällen erforderlichen Maßnahmen mit der dafür erforderlichen Länge und Kosten betrachtet sowie Empfehlungen zur Umsetzung der Maßnahmen gegeben.~~

Ansprüche auf Erschütterungsschutzmaßnahmen beurteilen sich nach § 74 Abs. 2 Satz 2 Verwaltungsverfahrensgesetz (VwVfG). Schutzvorkehrungen sind gemäß § 74 Abs. 2 Satz 2 VwVfG anzuordnen, wenn dies zur Vermeidung nachteiliger Wirkungen auf Rechte anderer erforderlich ist. Sind solche Vorkehrungen oder Anlagen unverhältnismäßig, so besteht ein Entschädigungsanspruch.

Zur Erläuterung der empfohlenen Maßnahmen sind Karten mit einer Einhaltung oder einer Überschreitung der Beurteilungskriterien ohne/mit Maßnahmen dargestellt. In den nachfolgenden Karten gilt die Legende aus Abbildung 6. Zur Festlegung der Länge der Maßnahmen an der Bahnstrecke gelten die Randbedingungen aus Abbildung 5.

Die georeferenzierten Flächen der Wohngebäude und die zugeordneten Schutzeinheiten wurden aktualisiert und entsprechen der schalltechnischen Untersuchung. Die Kosten der Maßnahmen wurden bezogen auf die Schutzeinheiten ermittelt, wobei die gelösten Konflikt- bzw. Schutzfälle getrennt für tags und nachts betrachtet wurden.

9.1. Bereich 0: Gustav-Adolf-Straße

In Abbildung 7 werden die Ergebnisse der Prognose ohne Maßnahmen im Bereich 0 Gustav-Adolph-Straße unmittelbar an der Grenze zum PFA 1 angegeben. Das Gebäude Gustav-Adolph-Straße 90 befindet sich südlich der Bahnstrecke in einem Gewerbegebiet und gemäß DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“ Teil 2 „Einwirkung auf Menschen in Gebäuden“ in Tabelle 1 Zeile 2 mit den Anhaltswerten $A_{r,tags} = 0,15$ und nachts $A_{r,nachts} = 0,1$ einzuordnen. Es handelt sich um ein Gebäude mit Gewerbe und Wohnnutzung mit 14 Schutzeinheiten tags und nachts.

Für das Wohngebäude Gustav-Adolph-Straße ergibt sich im Prognoseplanfall ohne Maßnahmen mit $KB_{FT,r,tags} = 0,215$ und $KB_{FT,r,nachts} = 0,207$ eine Überschreitung der Anhaltswerte $A_{r,tags} = 0,15$ und $A_{r,tags} = 0,1$. Die Erhöhung vom Prognosenußfall auf den Prognoseplanfall beträgt tags 30 % und nachts 18 %. Aufgrund der Überschreitungen der Anhaltswerte und der Erhöhung von 25 % oder mehr vom Prognosenußfall auf den Prognoseplanfall tags werden die Beurteilungskriterien überschritten und Maßnahmen betrachtet.

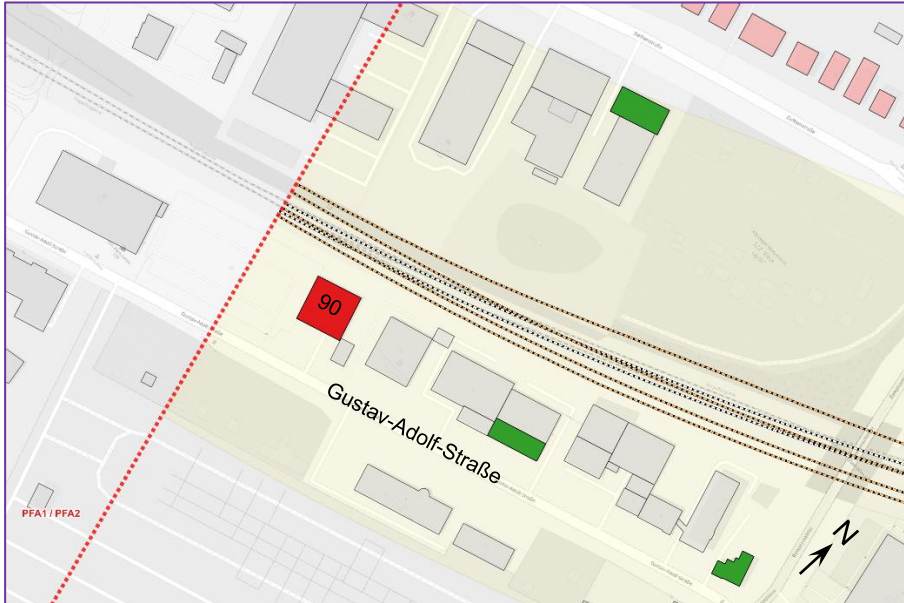


Abbildung 7: Abschnitt Gustav-Adolph-Straße, ohne Maßnahmen

In Abbildung 8 sind die Ergebnisse der Prognose mit der Maßnahme Schwellenbesohlung auf den Fernbahngleisen angegeben. Für das Wohngebäude Gustav-Adolph-Straße ergibt sich im Prognoseplanfall mit der Maßnahme besohlter Schwellen auf den Fernbahngleisen mit $KB_{FT,r,tags} = 0,173$ und $KB_{FT,r,nachts} = 0,184$ eine Überschreitung der Anhaltswerte $A_{r,tags} = 0,15$ und $A_{r,tags} = 0,1$. Die Erhöhung vom Prognoseplanfall auf den Prognoseplanfall beträgt tags 15 % und nachts 5 %. Aufgrund der Erhöhung von weniger als 25 % vom Prognoseplanfall auf den Prognoseplanfall werden die Beurteilungskriterien eingehalten.



Abbildung 8: Abschnitt Gustav-Adolph-Straße, mit Schwellenbesohlung auf den Fernbahngleisen

In dem Bereich 0 Gustav-Adolph-Straße wird als Maßnahme der Einsatz besohlter Schwellen auf beiden Fernbahngleisen, wie in Abbildung 8 dargestellt, vorgeschlagen.

Die Kosten für die Maßnahmen sind in Tabelle 42 pro gelösten Konfliktfall je Schutzeinheit angegeben und die empfohlenen Maßnahmen grau hinterlegt. Für die Maßnahmen von

besohnten Schwellen auf beiden Fernbahngleisen ergeben sich Kosten von 1.157 € pro gelösten Konfliktfall je Schutzeinheit. Es wird davon ausgegangen, dass die Maßnahme von besohnten Schwellen auf beiden Fernbahngleisen als verhältnismäßig zu bewerten ist.

Tabelle 42: Kosten Maßnahmen Bereich 0 Gustav-Adolph-Straße 90

Bereich 0: Gustav-Adolph-Straße					
	Gebäude	Schutzeinheiten tags	Schutzeinheiten nachts	Kosten	
				Summe	pro gelöster Konfliktfall je Schutzeinheit
Anzahl	1	14	14		
Länge in m	90				
ohne Maßnahme					
Anzahl nicht eingehalten	0	14	0	0 €	
Empfohlen Maßnahme 1:					
Besohlte Schwellen (mittelhart) auf beiden Fernbahngleisen					
Anzahl nicht eingehalten	0	0	0	16.200 €	
Verbesserung zu ohne Maßnahme	0	14	0	16.200 €	1.157 €

9.2. Bereich 1: Tonndorfer Hauptstraße

Der Bereich 1 Tonndorfer Hauptstraße zwischen Tonndorfer Hauptstraße 45 bis Sonnenweg 5 befindet sich südlich der Bahnstrecke in einem in einem Kerngebiet und ist gemäß DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“ Teil 2 „Einwirkung auf Menschen in Gebäuden“ in Tabelle 1 Zeile 3 mit den Anhaltswerten $A_{r, \text{tags}} = 0,1$ und nachts $A_{r, \text{nachts}} = 0,07$ einzuordnen.

In Abbildung 9 werden die Ergebnisse der Prognose ohne Maßnahmen im Bereich 1 Tonndorfer Hauptstraße zwischen Tonndorfer Hauptstraße 45 bis Sonnenweg 5 angegeben. Bei dem Gebäuden Tonndorfer Hauptstraße 45 und 59 handelt es sich um Seniorenwohnanlagen. Es ergeben sich in diesem Bereich Wohngebäude mit Überschreitungen der Anhaltswerte und Erhöhungen von 25 % oder mehr im Planfall, so dass Maßnahmen betrachtet werden.

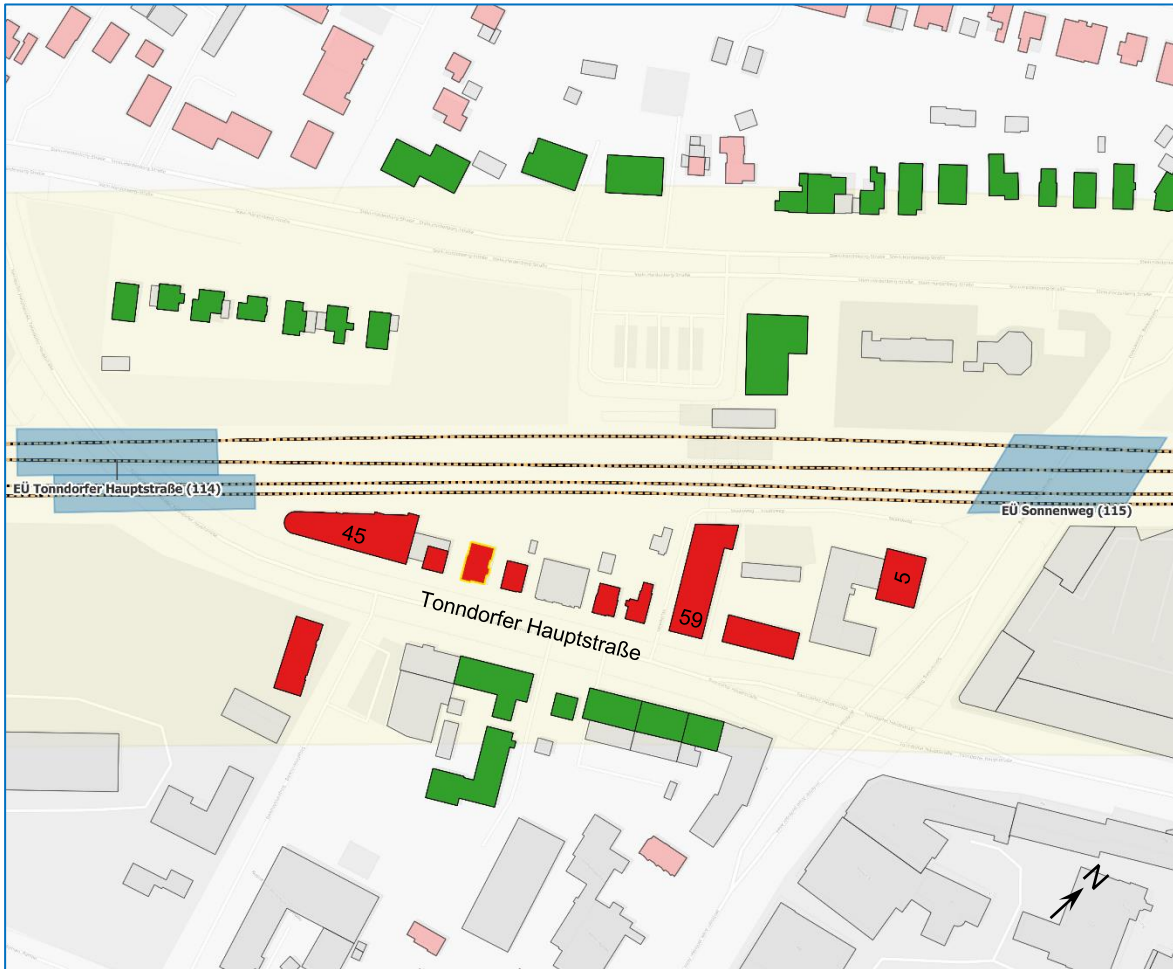


Abbildung 9: Abschnitt Tonndorfer Hauptstraße, ohne Maßnahmen

In Abbildung 10 sind die Ergebnisse der Prognose mit der Maßnahme Schwellenbesohlung auf den Fernbahngleisen angegeben.



Abbildung 10: Tonndorfer Hauptstraße, mit Schwellenbesohlung auf den Fernbahngleisen

In Abbildung 11 sind die Ergebnisse der Prognose mit den Maßnahmen Schwellenbesohlung auf dem nördlichen sowie Betontrug mit Schotteroberbau und Unterschottermatte auf dem südlichen Fernbahngleis angegeben.

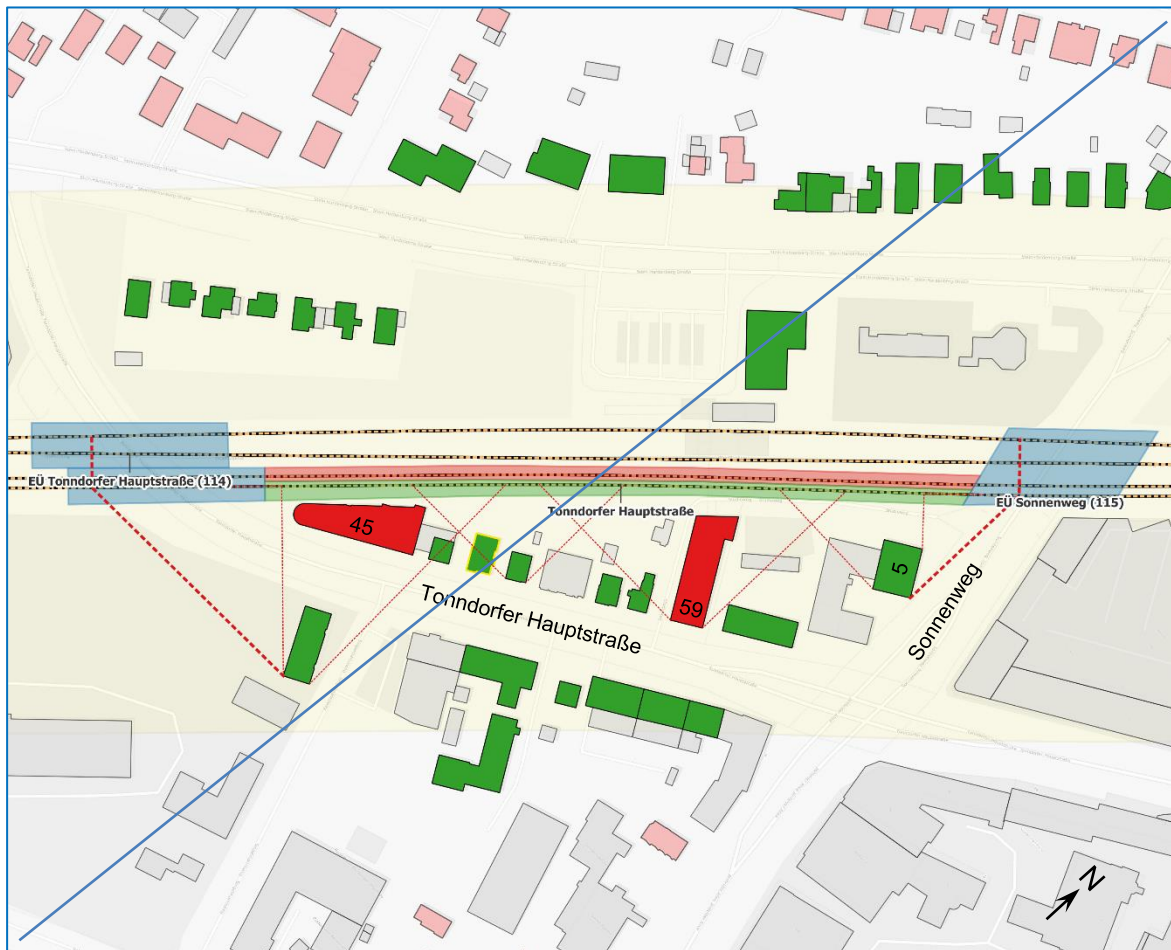




Abbildung 11: Tonndorfer Hauptstraße, mit Schwellenbesohlung nördl. u. Betontrög süd. Fernbahngleis

Für die Wohngebäude Tonndorfer Hauptstraße 45, 47, 49 und 59 sowie Sonnenweg 5 ergibt sich mit Maßnahmen von besohnten Schwellen auf dem nördlichen Fernbahngleis und einem Betontrög mit Schotteroberbau und Unterschottermatte auf dem südlichen Fernbahngleis weiterhin eine deutliche Überschreitung der Anhaltswerte $A_{r,tags} = 0,10$ und $A_{r,nachts} = 0,07$ für die Wohngebäude

- Tonndorfer Hauptstraße 45 $KB_{FTr,tags} = 0,320$ $0,342$ (+72 %) und $KB_{FTr,nachts} = 0,380$ $0,367$ (+58 %),
- Tonndorfer Hauptstraße 47 $KB_{FTr,tags} = 0,148$ (+28 %) und $KB_{FTr,nachts} = 0,160$ (+17 %),
- Tonndorfer Hauptstraße 49 $KB_{FTr,tags} = 0,159$ (+28 %) und $KB_{FTr,nachts} = 0,171$ (+17 %),
- Tonndorfer Hauptstraße 59 $KB_{FTr,tags} = 0,223$ $0,239$ (+44 %) und $KB_{FTr,nachts} = 0,265$ $0,256$ (+32 %),
- Sonnenweg 5 $KB_{FTr,tags} = 0,159$ (+33 %) und $KB_{FTr,nachts} = 0,171$ (+21 %).

~~In den Prognosen F für die Tonndorfer Hauptstraße 45 noch eine beträgt die Erhöhung der Erschütterungsimmissionen zwischen der plangegebenen Situation (Nullfall) und der Umsetzung des Vorhabens (Planfall) von 54 % 61 % tags und 59 % 63 % nachts sowie für die Tonndorfer Hauptstraße 59 von 29 % 35 % tags und 32 % 37 % nachts. Diese Ergebnisse sind in Abbildung 11 dargestellt.~~

In Abbildung 12 sind die Ergebnisse der Prognose mit den Maßnahmen **Schwellenbeschulung auf dem nördlichen sowie Betontrug mit Schotteroberbau und Unterschottermatte abschnittsweise auf dem nördlichen und durchgehend auf dem südlichen auf beiden Fernbahngleisen** angegeben.

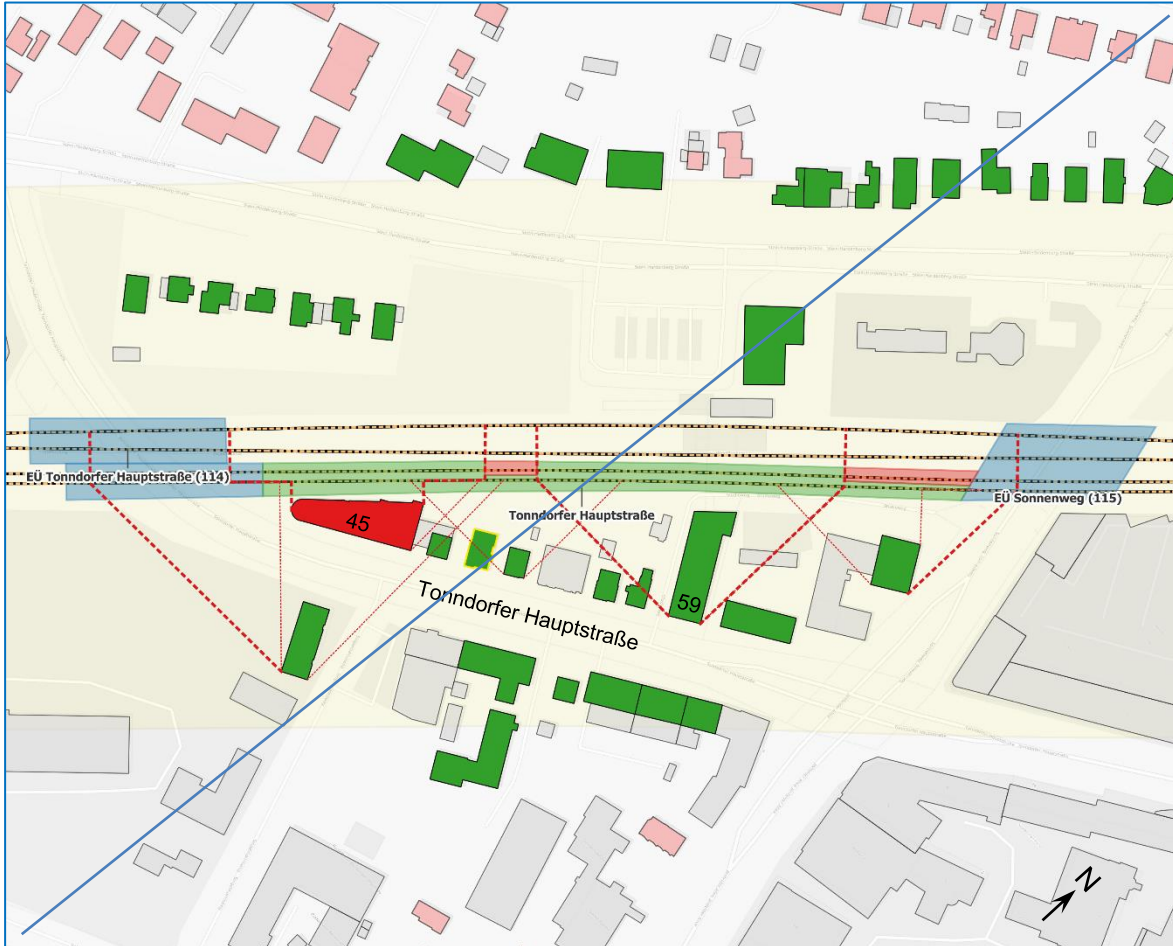




Abbildung 12: Tonndorfer Hauptstraße, mit Schwellenbesohlung u. abschnittsweise Betontrög auf beiden Fernbahngleisen

In dem Bereich 1 Tonndorfer Hauptstraße zwischen Tonndorfer Hauptstraße 45 bis und Sonnenweg 5 werden als Maßnahmen Schwellenbesohlung auf dem nördlichen Fernbahngleis sowie ein Betontrög mit Schotteroberbau und Unterschottermatte auf dem südlichen bzw. abschnittsweise auf beiden Fernbahngleisen vorgeschlagen. Dieser Vorschlag ist in Abbildung 12 dargestellt.

Mit der aufwendigsten Maßnahme eines Betontrögs mit Schotteroberbau und Unterschottermatte auf beiden Fernbahngleisen ergibt sich weiterhin eine Überschreitung der Anhaltswerte $A_{r,tags} = 0,10$ und $A_{r,nachts} = 0,07$ für die das Wohngebäude

- Tonndorfer Hauptstraße 45 $KB_{FT,r,tags} = 0,262$ $0,279$ (+41 %) und $KB_{FT,r,nachts} = 0,311$ $0,299$ (+29 %) sowie
- Tonndorfer Hauptstraße 59 $KB_{FT,r,tags} = 0,179$ und $KB_{FT,r,nachts} = 0,212$.

ist fFür die Tonndorfer Hauptstraße 45 ist ergibt sich eine Erhöhung geringfügig oberhalb von 25 % mit 26 % 32 % 41 % tags und 29 % 34 % 29 % nachts sowie für die Tonndorfer Hauptstraße 59 eine Erhöhung deutlich unterhalb von 25 % mit 8 % tags und 9 % nachts. Damit ist tagsüber und nachts eine Überschreitung der Beurteilungskriterien zu erwarten.

Die Kosten für die Maßnahmen wurden pro gelösten Konfliktfall je Schutzeinheit ermittelt, in Tabelle 43 angegeben und die empfohlenen Maßnahmen grau hinterlegt.

Für die Maßnahmen von besohlenen Schwellen auf dem nördlichen Fernbahngleis und einem Betontrög mit Schotteroberbau und Unterschottermatte auf dem südlichen Fernbahngleis ergeben sich Kosten von ~~6235 €~~ ~~3.668 €~~ 5.584 € pro gelösten Konfliktfall je Schutzeinheit.

Für die ergänzenden ~~Teilabschnitte eines~~ Betontrogs mit Schotteroberbau und Unterschottermatte auf dem nördlichen Fernbahngleis ergeben sich aufgrund der hohen Anzahl von Schutzeinheiten in den ~~m~~ betreffenden Wohngebäuden Tonndorfer Hauptstraße 47, 49, 59 und Sonnenweg 5 ~~mit 31 Schutzeinheiten~~ zusätzliche Kosten von ~~5657 € 3.903 € 3.319 €~~ pro ~~zusätzlich~~ gelösten Konfliktfall je Schutzeinheit. Es wird davon ausgegangen, dass die Maßnahme eines Betontrogs mit Schotteroberbau und Unterschottermatte auf beiden Fernbahngleisen als verhältnismäßig zu bewerten ist.

~~Als ungelöster Konfliktfall würde auch unter der Maßnahme eines Betontrogs mit Schotteroberbau und Unterschottermatte auf beiden Fernbahngleisen das Wohngebäude Hauptstraße 45 bei der o.g. Anhaltswertüberschreitung mit einer Erhöhung geringfügig oberhalb von 25 % mit 26 % 32 % tags und 29 % 34 % nachts verbleiben.~~ Es wurden in dem Wohngebäude Tonndorfer Hauptstraße 45 mit der Nutzung als Seniorenwohnanlage keine Schwingungsmessungen auf Stockwerksdecken im Gebäude gestattet. Die im Gelände gemessenen Emissionen sind für die Prognose im 100 m Korridor zwischen der Tonndorfer Hauptstraße 45 und Sonnenweg 5 eingesetzt worden.

~~Aufgrund des hohen Aufwands für einen Betontrog mit Schotteroberbau und Unterschottermatte auf beiden Fernbahngleisen wird empfohlen, ggf. über die Genehmigungsbehörde, das Eisenbahnbundesamt, Schwingungsmessungen in der Tonndorfer Hauptstraße 45 zur Ermittlung der Übertragung auf verschiedene Stockwerksdecken für gebäudespezifische Prognosen sowie zur Beweissicherung der gegenwärtigen Erschütterungsimmissionen zu erwirken. In diesem Zusammenhang sollten darüber hinaus ergänzend Schwingungsmessungen im Wohngebäude Tonndorfer Hauptstraße 59 angestrebt werden.~~

~~Im Zuge dieser ergänzenden Schwingungsmessungen und der darauf beruhenden Prognosen könnte sich ergeben, dass die Beurteilungskriterien bereits mit der Maßnahme von beschlittenen Schwellen auf dem nördlichen Fernbahngleis und einem Betontrog mit Schotteroberbau und Unterschottermatte auf dem südlichen Fernbahngleis zu erwarten wären.~~

Tabelle 43: Kosten Maßnahmen Bereich 1 Tonndorfer Hauptstraße

Bereich 1: Tonndorfer Hauptstraße				
	Gebäude	Schutzeinheiten	Kosten in €	
			Summe	pro gelöster Konfliktfall je Schutzeinheit
Anzahl:	29	240		
Länge in m	290			
ohne Maßnahme				
Anzahl nicht eingehalten:	9	137	0	
Maßnahme 1: Besohlte Schwellen (mittelhart) auf beiden Fernbahngleisen				
Anzahl nicht eingehalten	9	137		
Verbesserung zu ohne Maßnahme	0	0	52200	
Maßnahme 2: Betontrog auf dem südlichen Fernbahngleis, Besohlte Schwellen (mittelhart)				
Anzahl nicht eingehalten	2	77		
Verbesserung zu ohne Maßnahme	7	60	374100	6235
Maßnahme 3: Betontrog auf dem südlichen Fernbahngleis, abschnittsweise Betontrog bzw. Besohlte Schwellen (mittelhart) auf dem nördlichen Fernbahngleis				
Anzahl nicht eingehalten	1	46		
Verbesserung zu ohne Maßnahme	8	91	549480	6038
Verbesserung zu Maßnahme 2	1	31	175380	5657

	Gebäude	Schutzeinheiten tags	Schutzeinheiten nachts	Kosten	
				Summe	pro gelöster Konfliktfall je Schutzeinheit
Anzahl	37	350	350		
Länge in m	290				
ohne Maßnahme					
Anzahl nicht eingehalten	10	115	141	0 €	
Maßnahme 1:					
Besohlte Schwellen (mittelhart) auf beiden Fernbahngleisen					
Anzahl nicht eingehalten	10	115	141	52.200 €	
Verbesserung zu ohne Maßnahme	0	0	0	52.200 €	-
Maßnahme 2:					
Betontrog auf dem südlichen Fernbahngleis, Besohlte Schwellen (mittelhart) auf dem nördlichen Fernbahngleis					
Anzahl nicht eingehalten	2	77	77	374.100 €	
Verbesserung zu ohne Maßnahme	8	38	64	374.100 €	3.668 €
Verbesserung zu Maßnahme 1	8	38	64	321.900 €	3.156 €
Empfohlen Maßnahme 3:					
Betontrog auf dem südlichen Fernbahngleis, abschnittsweise Betontrog bzw. Besohlte Schwellen (mittelhart) auf dem nördlichen Fernbahngleis					
Anzahl nicht eingehalten	1	46	46	616.080 €	
Verbesserung zu ohne Maßnahme	9	69	95	616.080 €	3.757 €
Verbesserung zu Maßnahme 1	9	69	95	563.880 €	3.438 €
Verbesserung zu Maßnahme 2	1	31	31	241.980 €	3.903 €

Bereich 1: Tonndorfer Hauptstraße					
	Gebäude	Schutzeinheiten tags	Schutzeinheiten nachts	Kosten	
				Summe	pro gelöster Konfliktfall je Schutzeinheit
Anzahl	37	350	350		
Länge in m	290				
ohne Maßnahme					
Anzahl nicht eingehalten	10	115	141	0 €	
Maßnahme 1: Besohlte Schwellen (mittelhart) auf beiden Fernbahngleisen					
Anzahl nicht eingehalten	10	115	141	52.200 €	
Verbesserung zu ohne Maßnahme	0	0	0	52.200 €	-
Maßnahme 2: Betonrog auf dem südlichen Fernbahngleis, Besohlte Schwellen (mittelhart) auf dem nördlichen Fernbahngleis					
Anzahl nicht eingehalten	5	112	77	374.100 €	
Verbesserung zu ohne Maßnahme	5	3	64	374.100 €	5.584 €
Verbesserung zu Maßnahme 1	5	3	64	321.900 €	4.804 €
Empfohlen Maßnahme 3: Betonrog auf beiden Fernbahngleisen					
Anzahl nicht eingehalten	1	46	46	696.000 €	
Verbesserung zu ohne Maßnahme	9	69	95	696.000 €	4.244 €
Verbesserung zu Maßnahme 1	9	69	95	643.800 €	3.926 €
Verbesserung zu Maßnahme 2	4	66	31	321.900 €	3.319 €

9.3. Bereich 2: Küperstieg

Der Bereich 2 Küperstieg zwischen Küperstieg 5 und Küperstieg 27h befindet sich südlich der Bahnstrecke in einem in einem allgemeinen Wohngebiet und ist gemäß DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“ Teil 2 „Einwirkung auf Menschen in Gebäuden“ in Tabelle 1 Zeile 4 mit den Anhaltswerten $A_{r,tags} = 0,07$ und nachts $A_{r,nachts} = 0,05$ einzuordnen.

Für den Bereich 2 Küperstieg zwischen Küperstieg 5 und Küperstieg 27h werden in Abbildung 13 die Ergebnisse der Prognose ohne Maßnahmen dargestellt, wobei sich Überschreitungen der Anhaltswerte und Erhöhungen von 25 % oder mehr im Planfall ergeben und daher Maßnahmen betrachtet werden.

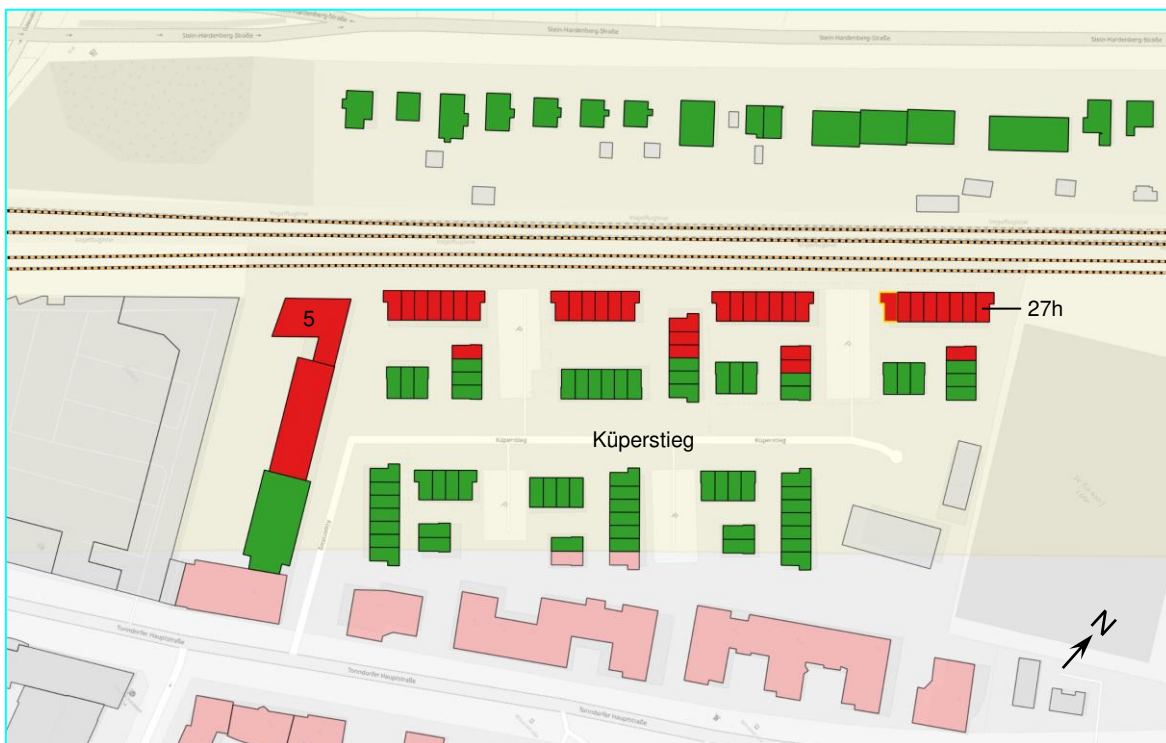


Abbildung 13 Küperstieg, ohne Maßnahmen

In der Abbildung 14 werden die Ergebnisse der Prognose mit der Maßnahme besohlter Schwellen angegeben.

Es handelt sich in diesem Abschnitt u.a. mit Küperstieg 5 um ein Mehrfamilienhaus und mit Küperstieg 11a-g, 15a-f, 23b-g, 27a-h um 28 Reihenhäuser in der ersten Gebäudereihe zur Bahnstrecke, bei denen mit der Maßnahme von besohlten Schwellen auf beiden



Abbildung 14: Küperstieg, mit Schwellenbesohlung auf den Fernbahngleisen

Mit den Maßnahmen von besohnten Schwellen auf dem nördlichen Fernbahngleis und einem Betontrög mit Schotteroberbau und Unterschottermatte auf dem südlichen Fernbahngleis kann für die o.g. Gebäude bei Anhaltswertüberschreitung und einer Erhöhung bis zu 10 % tags und 22 % nachts in diesem Abschnitt eine Einhaltung der Beurteilungskriterien erwartet werden; siehe Abbildung 15.





Abbildung 15: Küperstieg, mit Schwellenbesohlung u. abschnittsweise mit Betonrog süd. Fernbahngleis

In dem Bereich 2 Küperstieg zwischen Küperstieg 5 und Küperstieg 27h werden als Maßnahmen besohlte Schwellen auf dem nördlichen Fernbahngleis und Betonrog mit Schotteroberbau und Unterschottermatte auf dem südlichen Fernbahngleis vorgeschlagen. **Dieser Vorschlag ist in Abbildung 15 dargestellt.**

Die gebäudespezifische Prognose für den Küperstieg 27a bestätigt das Erfordernis dieser Maßnahmen.

Die Kosten für die Maßnahmen wurden pro gelösten Konfliktfall je Schutzeinheit ermittelt, in Tabelle 44 angegeben und die empfohlenen Maßnahmen grau hinterlegt. Für die Maßnahmen von besohnten Schwellen auf beiden Fernbahngleisen ergeben sich Kosten von ~~763 €~~ ~~908 €~~ **1.099 €** pro gelösten Konfliktfall je Schutzeinheit. Für die ergänzenden Teilabschnitte von besohnten Schwellen auf dem nördlichen Fernbahngleis und einem Betonrog mit Schotteroberbau und Unterschottermatte auf dem südlichen Fernbahngleis ergeben sich aufgrund der hohen Anzahl von Schutzeinheiten zusätzliche Kosten von ~~4575 €~~ ~~3.126 €~~ **3.155 €** pro **zusätzlich** gelösten Konfliktfall je Schutzeinheit. Es wird davon ausgegangen, dass die Maßnahme von besohnten Schwellen auf dem nördlichen Fernbahngleis und einem Betonrog mit Schotteroberbau und Unterschottermatte auf dem südlichen Fernbahngleis als verhältnismäßig zu bewerten ist.

Tabelle 44: Kosten Maßnahmen Bereich 2 Küperstieg

Bereich 2: Küperstieg				
	Gebäude	Schutzeinheiten	Kosten in €	
			Summe	pro gelöster Konfliktfall je Schutzeinheit
Anzahl:	131	394		
Länge in m	305			
ohne Maßnahme				
Anzahl nicht eingehalten:	36	146	0	
Maßnahme 1: Besohlte Schwellen (mittelhart) auf beiden Fernbahngleisen				
Anzahl nicht eingehalten	28	74		
Verbesserung zu ohne Maßnahme	8	72	54900	763
Maßnahme 2: Betontrog auf dem südlichen Fernbahngleis, Besohlte Schwellen (mittelhart) auf dem nördlichen Fernbahngleis				
Anzahl nicht eingehalten	0	0		
Verbesserung zu ohne Maßnahme	36	146	393450	2695
Verbesserung zu Maßnahme 1:	28	74	338550	4575

	Gebäude	Schutzeinheiten tags	Schutzeinheiten nachts	Kosten	
				Summe	pro gelöster Konfliktfall je Schutzeinheit
Anzahl	124	364	364		
Länge in m	363				
ohne Maßnahme					
Anzahl nicht eingehalten	57	55	126	0 €	
Maßnahme 1:					
Besohlte Schwellen (mittelhart) auf beiden Fernbahngleisen					
Anzahl nicht eingehalten	30	54	55	65.340 €	
Verbesserung zu ohne Maßnahme	27	1	71	65.340 €	908 €
Empfohlen Maßnahme 2:					
Abschnittsweise Betontrog bzw. Besohlte Schwellen (mittelhart) auf dem südlichen Fernbahngleis, Besohlte Schwellen (mittelhart) auf dem nördlichen Fernbahngleis					
Anzahl nicht eingehalten	0	0	0	406.110 €	
Verbesserung zu ohne Maßnahme	57	55	126	406.110 €	2.244 €
Verbesserung zu Maßnahme 1	30	54	55	340.770 €	3.126 €

Bereich 2: Küperstieg					
	Gebäude	Schutzeinheiten tags	Schutzeinheiten nachts	Kosten	
				Summe	pro gelöster Konfliktfall je Schutzeinheit
Anzahl	124	364	364		
Länge in m	363				
ohne Maßnahme					
Anzahl nicht eingehalten	37	60	106	0 €	
Maßnahme 1:					
Besohlte Schwellen (mittelhart) auf beiden Fernbahngleisen					
Anzahl nicht eingehalten	29	54	54	63.720 €	
Verbesserung zu ohne Maßnahme	8	6	52	63.720 €	1.099 €
Empfohlen Maßnahme 2:					
Abschnittsweise Betontrog bzw. Besohlte Schwellen (mittelhart) auf dem südlichen Fernbahngleis, Besohlte Schwellen (mittelhart) auf dem nördlichen Fernbahngleis					
Anzahl nicht eingehalten	0	0	0	404.490 €	
Verbesserung zu ohne Maßnahme	37	60	106	404.490 €	2.437 €
Verbesserung zu Maßnahme 1	29	54	54	340.770 €	3.155 €

9.4. Bereich 3: Küperkoppel West

Der Bereich 3 Küperkoppel West befindet sich südlich der Bahnstrecke in einem in einem allgemeinen Wohngebiet und ist gemäß DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“ Teil 2 „Einwirkung auf Menschen in Gebäuden“ in Tabelle 1 Zeile 4 mit den Anhaltswerten $A_{r, \text{tags}} = 0,07$ und nachts $A_{r, \text{nachts}} = 0,05$ einzuordnen.

Für den Bereich 3 Küperkoppel West werden in Abbildung 15 die Ergebnisse der Prognose ohne Maßnahmen angegeben. Für die Wohngebäude Küperstiegkoppel 35-37, 39 und 43 ergibt sich ohne Maßnahme eine deutliche Überschreitung der Anhaltswerte $A_{r, \text{tags}} = 0,07$ und $A_{r, \text{nachts}} = 0,05$:

- Küperstiegkoppel 35-37 $KB_{FTr, \text{tags}} = 0,231$ ~~0,252~~ und $KB_{FTr, \text{nachts}} = 0,201$ ~~0,196~~,
- ~~Küperstieg 39~~ $KB_{FTr, \text{tags}} = 0,136$ und $KB_{FTr, \text{nachts}} = 0,119$,
- Küperstiegkoppel 43 $KB_{FTr, \text{tags}} = 0,167$ ~~0,183~~ und $KB_{FTr, \text{nachts}} = 0,146$ ~~0,143~~.

Die Erhöhungen der Erschütterungsimmissionen zwischen der plangegebenen Situation (Nullfall) und der Umsetzung des Vorhabens (Planfall) sind mit bis zu ~~34%~~ **42 %** tags und ~~48%~~ **42 %** nachts zu erwarten. Aufgrund der Überschreitung der Anhaltswerte A_r und einer Erhöhung von **25 %** oder mehr werden die Beurteilungskriterien nicht eingehalten und Maßnahmen betrachtet.



Abbildung 16: Küperkoppel West, ohne Maßnahmen

In Abbildung 17 sind die Ergebnisse der Prognose mit der Maßnahme Schwellenbesohlung auf den Fernbahngleisen angegeben. Mit dieser Maßnahme ergibt sich weiterhin eine deutliche Überschreitung der Anhaltswerte $A_{r, \text{tags}} = 0,07$ und $A_{r, \text{nachts}} = 0,05$ für die Wohngebäude

- ~~Küperstieg~~koppel 35-37 $KB_{FT, tags} = 0,185$ $0,202$ und $KB_{FT, nachts} = 0,161$ $0,157$,
- ~~Küperstieg~~ 39 $KB_{FT, tags} = 0,109$ und $KB_{FT, nachts} = 0,095$,
- ~~Küperstieg~~koppel 43 $KB_{FT, tags} = 0,134$ $0,146$ und $KB_{FT, nachts} = 0,117$ $0,114$.

Für die Wohngebäude ~~Küperstieg~~koppel 39 und 43 ist die ~~Veränderung~~ bzw. Erhöhung mit 14 % tagsüber und 15 % nachts geringer als 25 %, so dass dort die Beurteilungskriterien eingehalten werden. Für das Wohngebäude ~~Küperstieg~~koppel 35-37 liegen die Erhöhungen tagsüber unterhalb von bei 25 % und nachts bei 31 % 26 %, so dass für dieses Wohngebäude weitere Maßnahmen betrachtet werden.

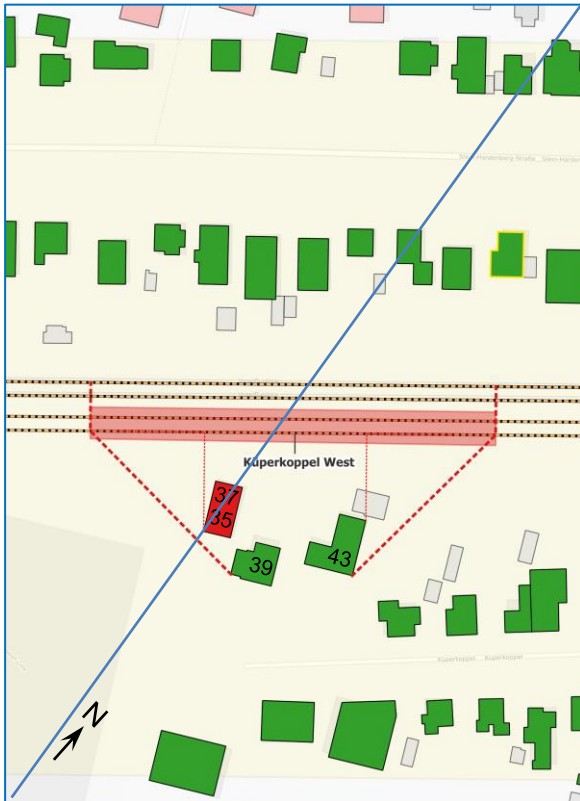




Abbildung 17: Küperkoppel West, mit Schwellenbesohlung auf den Fernbahngleisen

In Abbildung 18 sind die Ergebnisse der Prognose mit der Maßnahme Schwellenbesohlung auf den Fernbahngleisen und abschnittsweise einem Betontrug mit Schotteroberbau und Unterschottermatten auf dem südlichen Fernbahngleis angegeben. Mit diesen Maßnahme ergibt sich eine weiterhin deutliche Überschreitung der Anhaltswerte $A_{r,tags} = 0,07$ und $A_{r,nachts} = 0,05$ für das Wohngebäude

- Küperstiegkoppel 35-37 $KB_{FT,r,tags} = 0,154$ $0,146$ und $KB_{FT,r,nachts} = 0,134$ $0,146$,

und mit einer Verringerung der Erschütterungsimmissionen von ~~7%~~ $0,4\%$ tagsüber und einer Erhöhung von ~~3%~~ $0,1\%$ nachts eine Einhaltung der Beurteilungskriterien.

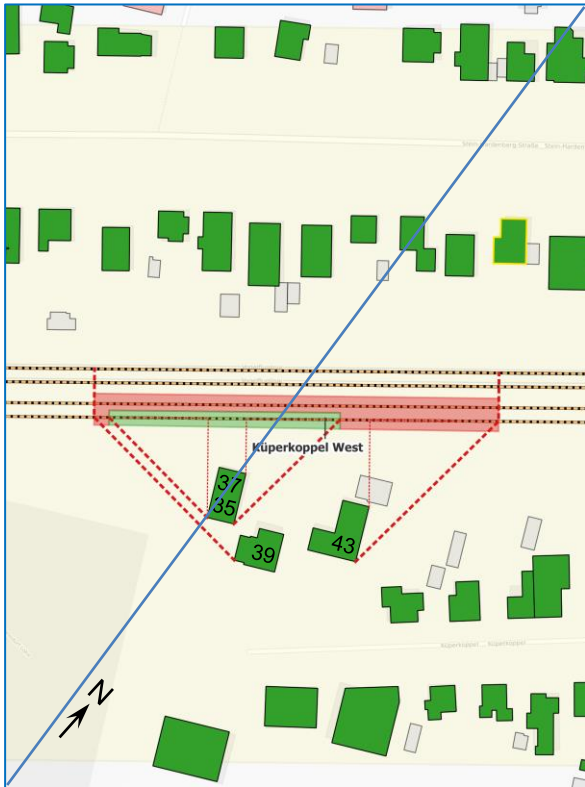


Abbildung 18: Küperkoppel West, mit Schwellenbesohlung auf den Fernbahngleisen u. abschnittsweise mit Betonrog südl. Fernbahngleis

In dem Bereich 3 Küperkoppel West werden für die Wohngebäude Küperkoppel 35 und 37 als Maßnahmen besohlte Schwellen auf dem nördlichen Fernbahngleis und ein Betonrog mit Schotteroberbau und Unterschottermatte auf dem südlichen Fernbahngleis vorgeschlagen. Für ~~das die das~~ Gebäude Wohngebäude Küperkoppel ~~39 und~~ 43 wird als Maßnahme

der Einsatz besohlter Schwellen auf beiden Fernbahngleisen vorgeschlagen, wie in Abbildung 18 dargestellt.

Die Kosten für die Maßnahmen wurden pro gelösten Konfliktfall je Schutzeinheit ermittelt, in Tabelle 45 angegeben und die empfohlenen Maßnahmen grau hinterlegt. Für die Maßnahmen von besohlenen Schwellen auf beiden Fernbahngleisen ergeben sich Kosten von ~~16920 €~~ ~~3.540 €~~ **10.260 €** pro gelösten Konfliktfall je Schutzeinheit. Für den ergänzenden Teilabschnitt von besohlenen Schwellen auf dem nördlichen Fernbahngleis und einem Betonrog mit Schotteroberbau und Unterschottermatte auf dem südlichen Fernbahngleis ergeben sich zusätzliche Kosten von ~~15818 €~~ ~~18.870 €~~ **9.413 €** pro **zusätzlich** gelösten Konfliktfall je Schutzeinheit. Es wird davon ausgegangen, dass die Maßnahme von besohlenen Schwellen auf beiden Fernbahngleisen bzw. abschnittsweise dem nördlichen Fernbahngleis und einem Betonrog mit Schotteroberbau und Unterschottermatte auf dem südlichen Fernbahngleis als verhältnismäßig zu bewerten ist.

Tabelle 45: Kosten Maßnahmen Bereich 3 Küperkoppel West

Bereich 3: Küperkoppel West				
	Gebäude	Schutzeinheiten	Kosten in €	
			Summe	pro gelöster Konfliktfall je Schutzeinheit
Anzahl:	9	18		
Länge in m	94			
ohne Maßnahme				
Anzahl nicht eingehalten:	2	5	0	
Maßnahme 1: Besohlte Schwellen (mittelhart) auf beiden Fernbahngleisen				
Anzahl nicht eingehalten	1	4		
Verbesserung zu ohne Maßnahme	1	1	16920	16920
Maßnahme 2:				
Abschnittsweise Betonrog bzw. Besohlte Schwellen (mittelhart) auf dem südlichen Fernbahngleis, Besohlte Schwellen (mittelhart) auf dem nördlichen Fernbahngleis				
Anzahl nicht eingehalten	0	0		
Verbesserung zu ohne Maßnahme	2	5	80190	16038
Verbesserung zu Maßnahme 1	1	4	63270	15818

	Gebäude	Schutzeinheiten tags	Schutzeinheiten nachts	Kosten	
				Summe	pro gelöster Konfliktfall je Schutzeinheit
Anzahl	9	18	18		
Länge in m	118				
ohne Maßnahme					
Anzahl nicht eingehalten	3	4	6	0 €	
Maßnahme 1:					
Besohlte Schwellen (mittelhart) auf beiden Fernbahngleisen					
Anzahl nicht eingehalten	1	0	4	21.240 €	
Verbesserung zu ohne Maßnahme	2	4	2	21.240 €	3.540 €
Empfohlen Maßnahme 2:					
Abschnittsweise Betonrog bzw. Besohlte Schwellen (mittelhart) auf dem südlichen Fernbahngleis, Besohlte Schwellen (mittelhart) auf dem nördlichen Fernbahngleis					
Anzahl nicht eingehalten	0	0	0	96.720 €	
Verbesserung zu ohne Maßnahme	3	4	6	96.720 €	9.672 €
Verbesserung zu Maßnahme 1	1	0	4	75.480 €	18.870 €

Bereich 3: Küperkoppel West					
	Gebäude	Schutzeinheiten tags	Schutzeinheiten nachts	Kosten	
				Summe	pro gelöster Konfliktfall je Schutzeinheit
Anzahl	9	18	18		
Länge in m	114				
ohne Maßnahme					
Anzahl nicht eingehalten	2	5	5	0 €	
Maßnahme 1:					
Besohlte Schwellen (mittelhart) auf beiden Fernbahngleisen					
Anzahl nicht eingehalten	1	4	4	20.520 €	
Verbesserung zu ohne Maßnahme	1	1	1	20.520 €	10.260 €
Empfohlen Maßnahme 2:					
Abschnittsweise Betontrog bzw. Besohlte Schwellen (mittelhart) auf dem südlichen Fernbahngleis, Besohlte Schwellen (mittelhart) auf dem nördlichen Fernbahngleis					
Anzahl nicht eingehalten	0	0	0	95.820 €	
Verbesserung zu ohne Maßnahme	2	5	5	95.820 €	9.582 €
Verbesserung zu Maßnahme 1	1	4	4	75.300 €	9.413 €

9.5. Bereich 4: Küperkoppel Ost

Der Bereich 3 Küperkoppel Ost befindet sich südlich der Bahnstrecke in einem in einem allgemeinen Wohngebiet und ist gemäß DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“ Teil 2 „Einwirkung auf Menschen in Gebäuden“ in Tabelle 1 Zeile 4 mit den Anhaltswerten $A_{r, \text{tags}} = 0,07$ und nachts $A_{r, \text{nachts}} = 0,05$ einzuordnen.

Für den Bereich 4 Küperkoppel Ost zwischen Küperkoppel 59 69a und Am Pulverhof 5 werden in Abbildung 19 die Ergebnisse der Prognose ohne Maßnahmen angegeben. Für die betroffenen Wohngebäude in der ersten Gebäudereihe zur Bahnstrecke ergibt sich ohne Maßnahmen eine deutliche Überschreitung der Anhaltswerte $A_{r, \text{tags}} = 0,07$ und $A_{r, \text{nachts}} = 0,05$ für o.g. Wohngebäude

- tags zwischen $KB_{\text{FTr}} = 0,106$ ~~0,151~~ und $KB_{\text{FTr}} = 0,173$ ~~0,189~~ sowie
- nachts zwischen $KB_{\text{FTr}} = 0,094$ ~~0,119~~ und $KB_{\text{FTr}} = 0,151$ ~~0,148~~.

Die Erhöhungen der Erschütterungsimmissionen zwischen der plangegebenen Situation (Nullfall) und der Umsetzung des Vorhabens (Planfall) sind mit bis zu ~~24%~~ **32 %** tags und ~~24%~~ **32 %** nachts zu erwarten, so dass tags aufgrund der Erhöhung um weniger als 25 % eine Einhaltung und nachts aufgrund der Überschreitung der Anhaltswerte A_r und der Erhöhung um 25 % oder mehr eine Überschreitung der Beurteilungskriterien vorliegt. Aufgrund der Überschreitung der Beurteilungskriterien nachts werden Maßnahmen betrachtet.

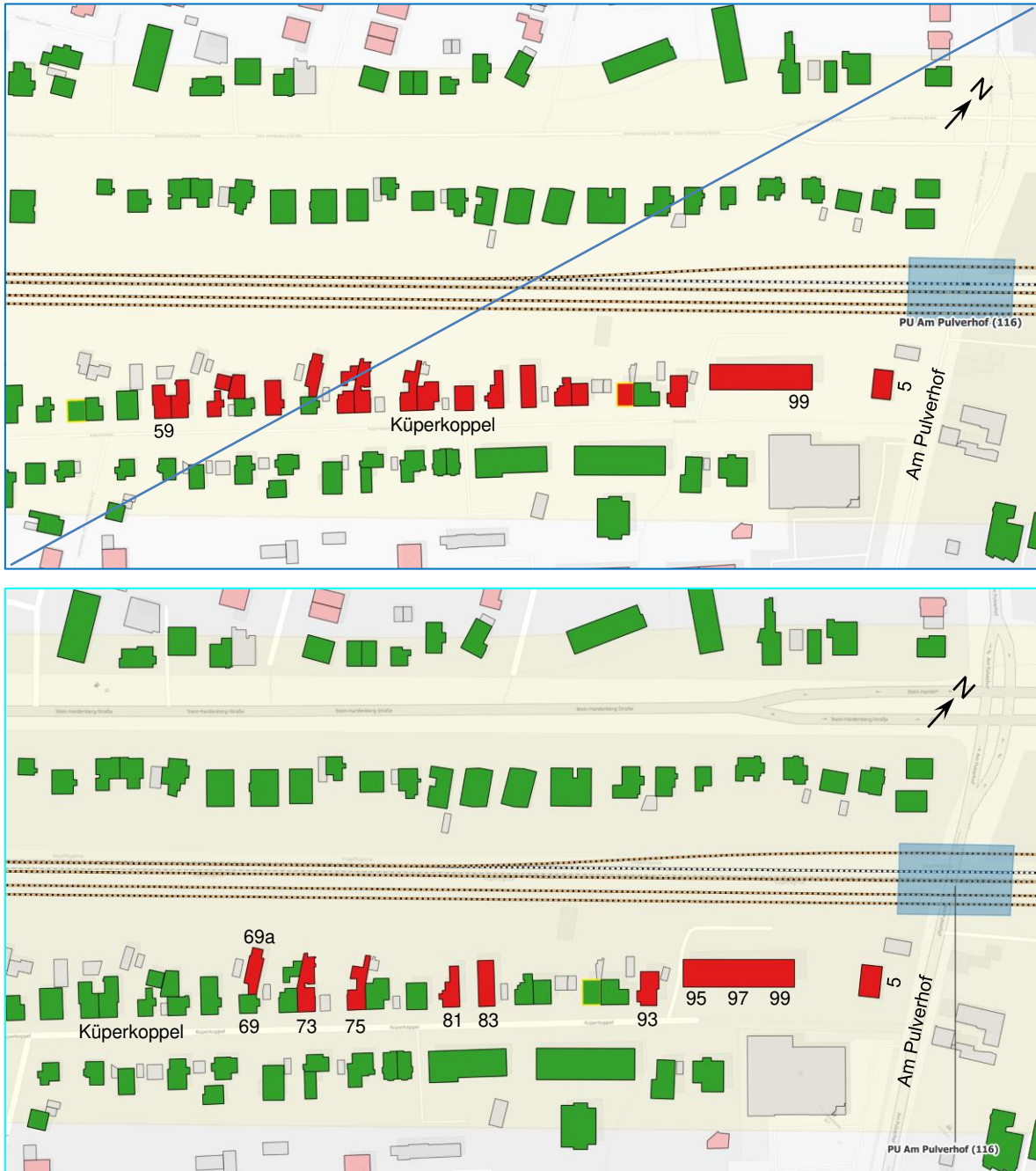


Abbildung 19: Küperkoppel Ost, ohne Maßnahmen

In Abbildung 20 sind die Ergebnisse der Prognose mit der Maßnahme Schwellenbesetzung auf den Fernbahngleisen angegeben. Mit dieser Maßnahme ergibt sich weiterhin eine Überschreitung der Anhaltswerte $A_{r,tags} = 0,07$ und $A_{r,nachts} = 0,05$ für die betroffenen Wohngebäude

- tags zwischen $KB_{FTr} = 0,084$ $0,121$ und $KB_{FTr} = 0,139$ $0,151$ sowie
- nachts zwischen $KB_{FTr} = 0,075$ $0,095$ und $KB_{FTr} = 0,121$ $0,118$.

Die Erhöhungen der Erschütterungsimmissionen zwischen der plangegebenen Situation (Nullfall) und der Umsetzung des Vorhabens (Planfall) sind mit bis zu 8% 16 % tags und

21% 17 % nachts zu erwarten, so dass mit einer Erhöhung um weniger als 25 % eine Einhaltung Beurteilungskriterien zu erwarten ist.

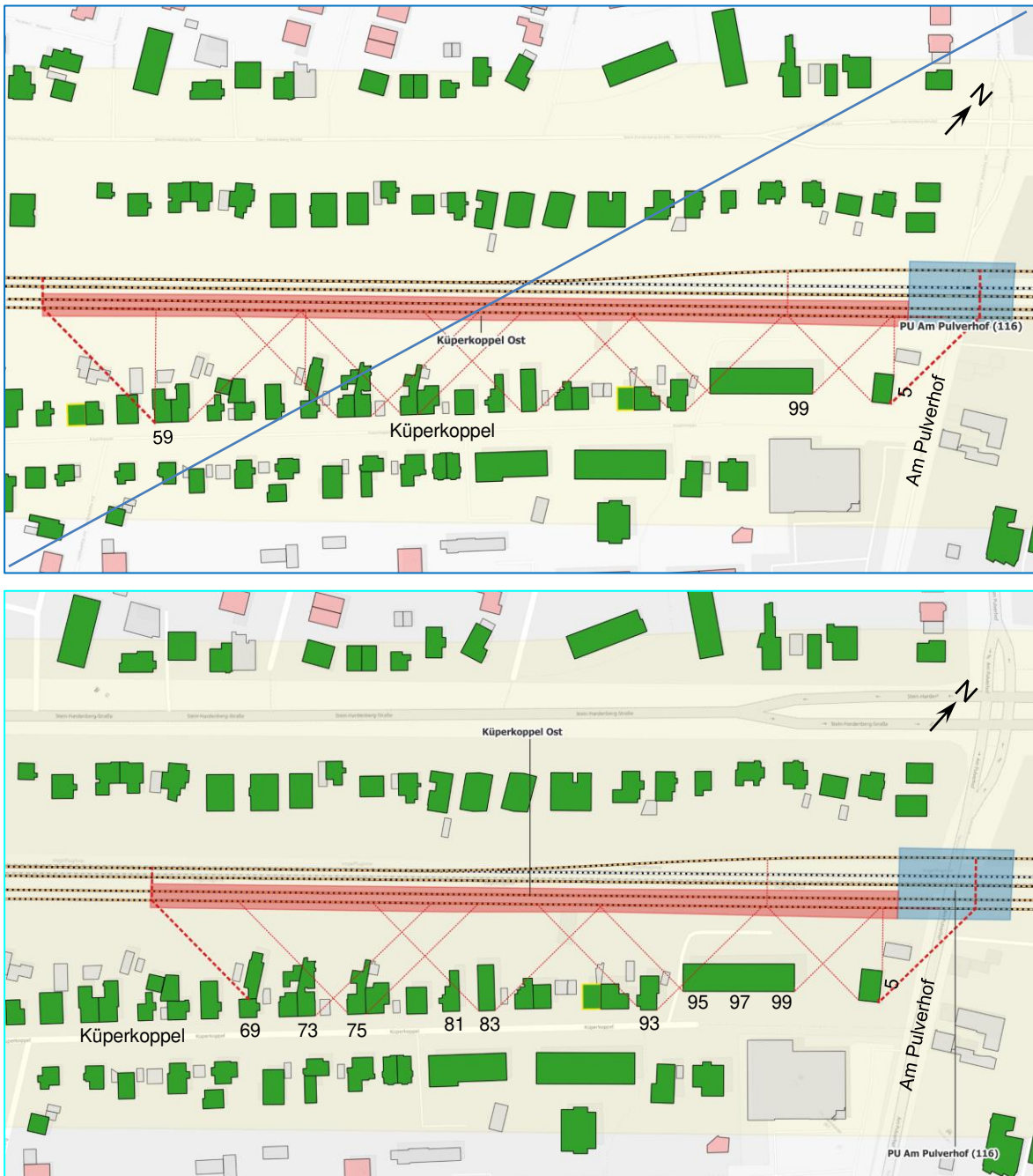


Abbildung 20: Küperkoppel Ost, mit Schwellenbesohlung auf den Fernbahngleisen

In dem Bereich 4 Küperkoppel Ost zwischen Küperkoppel 69 und Am Pulverhof ~~10~~ 5 wird als Maßnahme der Einsatz besohlter Schwellen auf beiden Fernbahngleisen, wie in Abbildung 20 dargestellt, vorgeschlagen.

Die Kosten für die Maßnahmen wurden pro gelösten Konfliktfall je Schutzeinheit, in Tabelle 46 angegeben und die empfohlenen Maßnahmen grau hinterlegt. Für die Maßnahmen von besohlten Schwellen auf beiden Fernbahngleisen ergeben sich Kosten von ~~1498 €~~ 1.578 € 843 € pro gelösten Konfliktfall je Schutzeinheit. Es wird davon ausgegangen, dass die

Maßnahme von besohnten Schwellen auf beiden Fernbahngleisen als verhältnismäßig zu bewerten ist.

Tabelle 46: Kosten Maßnahmen Bereich 4 Küperkoppel Ost

Bereich 4: Küperkoppel Ost				
	Gebäude	Schutzeinheiten	Kosten in €	
			Summe	pro gelöster Konfliktfall je Schutzeinheit
Anzahl:	64	183		
Länge in m	308			
ohne Maßnahme				
Anzahl nicht eingehalten:	9	37	0	
Maßnahme 1: Besohlte Schwellen (mittelhart) auf beiden Fernbahngleisen				
Anzahl nicht eingehalten	0	0		
Verbesserung zu ohne Maßnahme	9	37	55440	1498

	Gebäude	Schutzeinheiten tags	Schutzeinheiten nachts	Kosten	
				Summe	pro gelöster Konfliktfall je Schutzeinheit
Anzahl	71	240	240		
Länge in m	412				
ohne Maßnahme					
Anzahl nicht eingehalten	19	0	47	0 €	
Empfohlen Maßnahme 1: Besohlte Schwellen (mittelhart) auf beiden Fernbahngleisen					
Anzahl nicht eingehalten	0	0	0	74.160 €	
Verbesserung zu ohne Maßnahme	19	0	47	74.160 €	1.578 €

Bereich 4: Küperkoppel Ost					
	Gebäude	Schutzeinheiten tags	Schutzeinheiten nachts	Kosten	
				Summe	pro gelöster Konfliktfall je Schutzeinheit
Anzahl	71	240	240		
Länge in m	328				
ohne Maßnahme					
Anzahl nicht eingehalten	8	34	36	0 €	
Empfohlen Maßnahme 1: Besohlte Schwellen (mittelhart) auf beiden Fernbahngleisen					
Anzahl nicht eingehalten	0	0	0	59.040 €	
Verbesserung zu ohne Maßnahme	8	34	36	59.040 €	843 €

9.6. Bereich 5: Tonndorfer Weg

Der Bereich 5 Tonndorfer Weg West und Bereich 6 Tonndorfer Weg Ost werden zusammengeführt in den Bereich 5 Tonndorfer Weg.

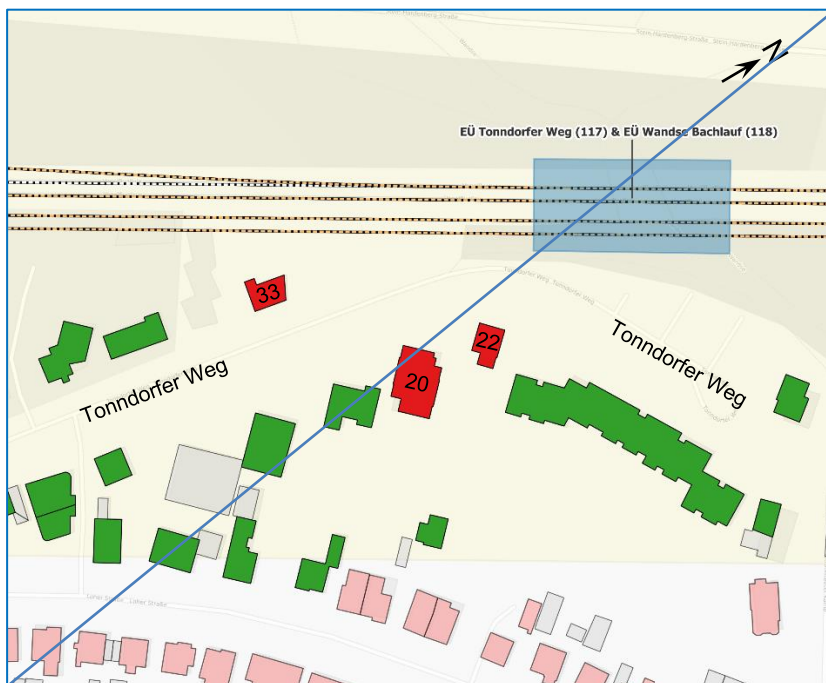
Für den Bereich 5 Tonndorfer Weg werden in Abbildung 21 die Ergebnisse der Prognose ohne Maßnahmen angegeben. Für die Wohngebäude Tonndorfer Weg 20, 22 und 33 ergibt sich ohne Maßnahme eine deutliche Überschreitung der Anhaltswerte $A_{r,tags} = 0,07$ und $A_{r,nachts} = 0,05$ für Nummer 20 und 22 in einem allgemeinen Wohngebiet

- ~~Tonndorfer Weg 20~~ $KB_{FT,r,tags} = 0,127$ und $KB_{FT,r,nachts} = 0,112$,
- Tonndorfer Weg 22 $KB_{FT,r,tags} = 0,150$ $0,164$ (+26 %) und
 $KB_{FT,r,nachts} = 0,132$ $0,128$ (+27 %)

sowie $A_{r,tags} = 0,20$ und $A_{r,nachts} = 0,15$ für Nummer 33 im einem Gewerbegebiet

- Tonndorfer Weg 33 $KB_{FT,r,tags} = 0,241$ $0,263$ (+46 %) und
 $KB_{FT,r,nachts} = 0,209$ $0,204$ (+45 %).

Die Erhöhungen der Erschütterungsimmissionen zwischen der plangegebenen Situation (Nullfall) und der Umsetzung des Vorhabens (Planfall) sind mit bis zu ~~48%~~ **46 %** tags und ~~51%~~ **45 %** nachts zu erwarten, so dass tags aufgrund der **Überschreitung der Anhaltswerte A_r** und der Erhöhung um weniger als 25 % eine Einhaltung und nachts aufgrund der Erhöhung um 25 % oder mehr eine Überschreitung der Beurteilungskriterien vorliegt. Aufgrund der Überschreitung der Beurteilungskriterien nachts werden Maßnahmen betrachtet.



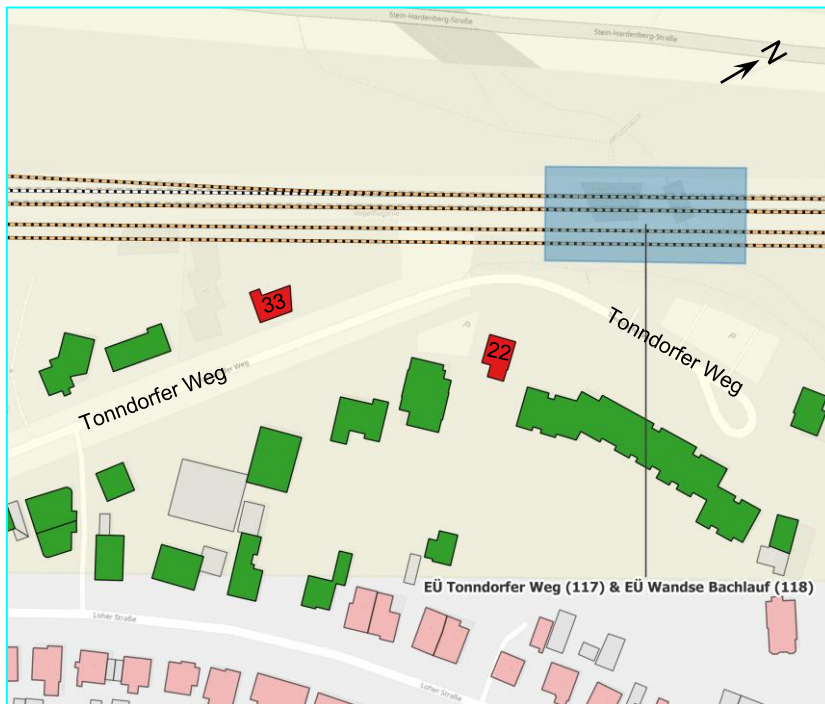


Abbildung 21: Tonndorfer Weg, ohne Maßnahmen

In Abbildung 22 sind die Ergebnisse der Prognose mit Schwellenbeschlüßung auf beiden Fernbahngleisen angegeben. Für die Wohngebäude Tonndorfer Weg 20, 22 und 33 ergibt sich ohne mit der Maßnahme Schwellenbeschlüßung eine Überschreitung der Anhaltswerte $A_{r,tags} = 0,07$ und $A_{r,nachts} = 0,05$ für Nummer 20 und 22 in einem allgemeinen Wohngebiet

- Tonndorfer Weg 20 $KB_{FT,r,tags} = 0,101$ und $KB_{FT,r,nachts} = 0,089$,
- Tonndorfer Weg 22 $KB_{FT,r,tags} = 0,120$ $0,131$ und $KB_{FT,r,nachts} = 0,105$ $0,103$

sowie $A_{r,tags} = 0,20$ und $A_{r,nachts} = 0,15$ für Nummer 33 in einem Gewerbegebiet tags

- Tonndorfer Weg 33 $KB_{FT,r,tags} = 0,193$ $0,210$ und $KB_{FT,r,nachts} = 0,167$ $0,163$.

Die Erhöhungen der Erschütterungsimmissionen zwischen der plangegebenen Situation (Nullfall) und der Umsetzung des Vorhabens (Planfall) liegen für die Tonndorfer Weg 20 und 22 mit einer Verringerung Erhöhung tags um mindestens 23% 9 % und eine Erhöhung nachts von bis zu 16 % 12 % unterhalb von 25 % und damit liegt eine Einhaltung der Beurteilungskriterien vor. Für die den Tonndorfer Weg 33 ergibt sich tags eine Verringerung um 13 % Einhaltung des Anhaltswertes, und nachts eine Überschreitung und eine Erhöhung um 33% 28 %, so dass ergänzende Maßnahmen betrachtet werden.

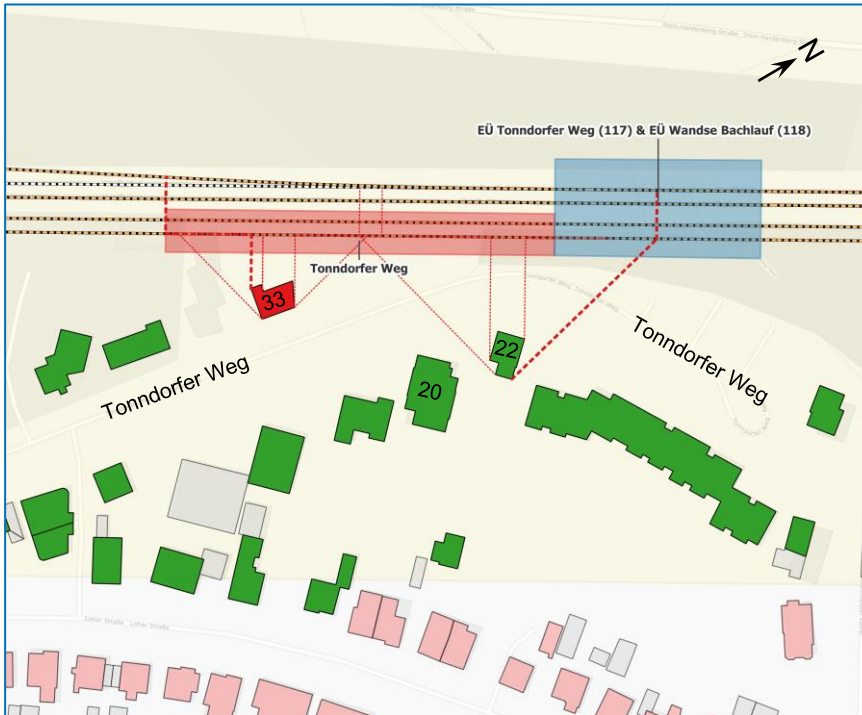


Abbildung 22: Tonndorfer Weg mit Schwellenbesohlung auf den Fernbahngleisen

In Abbildung 23 sind die Ergebnisse der Prognose mit Schwellenbesohlung auf beiden Fernbahngleisen und abschnittsweise einem Betontrog auf dem südlichen Fernbahngleis. Mit dieser Maßnahme ergibt sich auch für das Wohngebäude Tonndorfer Weg 33 eine Einhaltung der Anhaltswerte für Gewerbegebiete und damit eine Einhaltung der Beurteilungskriterien auch für die Nachtzeit.



Abbildung 23: Tonndorfer Weg mit Schwellenbesohlung auf den Fernbahngleisen u. abschnittsweise Betontrog auf dem südlichen Fernbahngleis

~~In dem Bereich 5 Tonndorfer Weg West wird für die das Gebäude Tonndorfer Weg 31 und 33 als Maßnahme der Einsatz beschlitter Schwellen auf beiden Fernbahngleisen vorgeschlagen.~~

~~Für die Wohngebäude Tonndorfer Weg 31 und 33 ergeben sich ohne Maßnahmen Erhöhungen der Erschütterungsimmissionen zwischen der plangegebenen Situation (Nullfall) und der Umsetzung des Vorhabens (Planfall) von mehr als 25 %.~~

~~Für den Tonndorfer Weg 31 ergibt sich für das Vorderhaus zur Straße mit der Maßnahme beschlitter Schwellen auf beiden Fernbahngleisen eine Erhöhung von weniger als 25 %. Für eine eingeschossige Wohnfläche (Hinterhaus) ergibt sich eine Erhöhung von 24 % tags und 32 % nachts und damit eine Einhaltung tags und eine geringe Überschreitung der 25 % nachts. Für eine weitere eingeschossige Wohnfläche unmittelbar an der Bahnstrecke ergibt im Planfall sich eine Erhöhung von 98 % tags und 111 % nachts und damit eine deutliche Überschreitung von 25 %. Eine weitere derzeit zur Bahnstrecke angrenzende Fläche befindet sich im Planfall im Bereich des südlichen Fernbahngleises und wurde daher nicht in den Prognosen berücksichtigt.~~

~~Für den Tonndorfer Weg 33 ergibt sich mit der Maßnahme beschlitter Schwellen auf beiden Fernbahngleisen eine Erhöhung von 21 % tags und 29 % nachts und damit eine Einhaltung tags und eine geringe Überschreitung von 25 % nachts.~~

~~Mit der Maßnahme beschlitter Schwellen auf dem nördlichen Fernbahngleis und Betontrog mit Schotteroberbau und Unterschottermatte auf dem südlichen Fernbahngleis würde sich für die eingeschossige Wohnfläche im Tonndorfer Weg 31 unmittelbar an der Bahnstrecke im Planfall weiterhin mit einer Erhöhung von 45 % tags und 54 % nachts eine deutliche Überschreitung von 25 % ergeben.~~

~~Mit der Maßnahme eines Betontrogs mit Schotteroberbau und Unterschottermatte auf beiden Fernbahngleisen würde sich für die eingeschossige Wohnfläche im Tonndorfer Weg 31 unmittelbar an der Bahnstrecke im Planfall eine Erhöhung von 23 % tags und 31 % nachts ergeben und damit nachts weiterhin eine Überschreitung von mehr 25 % ergeben.~~

Die Kosten für die Maßnahmen wurden pro gelösten Konfliktfall je Schutzeinheit ermittelt, in Tabelle 47 angegeben und die empfohlenen Maßnahmen grau hinterlegt. ~~Im vorliegenden Fall handelt es sich aufgrund der Besonderheit für den Tonndorfer Weg 31 mit eingeschossigen Wohnflächen zur Bahnstrecke um insgesamt fünf Gebäudeflächen mit 2,66 Schutzeinheiten.~~ Für die Maßnahmen von beschlitten Schwellen auf beiden Fernbahngleisen wird der Konfliktfall Tonndorfer Weg 33 mit einer Schutzeinheit nachts nicht gelöst, aber die Erhöhung von ~~51 %~~ 45 % ohne Maßnahme auf ~~33 %~~ 28 % vermindert. Die mit dieser Maßnahme verbleibende Erhöhung nachts liegt geringfügig oberhalb der Beurteilungskriterien ~~ergeben sich Kosten von 14940 € pro gelösten Konfliktfall je Schutzeinheit.~~ Es wird davon ausgegangen, dass die Maßnahme von beschlitten Schwellen auf beiden Fernbahngleisen mit Kosten von ~~11.340 €~~ 20.340 € als verhältnismäßig zu bewerten ist.

Für eine ergänzende Maßnahme, abschnittsweise mit einem Betontrog mit Schotteroberbau und Unterschottermatte auf dem südlichen Fernbahngleis, ergeben sich zusätzliche Kosten von ~~69271 €~~ 69.930 € pro ~~zusätzlich~~ gelösten Konfliktfall je Schutzeinheit ~~sowie auf beiden Fernbahngleisen ohne zusätzlich gelösten Konfliktfall von 138541 €.~~ Es wird davon ausgegangen, dass die zusätzliche Maßnahme mit einem Betontrog mit Schotteroberbau

und Unterschottermatte nicht als verhältnismäßig zu bewerten ist. Daher wird in dem Bereich 5 Tonndorfer Weg als Maßnahme der Einsatz besohlter Schwellen auf beiden Fernbahngleisen, wie in Abbildung 22 dargestellt, vorgeschlagen.

Tabelle 47: Kosten Maßnahmen Bereich 5 Tonndorfer Weg West

Bereich 5: Tonndorfer Weg West				
	Gebäude	Schutzeinheiten	Kosten in €	
			Summe	pro gelöster Konfliktfall je Schutzeinheit
Anzahl:	8	8		
Länge in m	83			
ohne Maßnahme				
Anzahl nicht eingehalten:	5	2.66	0	
Maßnahme 1: Besohlte Schwellen (mittelhart) auf beiden Fernbahngleisen				
Anzahl nicht eingehalten	3	1.66		
Verbesserung zu ohne Maßnahme	2	1	14940	14940
Maßnahme 2: Betontrog auf dem südlichen Fernbahngleis, Besohlte Schwellen (mittelhart) auf dem nördlichen Fernbahngleis				
Anzahl nicht eingehalten	1	0.33		
Verbesserung zu ohne Maßnahme	4	2.33	107070	45953
Verbesserung zu Maßnahme 1	2	1.33	92130	69271
Maßnahme 3: Betontrog auf beiden Fernbahngleisen				
Anzahl nicht eingehalten	1	0.33		
Verbesserung zu ohne Maßnahme	4	2.33	199200	85494
Verbesserung zu Maßnahme 1	2	1.33	92130	138541
Verbesserung zu Maßnahme 2	0	0	-	-

	Gebäude	Schutzeinheiten tags	Schutzeinheiten nachts	Kosten	
				Summe	pro gelöster Konfliktfall je Schutzeinheit
Anzahl	9	27	27		
Länge in m	113				
ohne Maßnahme					
Anzahl nicht eingehalten:	3	0	18	0 €	
Empfohlen Maßnahme 1:					
Besohlte Schwellen (mittelhart) auf beiden Fernbahngleisen					
Anzahl nicht eingehalten	1	0	1	20.340 €	
Verbesserung zu ohne Maßnahme	2	0	17	20.340 €	1.196 €
Maßnahme 2:					
Abschnittsweise Betontrog bzw. Besohlte Schwellen (mittelhart) auf dem südlichen Fernbahngleis, Besohlte Schwellen (mittelhart) auf dem nördlichen Fernbahngleis					
Anzahl nicht eingehalten	0	0	0	90.270 €	
Verbesserung zu ohne Maßnahme	3	0	18	90.270 €	5.015 €
Verbesserung zu Maßnahme 1	1	0	1	69.930 €	69.930 €

Bereich 5: Tonndorfer Weg					
	Gebäude	Schutzeinheiten tags	Schutzeinheiten nachts	Kosten	
				Summe	pro gelöster Konfliktfall je Schutzeinheit
Anzahl	9	27	27		
Länge in m	113				
ohne Maßnahme					
Anzahl nicht eingehalten:	2	2	2	0 €	
Empfohlen Maßnahme 1:					
Besohlte Schwellen (mittelhart) auf beiden Fernbahngleisen					
Anzahl nicht eingehalten	1	0	1	20.340 €	
Verbesserung zu ohne Maßnahme	1	2	1	20.340 €	6.780 €
Maßnahme 2:					
Abschnittsweise Betontrog bzw. Besohlte Schwellen (mittelhart) auf dem südlichen Fernbahngleis, Besohlte Schwellen (mittelhart) auf dem nördlichen Fernbahngleis					
Anzahl nicht eingehalten	0	0	0	90.270 €	
Verbesserung zu ohne Maßnahme	2	2	2	90.270 €	22.568 €
Verbesserung zu Maßnahme 1	1	0	1	69.930 €	69.930 €

9.6 ~~Bereich 6: Tonndorfer Weg Ost~~

~~In dem Bereich 6 Tonndorfer Weg Ost wird für das Gebäude Tonndorfer Weg 22 eine Maßnahme mit besohnten Schwellen auf beiden Fernbahngleisen vorgeschlagen.~~

~~Für das Wohngebäude Tonndorfer Weg 22 ergeben sich ohne Maßnahmen Erhöhungen der Erschütterungsimmissionen zwischen der plangegebenen Situation (Nullfall) und der Umsetzung des Vorhabens (Planfall) von mehr als 25%. Mit der Maßnahme besohlter Schwellen auf beiden Fernbahngleisen ergibt sich für das Wohngebäude Tonndorfer Weg 22 mit einer Erhöhung von weniger als 25% eine Einhaltung der Beurteilungskriterien.~~

~~Die Kosten für die Maßnahmen wurden pro gelösten Konfliktfall je Schutzeinheit ermittelt, in Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. angegeben und die empfohlenen Maßnahmen grau hinterlegt. Für die Maßnahmen von besohnten Schwellen auf beiden Fernbahngleisen ergeben sich Kosten von 7200 € pro gelösten Konfliktfall je Schutzeinheit. Es wird davon ausgegangen, dass die Maßnahme von besohnten Schwellen auf beiden Fernbahngleisen als verhältnismäßig zu bewerten ist.~~

Table 49: Kosten Maßnahmen Bereich 6 Tonndorfer Weg Ost

Bereich 6: Tonndorfer Weg Ost				
	Gebäude	Schutzeinheiten	Kosten in €	
			Summe	pro gelöster Konfliktfall je Schutzeinheit
Anzahl:	1	1		
Länge in m	40			
ohne Maßnahme				
Anzahl nicht eingehalten:	1	1	0	
Maßnahme 1: Besohlte Schwellen (mittelhart) auf beiden Fernbahngleisen				
Anzahl nicht eingehalten	0	0		
Verbesserung zu ohne Maßnahme	1	1	7200	7200

9.7. Bereich 6: Heestweg

Es handelt sich in diesem Abschnitt um die ~~Mehrfamilien-~~und Reihenhäuser Heestweg 4 6 bis 10b sowie eine Seniorenwohnanlage im Apostelweg 17 in einem **allgemeinen Wohngebiet**. Für den Bereich 6 Heestweg zwischen Heestweg 4 6 bis Apostelweg 17 werden in Abbildung 24 die Ergebnisse der Prognose ohne Maßnahmen angegeben. Für die Wohngebäude Heestweg 10b, 10 a, 10, 8a, 8, 6a, 6, ~~4a/4~~ und Apostelweg 17 ergibt sich ohne Maßnahmen eine deutliche Überschreitung der Anhaltswerte **gemäß DIN 4150 Teil 2 Tabelle 1 Zeile 4 für Wohngebiete** $A_{r,tags} = 0,07$ und $A_{r,nachts} = 0,05$

- tags von bis zu $KB_{FT,r} = ~~0,247~~ 0,263$ sowie
- nachts von bis zu $KB_{FT,r} = ~~0,287~~ 0,277$.

Die Erhöhungen der Erschütterungsimmissionen zwischen der plangegebenen Situation (Nullfall) und der Umsetzung des Vorhabens (Planfall) sind mit bis zu ~~74%~~ **90 %** tags und ~~82%~~ **113 %** nachts zu erwarten, so dass aufgrund **der Überschreitung der Anhaltswerte A_r** und der Erhöhung um 25 % oder mehr eine Überschreitung der Beurteilungskriterien vorliegt. Aufgrund der Überschreitung der Beurteilungskriterien werden Maßnahmen betrachtet.



Abbildung 24: Heestweg und Apostelweg, ohne Maßnahmen

In Abbildung 25 sind die Ergebnisse der Prognose mit Schwellenbesetzung auf beiden Fernbahngleisen angegeben. Für die Wohngebäude Heestweg 10b, 10a, 10, 8a, 8, 6a und

6 ergibt sich weiterhin eine deutliche Überschreitung der Anhaltswerte $A_{r, \text{tags}} = 0,07$ und $A_{r, \text{nachts}} = 0,05$

- tags von bis zu $KB_{\text{FT}r} = 0,218$ **0,232** sowie
- nachts von bis zu $KB_{\text{FT}r} = 0,254$ **0,245**.

Die Erhöhungen der Erschütterungsimmissionen zwischen der plangegebenen Situation (Nullfall) und der Umsetzung des Vorhabens (Planfall) sind mit bis zu 53 % tags und 61 % nachts zu erwarten, so dass aufgrund der Überschreitung der Anhaltswerte A_r und der Erhöhung um 25 % oder mehr eine Überschreitung der Beurteilungskriterien vorliegt. Aufgrund der Überschreitung der Beurteilungskriterien werden ergänzende Maßnahmen betrachtet.





Abbildung 25: Heestweg und Apostelweg, mit Schwellenbesohlung auf den Fernbahngleisen

In Abbildung 26 sind die Ergebnisse der Prognose mit Schwellenbesohlung auf beiden Fernbahngleisen und einem abschnittsweise Betontrög auf dem südlichen Fernbahngleis dargestellt. Mit dieser Maßnahme ergibt sich auch für die Wohngebäude Heestweg 10b, 10 a, 10, 8a, 8, 6a und 6 eine Einhaltung der Beurteilungskriterien.



Abbildung 26: Heestweg und Apostelweg, mit Schwellenbesohlung u. abschnittsweise Betonrog süd. Fernbahngleis

In dem Bereich 6 Heestweg zwischen Heestweg 4 6 bis Apostelweg 17 werden als Maßnahmen besohlte Schwellen auf dem nördlichen Fernbahngleis und abschnittsweise ein

Betontrog mit Schotteroberbau und Unterschottermatte auf dem südlichen Fernbahngleis, wie in Abbildung 26 dargestellt, vorgeschlagen.

~~Es handelt sich in diesem Abschnitt um die Mehrfamilien- und Reihenhäuser Heestweg 4 bis 10b. Für die Reihenhäuser Heestweg 8 a, 10 a, 10 und 10b sind mit der Maßnahme von besohlenen Schwellen auf beiden Fernbahngleisen bei Erhöhungen der Erschütterungsimmissionen zwischen der plangegebenen Situation (Nullfall) und der Umsetzung des Vorhabens (Planfall) der Erschütterungsimmissionen von und damit mehr als 25 % zu erwarten.~~

Für das am nächsten zur Bahnstrecke gelegene ~~Endreihenhaus~~ Reihenendhaus Heestweg 10b ergibt sich in der gebäudespezifischen Prognose mit besohlenen Schwellen auf dem nördlichen Fernbahngleis und abschnittsweise einem Betontrog mit Schotteroberbau und Unterschottermatte auf dem südlichen Fernbahngleis bei Überschreitung der Anhaltswerte mit Erhöhungen von bis zu ~~13 %~~ ~~20 %~~ ~~+28 %~~ tags ~~aus der gebäudespezifischen Prognose~~ eine ~~Einhaltung~~ knappe Überschreitung der Beurteilungskriterien, während sich mit Erhöhungen von bis zu +12 % nachts eine Einhaltung ergibt.

Mit der Maßnahme eines Betontrogs mit Schotteroberbau und Unterschottermatte auf beiden Fernbahngleisen ergibt sich für das Reihenendhaus Heestweg 10b mit einer Verringerung der Erschütterungsimmissionen eine Einhaltung der Beurteilungskriterien; siehe Abschnitt 8.7.

Für das zweite Reihenhaus von der Bahnstrecke, Heestweg 10a, ergeben sich mit den Maßnahmen besohlte Schwellen auf dem nördlichen Fernbahngleis und abschnittsweise einem Betontrog mit Schotteroberbau und Unterschottermatte auf dem südlichen Fernbahngleis aus der gebäudespezifischen Prognose je nach Stockwerksdecke Einhaltungen der Anhaltswerte bzw. auf einer Decke mit Überschreitung der Anhaltswerte mit -7 % tags und +1 % nachts Erhöhungen von deutlich weniger als 25 %, sodass im Heestweg 10a mit diesen Maßnahmen eine Einhaltung der Beurteilungskriterien zu erwarten ist.

Die Kosten für die Maßnahmen wurden pro gelösten Konfliktfall je Schutzeinheit ermittelt, in Tabelle 48 angegeben und die empfohlenen Maßnahmen grau hinterlegt. Für die Maßnahmen von besohlenen Schwellen auf beiden Fernbahngleisen ergeben sich Kosten von ~~431 €~~ ~~345 €~~ ~~338 €~~ pro gelösten Konfliktfall je Schutzeinheit. Für die ergänzenden Teilabschnitte von besohlenen Schwellen auf dem nördlichen Fernbahngleis und einem Betontrog mit Schotteroberbau und Unterschottermatte auf dem südlichen Fernbahngleis ergeben sich aufgrund der hohen Anzahl von Schutzeinheiten zusätzliche Kosten von ~~20535 €~~ ~~10.595 €~~ ~~11.655 €~~ pro gelösten Konfliktfall je Schutzeinheit. Es wird davon ausgegangen, dass die Maßnahme von besohlenen Schwellen auf dem nördlichen Fernbahngleis und abschnittsweise einem Betontrog mit Schotteroberbau und Unterschottermatte auf dem südlichen Fernbahngleis als verhältnismäßig zu bewerten ist.

Die Kosten für die Maßnahmen eines Betontrogs mit Schotteroberbau und Unterschottermatte auf beiden Fernbahngleisen würden den verbleibenden Konfliktfall nachts im Reihenendhaus Heestweg 10b für eine Schutzeinheit lösen und dafür zusätzliche Kosten von 71.040 € auslösen. Es wird davon ausgegangen, dass diese Maßnahme nicht als verhältnismäßig zu bewerten ist.

Tabelle 48: Kosten Maßnahmen Bereich 7 Heestweg

Bereich 7: Heestweg				
	Gebäude	Schutzeinheiten	Kosten in €	
			Summe	pro gelöster Konfliktfall je Schutzeinheit
Anzahl:	24	133		
Länge in m	28			
ohne Maßnahme				
Anzahl nicht eingehalten:	9	93	0	
Maßnahme 1: Besohlte Schwellen (mittelhart) auf beiden Fernbahngleisen				
Anzahl nicht eingehalten	4	4		
Verbesserung zu ohne Maßnahme	5	89	38340	431
Maßnahme 2:				
Abschnittsweise Betontrog bzw. Besohlte Schwellen (mittelhart) auf dem südlichen Fernbahngleis, Besohlte Schwellen (mittelhart) auf dem nördlichen Fernbahngleis				
Anzahl nicht eingehalten	0	0		
Verbesserung zu ohne Maßnahme	9	93	120480	1295
Verbesserung zu Maßnahme 1	4	4	82140	20535

	Gebäude	Schutzeinheiten tags	Schutzeinheiten nachts	Kosten	
				Summe	pro gelöster Konfliktfall je Schutzeinheit
Anzahl	19	142	142		
Länge in m	297				
ohne Maßnahme					
Anzahl nicht eingehalten	9	73	93	0 €	
Maßnahme 1:					
Besohlte Schwellen (mittelhart) auf beiden Fernbahngleisen					
Anzahl nicht eingehalten	7	4	7	53.460 €	
Verbesserung zu ohne Maßnahme	2	69	86	53.460 €	345 €
Empfohlen Maßnahme 2:					
Abschnittsweise Betontrog bzw. Besohlte Schwellen (mittelhart) auf dem südlichen Fernbahngleis, Besohlte Schwellen (mittelhart) auf dem nördlichen Fernbahngleis					
Anzahl nicht eingehalten	0	0	0	170.010 €	
Verbesserung zu ohne Maßnahme	9	73	93	170.010 €	1.024 €
Verbesserung zu Maßnahme 1	7	4	7	116.550 €	10.595 €

Bereich 6: Heestweg					
	Gebäude	Schutzeinheiten tags	Schutzeinheiten nachts	Kosten	
				Summe	pro gelöster Konfliktfall je Schutzeinheit
Anzahl	19	142	142		
Länge in m	259				
ohne Maßnahme					
Anzahl nicht eingehalten	8	74	75	0 €	
Maßnahme 1:					
Besohlte Schwellen (mittelhart) auf beiden Fernbahngleisen					
Anzahl nicht eingehalten	6	5	6	46.620 €	
Verbesserung zu ohne Maßnahme	2	69	69	46.620 €	338 €
Empfohlen Maßnahme 2:					
Abschnittsweise Betontrog bzw. Besohlte Schwellen (mittelhart) auf dem südlichen Fernbahngleis, Besohlte Schwellen (mittelhart) auf dem nördlichen Fernbahngleis					
Anzahl nicht eingehalten	1	1	0	163.170 €	
Verbesserung zu ohne Maßnahme	7	73	75	163.170 €	1.103 €
Verbesserung zu Maßnahme 1	5	4	6	116.550 €	11.655 €
Maßnahme 3:					
Betontrog auf beiden Fernbahngleisen					
Anzahl nicht eingehalten	0	0	0	234.210 €	
Verbesserung zu ohne Maßnahme	8	74	75	234.210 €	1.572 €
Verbesserung zu Maßnahme 1	6	5	6	187.590 €	17.054 €
Verbesserung zu Maßnahme 2	1	1	0	71.040 €	71.040 €

9.8. Bereich 7: Schrankenweg

Der Bereich Schrankenweg befindet sich südlich der Bahnstrecke in einem Gewerbegebiet. Für den Bereich 7 Schrankenweg werden in Abbildung 27 die Ergebnisse der Prognose ohne Maßnahmen angegeben.

Für das Wohngebäude Schweriner Straße in einem Mischgebiet ergibt sich eine Einhaltung des Anhaltswertes $A_{r,tags} = 0,10$ und eine Überschreitung des Anhaltswertes $A_{r,nachts} = 0,07$

- Schweriner Straße 1a $KB_{FTr,tags} = 0,097$ und $KB_{FTr,nachts} = 0,093$,

sowie im

Es ergibt sich für den Schrankenweg 1, 3 und 4 in einem Gewerbegebiet eine Überschreitung des Anhaltswertes $A_{r,tags} = 0,20$ (nicht für Schrankenweg 3) und $A_{r,nachts} = 0,15$

- Schrankenweg 1 $KB_{FTr,tags} = 0,422$ $0,458$ und $KB_{FTr,nachts} = 0,426$ $0,411$,
- Schrankenweg 3 $KB_{FTr,tags} = 0,196$ $0,212$ und $KB_{FTr,nachts} = 0,188$ $0,182$,
- Schrankenweg 4 $KB_{FTr,tags} = 0,293$ $0,318$ und $KB_{FTr,nachts} = 0,290$ $0,280$.

Die Erhöhungen der Erschütterungsimmissionen zwischen der plangegebenen Situation (Nullfall) und der Umsetzung des Vorhabens (Planfall) sind mit bis zu ~~50%~~ **60 %** tags und ~~65%~~ **59 %** nachts zu erwarten, so dass tags aufgrund der Überschreitung der Anhaltswerte A_r und der Erhöhung um 25 % oder mehr eine Überschreitung der Beurteilungskriterien vorliegt. Aufgrund der Überschreitung der Beurteilungskriterien werden Maßnahmen betrachtet.

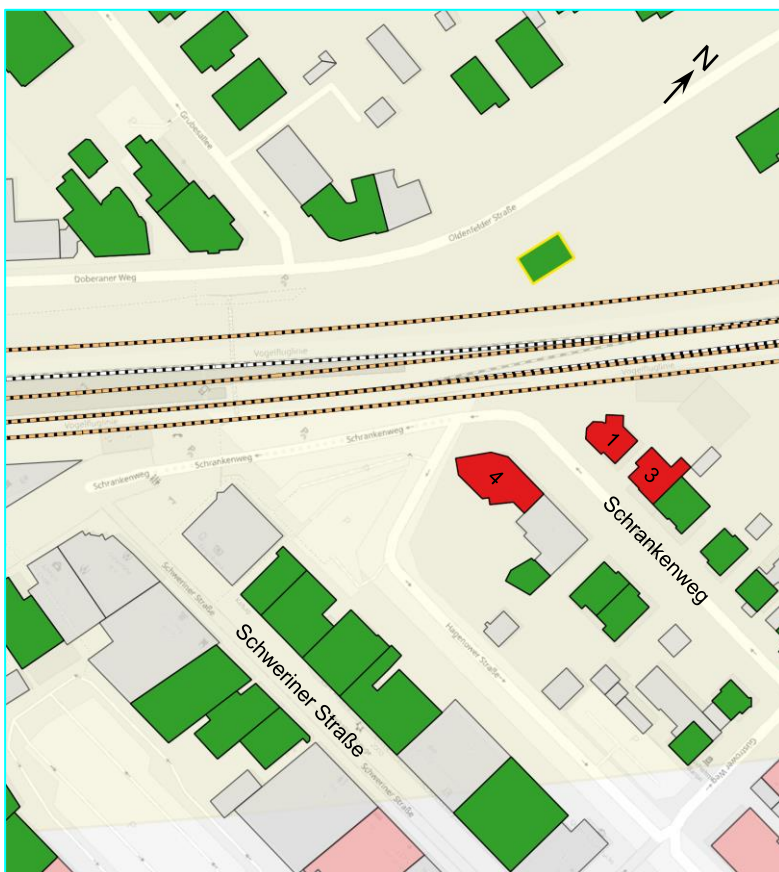


Abbildung 27: Schrankenweg, ohne Maßnahmen

In Abbildung 28 sind die Ergebnisse der Prognose mit der Maßnahme Schwellenbesetzung auf den Fernbahngleisen angegeben.

~~Für das Wohngebäude Schweriner Straße 1a in einem Mischgebiet ergibt sich eine Einhaltung des Anhaltswertes $A_{r,tags} = 0,10$ und eine Überschreitung des Anhaltswertes $A_{r,nachts} = 0,07$~~

- ~~Schweriner Straße 1a $KB_{FTr,tags} = 0,086$ und $KB_{FTr,nachts} = 0,082$,~~

sowie

Es ergibt sich im Schrankenweg in einem Gewerbegebiet eine Überschreitung des Anhaltswertes $A_{r,tags} = 0,20$ (nicht für Schrankenweg 3) und $A_{r,nachts} = 0,15$

- Schrankenweg 1 $KB_{FTr,tags} = 0,374$ ~~0,405~~ und $KB_{FTr,nachts} = 0,377$ ~~0,363~~,
- Schrankenweg 3 $KB_{FTr,tags} = 0,173$ ~~0,188~~ und $KB_{FTr,nachts} = 0,166$ ~~0,161~~,
- Schrankenweg 4 $KB_{FTr,tags} = 0,260$ ~~0,281~~ und $KB_{FTr,nachts} = 0,257$ ~~0,248~~.

Die Erhöhungen der Erschütterungsimmissionen zwischen der plangegebenen Situation (Nullfall) und der Umsetzung des Vorhabens (Planfall) betragen ~~für die Schweriner Straße 1a nachts 11 %~~ und für den Schrankenweg 3 tags 16 % (Anhaltswert bereits eingehalten) und nachts 15 % sowie für den Schrankenweg 4 tags 23 % und nachts 22 % ~~nachts 19 %~~, so dass für diese Gebäude eine Einhaltung der Beurteilungskriterien vorliegt.

Für den Schrankenweg 1 beträgt die Erhöhung tags 32 % ~~41 %~~ und nachts 45 % ~~40 %~~ sowie für den Schrankenweg 4 nachts 15 % und nachts 27 %, so dass tags aufgrund der Überschreitung der Anhaltswerte und der Erhöhung um 25 % oder mehr eine Überschreitung der Beurteilungskriterien vorliegt. Aufgrund der Überschreitung der Beurteilungskriterien werden ergänzende Maßnahmen betrachtet.



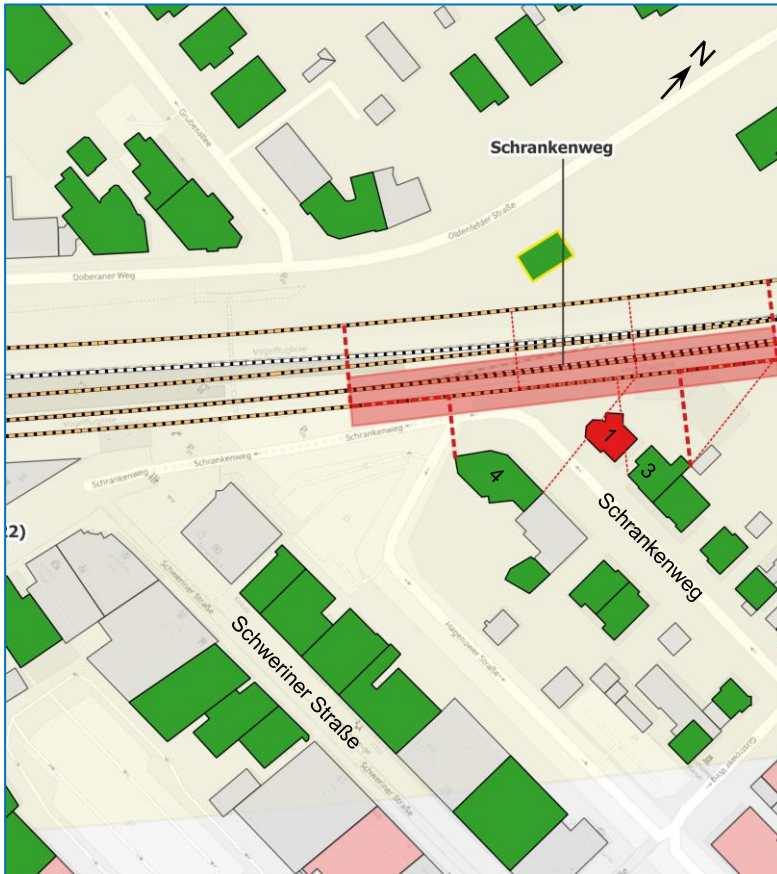


Abbildung 28: Schrankenweg, Schwellenbesohlung auf den Fernbahngleisen

In Abbildung 29 sind die Ergebnisse der Prognose mit Schwellenbesohlung auf beiden Fernbahngleisen und einem abschnittsweise Betontrog auf dem südlichen Fernbahngleis dargestellt. Mit dieser Maßnahme ergibt sich auch für das Wohngebäude Schrankenweg 1 bei einer Überschreitung der Anhaltswerte tags mit $KB_{FT, \text{tags}} = 0,235$ und nachts $KB_{FT, \text{nachts}} = 0,270$, sowie mit einer Erhöhung von 4 % tags und nachts und damit deutlich weniger als 25% und Schrankenweg 4 bei einer Einhaltung der Anhaltswertes tags sowie einer Überschreitung nachts mit einer Verringerung eine Einhaltung der Beurteilungskriterien.

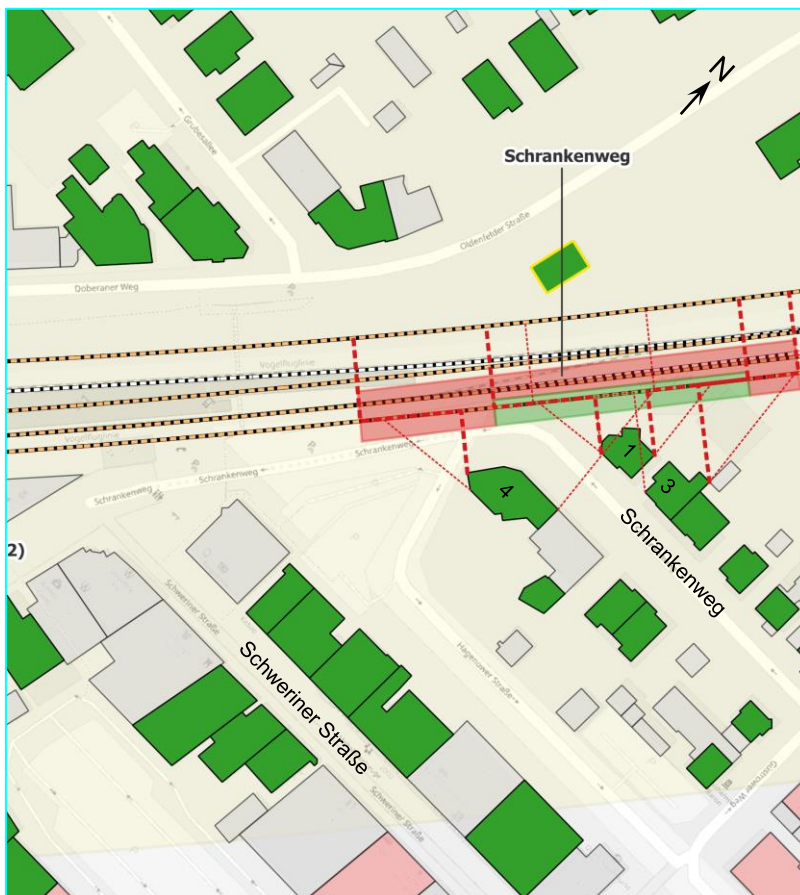
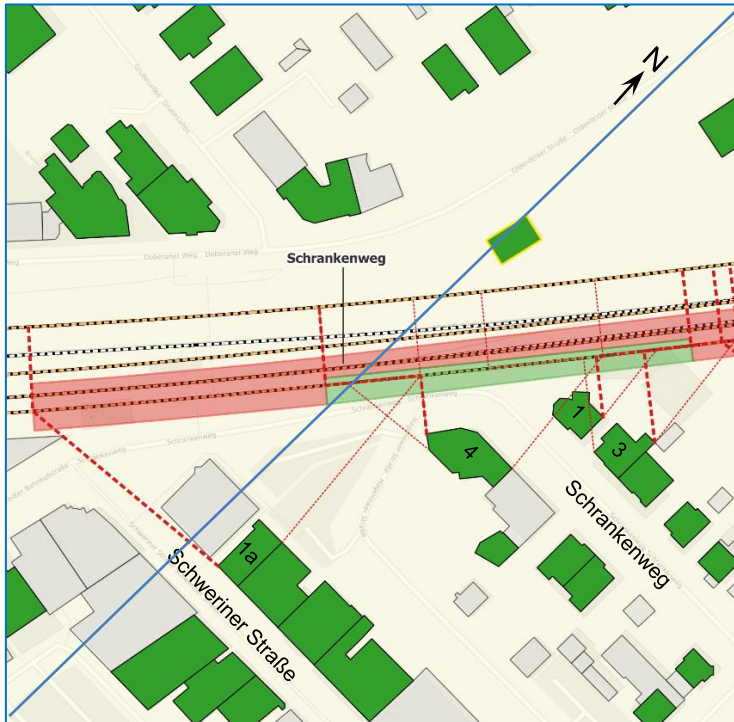


Abbildung 29: Schrankenweg, Schwellenbesohlung auf den Fernbahngleisen u. abschnittsweise Beton-trog auf dem südl. Fernbahngleis

In dem Bereich 87 Schrankenweg wird für die Wohngebäude Schweriner Straße 1a, Schrankenweg 1, 2, 3 und 4 eine Maßnahme mit besohnten Schwellen auf beiden

Fernbahngleisen und abschnittsweise einem Betontrog mit Schotteroberbau und Unterschottermatte, wie in Abbildung 29 dargestellt, vorgeschlagen.

~~Es ergeben sich für diese Wohngebäude ohne Maßnahmen bei Anhaltswertüberschreitung Erhöhungen der Erschütterungsimmissionen zwischen der plangegebenen Situation (Nullfall) und der Umsetzung des Vorhabens (Planfall) von mehr als 25 %. Für das unmittelbar an der Bahnstrecke gelegene Wohngebäude Schrankenweg 1 wurden Erhöhungen von 51 % tags und 60 % nachts prognostiziert.~~

~~Mit der Maßnahme besohlter Schwellen auf beiden Fernbahngleisen ergibt sich für die Wohngebäude Schrankenweg 2 und 4 eine Einhaltung der Beurteilungskriterien, während sich für das Wohngebäude Schrankenweg 1 bei Anhaltswertüberschreitung Erhöhungen von 33 % tags und 41 % nachts ergeben.~~

Im Schrankenweg 1 wurde von dem Eigentümer Zugang zum Wohngebäude am vereinbarten Messtag nicht gestattet. Die Ergebnisse der gebäudespezifischen Prognose für die Wohngebäude und Messobjekte Güstrower Weg 13 Vorherhaus und Hinterhaus lassen sich nicht unmittelbar auf das Wohngebäude Schrankenweg 1 übertragen.

~~In der überschläglichen Prognose im 100 m Korridor ergibt sich für das Wohngebäude Schrankenweg 1 erst mit besohlenen Schwellen auf dem nördlichen Fernbahngleis und einem Betontrog mit Schotteroberbau und Unterschottermatte auf dem südlichen Fernbahngleis eine Erhöhung um weniger als 25 %.~~

Die Kosten für die Maßnahmen wurden pro gelösten Konfliktfall je Schutzeinheit ermittelt, in Tabelle 49 angegeben und die empfohlenen Maßnahmen grau hinterlegt. Für die Maßnahmen von besohlenen Schwellen auf beiden Fernbahngleisen ergeben sich Kosten von ~~2385 €~~ 2.790 € 1.238 € pro gelösten Konfliktfall je Schutzeinheit. ~~Es wird davon ausgegangen, dass die Maßnahme von besohlenen Schwellen auf beiden Fernbahngleisen als verhältnismäßig zu bewerten ist.~~

Für eine ergänzende Maßnahme mit einem Betontrog mit Schotteroberbau und Unterschottermatte auf dem südlichen Fernbahngleis ergeben sich zusätzliche Kosten von ~~66600 €~~ 11.963 € 35.520 € pro zusätzlich gelösten Konfliktfall je Schutzeinheit. Es wird davon ausgegangen, dass die Maßnahme mit besohlenen Schwellen auf den Fernbahngleisen und abschnittsweise einem Betontrog mit Schotteroberbau und Unterschottermatte auf dem südlichen Fernbahngleis ~~nicht~~ als verhältnismäßig zu bewerten ist.

~~Aufgrund der vorliegenden Randbedingungen wird empfohlen, ggf. über die Genehmigungsbehörde, das Eisenbahnbundesamt, Schwingungsmessungen im Schrankenweg 1 zur Ermittlung der Übertragung auf verschiedene Stockwerksdecken für gebäudespezifische Prognosen sowie zur Beweissicherung der gegenwärtigen Erschütterungsimmissionen zu erwirken.~~

Tabelle 49: Kosten Maßnahmen Bereich 7 Schrankenweg

Bereich 8: Schrankenweg				
	Gebäude	Schutzeinheiten	Kosten in €	
			Summe	pro gelöster Konfliktfall je Schutzeinheit
Anzahl:	12	29		
Länge in m	106			
ohne Maßnahme				
Anzahl nicht eingehalten:	3	9	0	
Maßnahme 1: Besohlte Schwellen (mittelhart) auf beiden Fernbahngleisen				
Anzahl nicht eingehalten	1	1		
Verbesserung zu ohne Maßnahme	2	8	19080	2385
Maßnahme 2:				
Abschnittsweise Betonrog bzw. Besohlte Schwellen (mittelhart) auf dem südlichen Fernbahngleis, Besohlte Schwellen (mittelhart) auf dem nördlichen Fernbahngleis				
Anzahl nicht eingehalten	0	0		
Verbesserung zu ohne Maßnahme	3	9	85680	9520
Verbesserung zu Maßnahme 1	1	1	66600	66600

	Gebäude	Schutzeinheiten tags	Schutzeinheiten nachts	Kosten	
				Summe	pro gelöster Konfliktfall je Schutzeinheit
Anzahl	19	54	54		
Länge in m	186				
ohne Maßnahme					
Anzahl nicht eingehalten	4	8	13	0 €	
Maßnahme 1:					
Besohlte Schwellen (mittelhart) auf beiden Fernbahngleisen					
Anzahl nicht eingehalten	2	1	8	33.480 €	
Verbesserung zu ohne Maßnahme	2	7	5	33.480 €	2.790 €
Empfohlen Maßnahme 2:					
Abschnittsweise Betonrog bzw. Besohlte Schwellen (mittelhart) auf dem südlichen Fernbahngleis, Besohlte Schwellen (mittelhart) auf dem nördlichen Fernbahngleis					
Anzahl nicht eingehalten	0	0	0	141.150 €	
Verbesserung zu ohne Maßnahme	4	8	13	141.150 €	6.721 €
Verbesserung zu Maßnahme 1	2	1	8	107.670 €	11.963 €

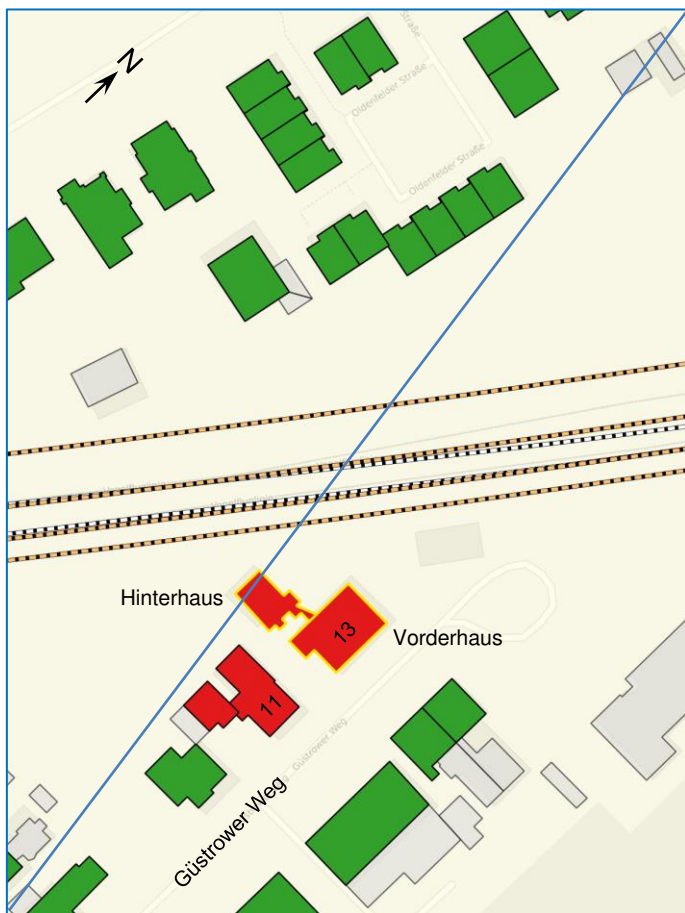
Bereich 7: Schrankenweg					
	Gebäude	Schutzeinheiten tags	Schutzeinheiten nachts	Kosten	
				Summe	pro gelöster Konfliktfall je Schutzeinheit
Anzahl	19	54	54		
Länge in m	110				
ohne Maßnahme					
Anzahl nicht eingehalten	3	9	9	0 €	
Maßnahme 1:					
Besohlte Schwellen (mittelhart) auf beiden Fernbahngleisen					
Anzahl nicht eingehalten	1	1	1	19.800 €	
Verbesserung zu ohne Maßnahme	2	8	8	19.800 €	1.238 €
Empfohlen Maßnahme 2:					
Abschnittsweise Betontrog bzw. Besohlte Schwellen (mittelhart) auf dem südlichen Fernbahngleis, Besohlte Schwellen (mittelhart) auf dem nördlichen Fernbahngleis					
Anzahl nicht eingehalten	0	0	0	90.840 €	
Verbesserung zu ohne Maßnahme	3	9	9	90.840 €	5.047 €
Verbesserung zu Maßnahme 1	1	1	1	71.040 €	35.520 €

9.9. Bereich 8: Güstrower Weg

Für den Bereich 8 Güstrower Weg werden in Abbildung 30 die Ergebnisse der Prognose ohne Maßnahmen angegeben. Für die Wohngebäude im Güstrower Weg südlich der Bahnstrecke in einem Gewerbegebiet ergibt sich eine Überschreitung des Anhaltswertes $A_{r,tags} = 0,20$ (nicht für Güstrower Weg 11) und $A_{r,nachts} = 0,15$ für

- ~~Güstrower Weg 11~~ $KB_{FTr,tags} = 0,161$ und $KB_{FTr,nachts} = 0,153$,
- Güstrower Weg 13 Vorderhaus $KB_{FTr,tags} = 0,287$ $0,311$ und $KB_{FTr,nachts} = 0,284$ $0,274$,
- Güstrower Weg 13 Hinterhaus $KB_{FTr,tags} = 0,461$ $0,500$ und $KB_{FTr,nachts} = 0,467$ $0,451$.

Die Erhöhungen der Erschütterungsimmissionen zwischen der plangegebenen Situation (Nullfall) und der Umsetzung des Vorhabens (Planfall) sind mit bis zu ~~49%~~ 60% tags und ~~64%~~ 58% nachts zu erwarten, so dass tags aufgrund der Überschreitung der Anhaltswerte und der Erhöhung um 25 % oder mehr eine Überschreitung der Beurteilungskriterien vorliegt. Aufgrund der Überschreitung der Beurteilungskriterien werden Maßnahmen betrachtet.



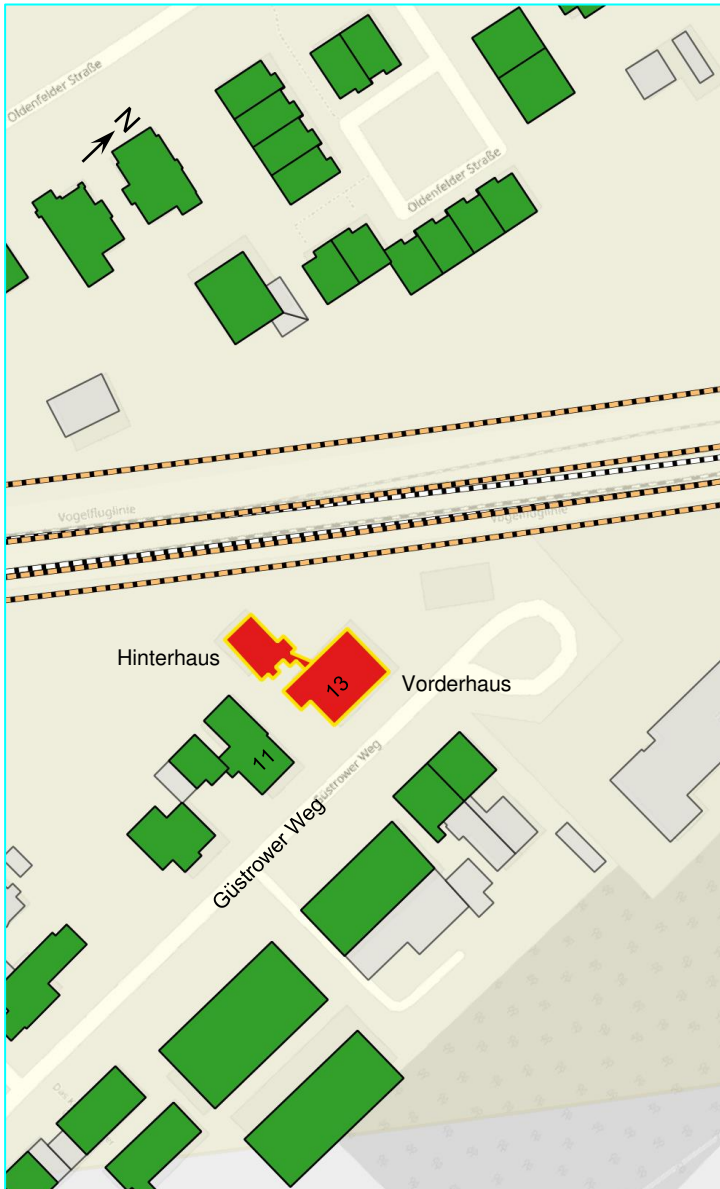


Abbildung 30: Güstrower Weg, ohne Maßnahmen

Mit der Maßnahme Schwellenbesohlung auf den Fernbahngleisen ergibt sich ~~eine Einhaltung der Anhaltswerte tags und nachts für das Wohngebäude~~

- ~~Güstrower Weg 11 $KB_{FTr,tags} = 0,143$ und $KB_{FTr,nachts} = 0,136$,~~

~~und eine Überschreitung des Anhaltswertes $A_{r,tags} = 0,20$ und $A_{r,nachts} = 0,15$ für~~

- Güstrower Weg 13 Vorderhaus $KB_{FTr,tags} = 0,254$ $0,275$ und $KB_{FTr,nachts} = 0,251$ $0,242$,
- Güstrower Weg 13 Hinterhaus $KB_{FTr,tags} = 0,408$ $0,442$ und $KB_{FTr,nachts} = 0,413$ $0,398$.

Die Erhöhungen der Erschütterungsimmissionen zwischen der plangegebenen Situation (Nullfall) und der Umsetzung des Vorhabens (Planfall) betragen für den Güstrower Weg 13 Vorderhaus tags sowie nachts 20 % und damit liegt eine Einhaltung der Beurteilungskriterien vor. Für den Güstrower Weg 13 Hinterhaus sind Erhöhungen mit bis zu ~~31 %~~ 40 % tags und ~~45 %~~ 40 % nachts zu erwarten, so dass tags aufgrund der Überschreitung der Anhaltswerte und der Erhöhung um 25 % oder mehr eine Überschreitung der Beurteilungskriterien vorliegt.

~~In dem Bereich 9 Güstrower Weg wird für die Wohngebäude Güstrower Weg 13 Vorderhaus zur Straße und Hinterhaus zur Bahn eine Maßnahme mit besohlenen Schwellen auf beiden Fernbahngleisen vorgeschlagen.~~

~~Es ergeben sich ohne Maßnahmen bei Erhöhungen der Erschütterungsimmissionen zwischen der plangegebenen Situation (Nullfall) und der Umsetzung des Vorhabens (Planfall) für den Güstrower Weg 13 Vorderhaus zur Straße von 29 % tags und 36 % nachts sowie den Güstrower Weg 13 Hinterhaus zur Bahn (zweigeschossig) von 51 % tags und 59 % nachts.~~

~~Mit der Maßnahme besohlter Schwellen auf beiden Fernbahngleisen ergeben sich bei Anhaltswertüberschreitungen Erhöhungen für den Güstrower Weg 13 Vorderhaus zur Straße von 14 % tags und 20 % nachts sowie den Güstrower Weg 13 Hinterhaus zur Bahn (zweigeschossig) von 33 % tags und 41 % nachts.~~

Für den Güstrower Weg 13 liegen für das Vorderhaus und das Hinterhaus gebäudespezifische Prognosen vor. In diesen Prognosen ergeben sich deutlich geringere Erschütterungsimmissionen und deutlich geringere Erhöhungen.

Für den Güstrower Weg 13 Vorderhaus zur Straße sind ohne Maßnahmen eine Einhaltung der Anhaltswerte für das hier vorliegende Gewerbegebiet und Erhöhungen von weniger als 25 % zu erwarten; siehe Abschnitt 8.10.

Für den Güstrower Weg 13 Hinterhaus zur Bahn ergeben sich bei Überschreitung der Anhaltswerte Erhöhungen zwischen ~~18 %~~ ~~26 %~~ 19 % und ~~37 %~~ ~~35 %~~ 36 %. Unter Berücksichtigung von besohlenen Schwellen auf beiden Fernbahngleisen ergeben sich bei Überschreitung der Anhaltswerte mit bis zu ~~19 %~~ 20 % Erhöhungen von weniger als 25 %; siehe Abschnitt 8.11.

Für die Gebäude Güstrower Weg 13 Vorderhaus zur Straße und Güstrower Weg 13 Hinterhaus zur Bahn wäre mit besohlenen Schwellen eine Einhaltung der Beurteilungskriterien zu erwarten.

In Abbildung 31 sind die Ergebnisse der Prognose mit der Maßnahme Schwellenbesohlung auf den Fernbahngleisen unter Berücksichtigung der gebäudespezifischen Prognose angegeben.



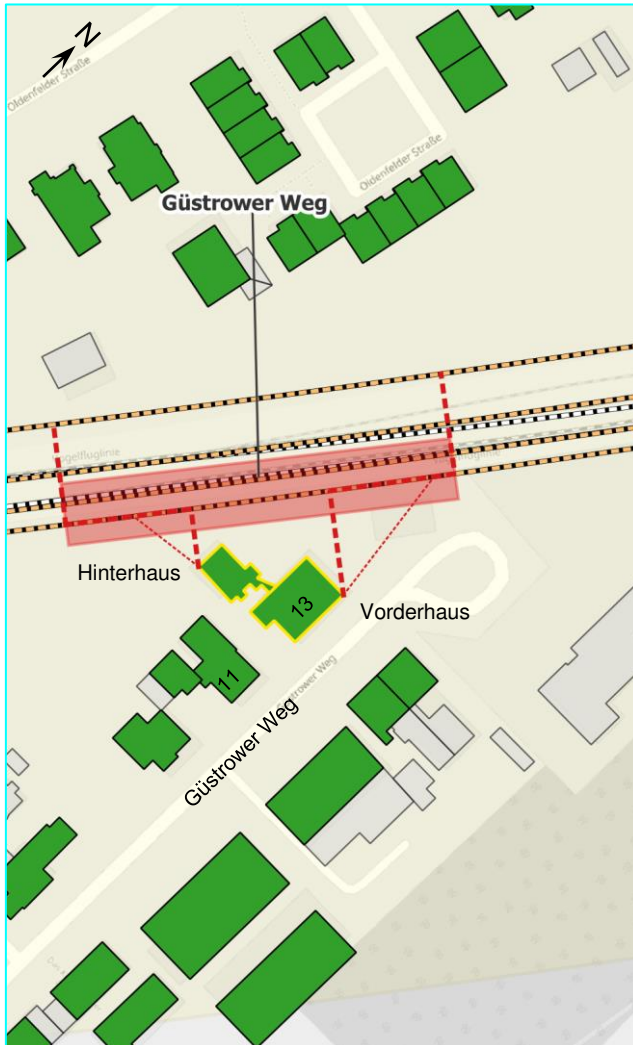


Abbildung 31: Güstrower Weg, Maßnahme besohlte Schwellen auf den Fernbahngleisen

Die Kosten für die Maßnahmen wurden pro gelösten Konfliktfall je Schutzeinheit ermittelt, in Tabelle 50 angegeben und die empfohlenen Maßnahmen grau hinterlegt. Für die Maßnahmen von besohnten Schwellen auf beiden Fernbahngleisen ergeben sich Kosten von ~~3.510 €~~ ~~1.638 €~~ 1.755 € pro gelösten Konfliktfall je Schutzeinheit. Es wird davon ausgegangen, dass die Maßnahme von besohnten Schwellen auf beiden Fernbahngleisen als verhältnismäßig zu bewerten ist.

Tabelle 50: Kosten Maßnahmen Bereich 8 Güstrower Weg

Bereich 9: Güstrower Weg				
	Gebäude	Schutzeinheiten	Kosten in €	
			Summe	pro gelöster Konfliktfall je Schutzeinheit
Anzahl:	2	4		
Länge in m	78			
ohne Maßnahme				
Anzahl nicht eingehalten:	2	4	0	
Maßnahme 1: Besohlte Schwellen (mittelhart) auf beiden Fernbahngleisen				
Anzahl nicht eingehalten	0	0		
Verbesserung zu ohne Maßnahme	2	4	14040	3510

	Gebäude	Schutzeinheiten tags	Schutzeinheiten nachts	Kosten	
				Summe	pro gelöster Konfliktfall je Schutzeinheit
Anzahl	12	49	49		
Länge in m	91				
ohne Maßnahme					
Anzahl nicht eingehalten	4	4	6	0 €	
Empfohlen Maßnahme 1: Besohlte Schwellen (mittelhart) auf beiden Fernbahngleisen					
Anzahl nicht eingehalten	0	0	0	16.380 €	
Verbesserung zu ohne Maßnahme	4	4	6	16.380 €	1.638 €

Bereich 8: Güstrower Weg					
	Gebäude	Schutzeinheiten tags	Schutzeinheiten nachts	Kosten	
				Summe	pro gelöster Konfliktfall je Schutzeinheit
Anzahl	12	49	49		
Länge in m	78				
ohne Maßnahme					
Anzahl nicht eingehalten	2	4	4	0 €	
Empfohlen Maßnahme 1: Besohlte Schwellen (mittelhart) auf beiden Fernbahngleisen					
Anzahl nicht eingehalten	0	0	0	14.040 €	
Verbesserung zu ohne Maßnahme	2	4	4	14.040 €	1.755 €

9.10. Bereich 9: Eichberg

Für den Bereich 9 Eichberg werden in Abbildung 32 die Ergebnisse der Prognose ohne Maßnahmen angegeben. Für das betroffene Wohngebäude Eichberg 1 in einem allgemeinen Wohngebiet ergibt sich eine deutliche Überschreitung des Anhaltswertes $A_{r,tags} = 0,07$ und $A_{r,nachts} = 0,05$ für

- tags $KB_{FT,r,tags} = 0,156$ ~~0,171~~ sowie
- nachts $KB_{FT,r,nachts} = 0,128$ ~~0,126~~.

Die Erhöhungen der Erschütterungsimmissionen zwischen der plangegebenen Situation (Nullfall) und der Umsetzung des Vorhabens (Planfall) sind mit bis zu ~~23%~~ **32%** tags und

~~37 %~~ **33 %** nachts zu erwarten, so dass ~~tags eine Einhaltung und nachts~~ aufgrund der **Überschreitung der Anhaltswerte** und der Erhöhung um 25 % oder mehr eine Überschreitung der Beurteilungskriterien vorliegt. Aufgrund der Überschreitung der Beurteilungskriterien nachts werden Maßnahmen betrachtet.

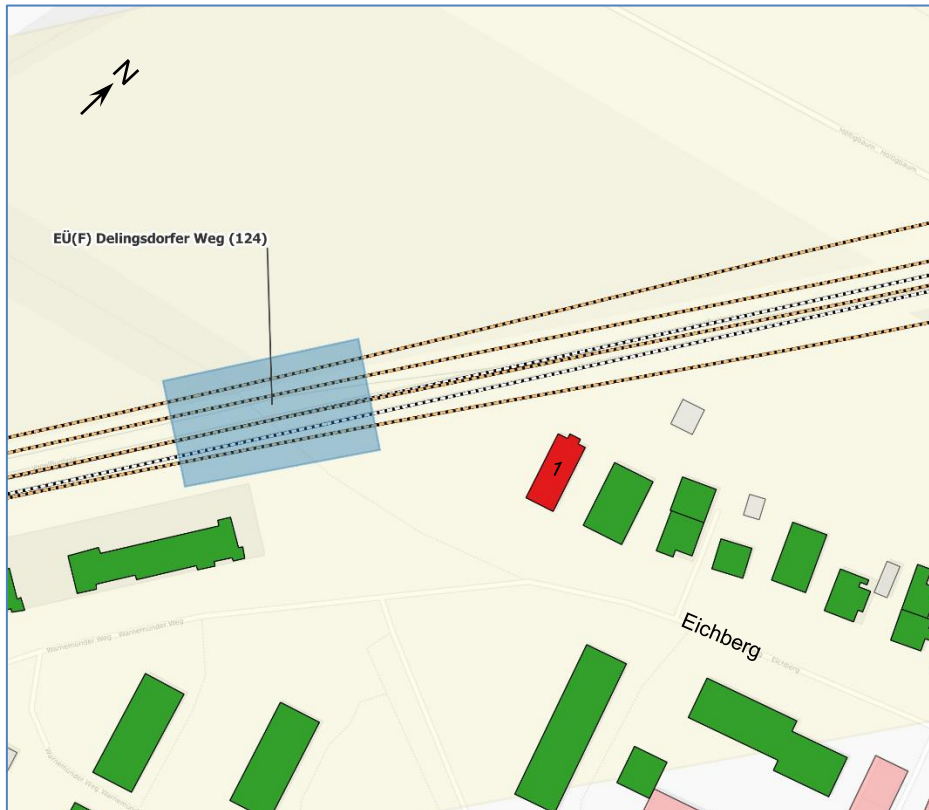


Abbildung 32: Eichberg, ohne Maßnahmen

In Abbildung 33 sind die Ergebnisse der Prognose mit der Maßnahme Schwellenbesetzung auf den Fernbahngleisen angegeben. Mit dieser Maßnahme ergibt sich weiterhin eine Überschreitung der Anhaltswerte $A_{r,tags} = 0,07$ und $A_{r,nachts} = 0,05$ für die betroffenen Wohngebäude

- tags $KB_{FT,r,tags} = ~~0,095~~ 0,104$ sowie
- nachts $KB_{FT,r,nachts} = ~~0,084~~ 0,082$.

Die ~~Veränderungen~~ **Erhöhung** der Erschütterungsimmissionen zwischen der plangegebenen Situation (Nullfall) und der Umsetzung des Vorhabens (Planfall) sind mit ~~-4 %~~ **3 %** tags und ~~14 %~~ **11 %** nachts zu erwarten, so dass mit einer Erhöhung um weniger als 25 % eine Einhaltung Beurteilungskriterien zu erwarten ist.

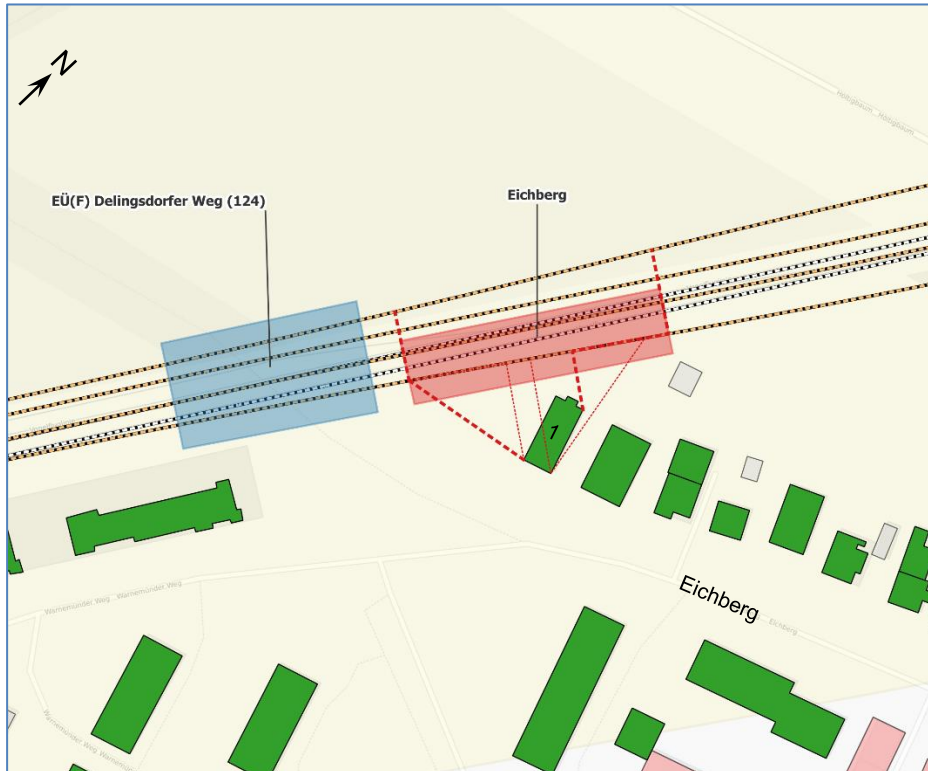


Abbildung 33: Eichberg, mit besohlenen Schwellen

In dem Bereich 109 Eichberg wird für das Gebäude Eichberg 1 eine Maßnahme mit besohlenen Schwellen auf beiden Fernbahngleisen, wie in Abbildung 33 dargestellt, vorgeschlagen.

~~Für das Wohngebäude Eichberg 1 ergeben sich ohne Maßnahmen bei Erhöhungen der Erschütterungsimmissionen zwischen der plangegebenen Situation (Nullfall) und der Umsetzung des Vorhabens (Planfall) von mehr als 25 %. Mit der Maßnahme besohlter Schwellen auf beiden Fernbahngleisen ergibt sich für das Wohngebäude Eichberg 1 mit einer Erhöhung von weniger als 25 % eine Einhaltung der Beurteilungskriterien.~~

Die Kosten für die Maßnahmen wurden pro gelösten Konfliktfall je Schutzeinheit ermittelt, in Tabelle 53 angegeben und die empfohlenen Maßnahmen grau hinterlegt. Für die Maßnahmen von besohlenen Schwellen auf beiden Fernbahngleisen ergeben sich Kosten von 12.240 € 6.120 € pro gelösten Konfliktfall je Schutzeinheit. Es wird davon ausgegangen, dass die Maßnahme von besohlenen Schwellen auf beiden Fernbahngleisen als verhältnismäßig zu bewerten ist.

Tabelle 51: Kosten Maßnahmen Bereich 10 Eichberg

Bereich 10: Eichberg				
	Gebäude	Schutzeinheiten	Kosten in €	
			Summe	pro gelöster Konfliktfall je Schutzeinheit
Anzahl:	3	25		
Länge in m	68			
ohne Maßnahme				
Anzahl nicht eingehalten:	1	1	0	
Maßnahme 1: Besohlte Schwellen (mittelhart) auf beiden Fernbahngleisen				
Anzahl nicht eingehalten	0	0		
Verbesserung zu ohne Maßnahme	1	1	12240	12240

	Gebäude	Schutzeinheiten tags	Schutzeinheiten nachts	Kosten	
				Summe	pro gelöster Konfliktfall je Schutzeinheit
Anzahl	3	25	25		
Länge in m	68				
ohne Maßnahme					
Anzahl nicht eingehalten	1	0	1	0 €	
Empfohlen Maßnahme 1:					
Besohlte Schwellen (mittelhart) auf beiden Fernbahngleisen					
Anzahl nicht eingehalten	0	0	0	12.240 €	
Verbesserung zu ohne Maßnahme	1	0	1	12.240 €	12.240 €

Bereich 9: Eichberg					
	Gebäude	Schutzeinheiten tags	Schutzeinheiten nachts	Kosten	
				Summe	pro gelöster Konfliktfall je Schutzeinheit
Anzahl	3	25	25		
Länge in m	68				
ohne Maßnahme					
Anzahl nicht eingehalten	1	1	1	0 €	
Empfohlen Maßnahme 1:					
Besohlte Schwellen (mittelhart) auf beiden Fernbahngleisen					
Anzahl nicht eingehalten	0	0	0	12.240 €	
Verbesserung zu ohne Maßnahme	1	1	1	12.240 €	6.120 €

10. Nachmessungen

Die Prognosen der erschütterungstechnischen Untersuchungen ergeben unter Berücksichtigung der empfohlenen Maßnahmen Überschreitungen der Beurteilungskriterien, so dass Konfliktfälle verbleiben.

Im PFA 2 betrifft diese Feststellung das Gebäude Tonndorfer Hauptstraße 45 mit einer Seniorenwohnanlage und 46 Schutzeinheiten tags wie nachts sowie das Gebäude Tonndorfer Weg 33 mit 1 Schutzeinheit nachts und das Gebäude Heestweg 10b mit 1 Schutzeinheit nachts.

Es wird vorgeschlagen, sechs Monate nach der Inbetriebnahme des Vorhabens Erschütterungsmessungen vorzunehmen und auf Grundlage der Ergebnisse der Messungen die Immissionen für den Prognose Planfall zu ermitteln. Sofern sich die hier prognostizierte Überschreitung der Beurteilungskriterien bestätigen, ist ein gesondertes Entschädigungsverfahren durchzuführen.

11. Zusammenfassende Bewertung

Zusammenfassend kann für das Vorhaben Neubau S-Bahnlinie S4 (Ost) Hamburg – Bad Oldesloe im Planfeststellungsabschnitt 2 festgestellt werden, dass zur Einhaltung der Beurteilungskriterien für Immissionen aus Erschütterungen und sekundärem Luftschall beim Ausbau von vorhandenen Bahnstrecken der bereichsweise Einsatz von Maßnahmen zum Erschütterungsschutz an den Fernbahngleisen erforderlich wird.

Die Ergebnisse der Prognose zeigen für die Wohngebäude südlich der Bahnstrecke insbesondere zwischen der Eisenbahnüberführung Tonndorfer Hauptstraße und Tonndorfer Weg, zwischen Heestweg und Apostelweg sowie zwischen Schrankenweg und Güstrower Weg eine deutliche Erhöhung der Erschütterungsimmissionen zwischen Nullfall und Planfall ohne Maßnahmen. Diese Erhöhung ist u.a. auf die geplante Lage der Fernbahngleise in einem zum Teil deutlich geringen Abstand als bisher zurückzuführen.

Der Großteil der nördlich der Bahnstrecke gelegenen Wohnbebauung weist dagegen im Planfall einen größeren Abstand zu den Fernbahngleisen auf, als im Nullfall. ~~und~~ Das Vorhaben führt hier – trotz der höheren Verkehrshäufigkeit des näher gelegenen, erschütterungsärmeren S-Bahnbetriebs – insgesamt zu einer deutlichen Verringerung der Erschütterungsimmissionen.

Die Ergebnisse der überschläglichen Prognose sind durch die gebäudespezifische Prognose für einzelne Messobjekte grundsätzlich bestätigt worden. Es ergeben sich für einige gebäudespezifische Prognosen deutlich geringere Immissionen und für einzelne geringfügig höhere Immissionen. Für PFA 2 ~~ergeben~~ ergibt sich aus der überschläglichen Prognose und der gebäudespezifischen Prognose eine deutliche Unterschreitung der Werte der Verfügung des Eisenbahnbundesamtes vom 30.01.2017 zum Vergleich mit der Beurteilungsschwingstärke KB_{FT} von 1.1 tags und 0.7 nachts.

Die Prognosen haben ergeben, dass zwischen der Eisenbahnüberführung Tonndorfer Hauptstraße und Sonnenweg, im Küperstieg, im Tonndorfer Weg, zwischen Heestweg und Apostelweg sowie im Schrankenweg der Einsatz der Maßnahme besohlter Schwellen auf den Fernbahngleisen für Wohngebäude mit einem deutlich geringeren Abstand zu den Fernbahngleisen im Planfall nicht ausreicht, um eine wesentliche Erhöhung der Erschütterungsimmissionen bei Überschreitung der Anhaltswerte zu vermeiden. Mit der Maßnahme besohlter Schwellen ergibt sich ausgehend von ~~761~~ 655²¹ Wohngebäuden im 100 m Korridor eine Verringerung der Anzahl von Wohngebäuden mit einer wesentlichen Erhöhung

²¹ Die georeferenzierten Gebäudedaten wurden im Rahmen der Aktualisierung der Untersuchungen konsolidiert, so dass fragmentierte Gebäudeflächen zusammengefasst sowie nicht schutzbedürftige Flächen wie Gartenschuppen entfernt wurden und sich eine deutliche geringere Anzahl von Gebäuden ergibt.

bei Anhaltswertüberschreitung von ~~55 49 67~~ auf ~~40 43 45~~ tags und von ~~79 110 73~~ auf ~~47 52 49~~ nachts.

Aufgrund der weiterhin vorliegenden Überschreitungen wurde darüber hinaus der Einsatz der Maßnahmen von besohlenen Schwellen auf dem nördlichen Fernbahngleis und eines Betontrogs mit Schotteroberbau und Unterschottermatte auf dem südlichen Fernbahngleis untersucht. Mit diesen Maßnahmen verbleiben ausgehend von ~~761 655~~¹⁷ Wohngebäuden ~~drei zwei fünf~~ Wohngebäude mit einer wesentlichen Erhöhung der Erschütterungen bei Anhaltswertüberschreitung.

Mit diesen Maßnahmen ergibt sich für die Wohngebäude Schrankenweg 1 und 4 sowie Tonndorfer Weg 33 eine Einhaltung der Beurteilungskriterien. Für den Schrankenweg ist von einer Verhältnismäßigkeit der Kosten auszugehen und die Maßnahmen werden dort empfohlen. Für den Tonndorfer Weg 33 ist aufgrund der geringen Anzahl von Schutzeinheiten nicht davon auszugehen, dass die Kosten verhältnismäßig sind und die Maßnahmen werden dort nicht empfohlen.

~~Mit dieser sehr aufwendigen Maßnahme wäre bis auf drei Wohngebäude eine Einhaltung der Beurteilungskriterien bzgl. der wesentlichen Erhöhung zu erwarten.~~

Eine wesentliche Erhöhung ergibt sich weiterhin für ~~das die~~ Wohngebäude Tonndorfer Hauptstraße 45, ~~und~~ Tonndorfer Hauptstraße 59 ~~sowie Heestweg 10b sowie für eine zur Bahn gelegene, eingeschossige Wohngebäudefläche Tonndorfer Weg 31~~²².

Mit dem Einsatz eines Betontrogs mit Schotteroberbau und Unterschottermatte zusätzlich auf dem nördlichen Fernbahngleis ergibt sich bis auf ein Wohngebäude eine Einhaltung der Beurteilungskriterien: Für das Wohngebäude Tonndorfer Hauptstraße 45 ergibt sich weiterhin eine Anhaltswertüberschreitung und eine Erhöhung **geringfügig** oberhalb von 25 %. ~~Auch wenn sich für dieses Gebäude keine Schutzfalllösung ergibt, wird diese Maßnahme mit einer Verringerung der Immissionen vor dem Hintergrund der hohen Anzahl von Schutzeinheiten empfohlen. Es ist davon auszugehen, dass die Verhältnismäßigkeit dieser sehr aufwendigen Maßnahme für einzelne Wohngebäude mit einer geringen Anzahl Schutzeinheiten für die eingeschossige Wohngebäudefläche Tonndorfer Weg 31 und für das Wohngebäude Schrankenweg 1 nicht gegeben ist.~~ Für das Reihenhendhaus Heestweg 10b ist aufgrund der geringen Anzahl von Schutzeinheiten nicht davon auszugehen, dass die Kosten verhältnismäßig sind und die Maßnahmen werden dort nicht empfohlen.

Die Ergebnisse der Prognose werden in Kapitel 9 für die zur Einhaltung der Beurteilungskriterien erforderlichen Maßnahmen mit der dafür erforderlichen Länge und Kosten betrachtet sowie Empfehlungen zur Umsetzung der Maßnahmen gegeben.

Auf dieser Grundlage werden Streckenbereiche mit dem Einsatz von Maßnahmen auf den Fernbahngleisen mit besohlenen Schwellen sowie einem Betontrog mit Schotteroberbau und Unterschottermatte vorgeschlagen (Tabelle 52) und in der Unterlage ~~16.4 16.3.1~~ in Karten einschließlich der verbleibenden ungelösten Konfliktfälle dargestellt.

Als ungelöste Konfliktfälle verbleiben mit einer Erhöhung der Immissionen von ~~mehr als~~ 25 % ~~oder mehr~~ bei Anhaltswertüberschreitung ~~das die~~ Wohngebäude Tonndorfer Hauptstraße 45, ~~die eingeschossige Wohngebäudefläche Tonndorfer Weg 31, die und, das~~

²² Das Gebäude Tonndorfer Weg 31 existiert nicht mehr.

Wohngebäude Tonndorfer Weg 33 und das Reihenhedhaus Heestweg 10b und ~~Schran-~~
~~kenweg-1~~. Sofern die sechs Monate nach Inbetriebnahme vorgeschlagenen Messungen
die hier prognostizierte Überschreitung der Beurteilungskriterien bestätigen, ist ein geson-
dertes Entschädigungsverfahren durchzuführen.

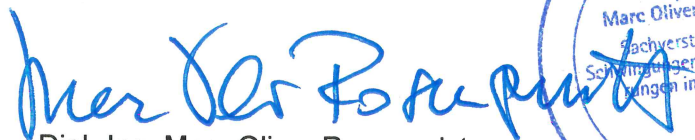
Tabelle 52: Maßnahmen zum Erschütterungsschutz

Ifd. Nr.	Strecken-km 1120		Betontrog mit Unterschottermatte und Schotteroberbau Länge		Schwellenbesohlung Länge	
	von	bis	1120 Nord	1120 Süd	1120 Nord	1120 Süd
Bereich 0: Tonndorfer Hauptstraße						
0	56,603	56,513	-	-	90 m	90 m
Bereich 1: Tonndorfer Hauptstraße						
1	54,760	54,669 54,470	91 m 290 m	91 m 290 m	-	-
2	54,669	54,608 54,649	-	61 m 20 m	61 m 20 m	-
3	54,608	54,541 54,522	67 m 127 m	67 m 127 m	-	-
4	54,541 54,522	54,470	-	71 m 52 m	71 m 52 m	-
Bereich 2: Küperstieg						
5 2	54,318 54,366	54,013 54,319	-	305 m -	305 m 47 m	- 47 m
6 3	54,319	54,012	-	307 m	307 m	-
7	54,012	54,003	-	-	9 m	9 m
Bereich 3: Küperkoppel West						
6 8	53,963 53,975	53,906 53,971	-	57 m -	57 m 9 m	- 9 m
7 9 4	53,906 53,971	53,869 53,903	-	- 68	37 m 68 m	37 m -
10 5	53,903	53,857	-	-	46 m	46 m
Bereich 4: Küperkoppel Ost						
8 11 6	53,723 53,827 53,743	53,415	-	-	308 m 412 m 328 m	308 m 412 m 328 m
Bereich 5: Tonndorfer Weg West						
10 12 7	53,163 53,143	53,030	-	-	83 m 113 m	83 m 113 m
Bereich 6: Tonndorfer Weg Ost						
11	53,070	53,030	-	-	40 m	40 m
Bereich 7 6: Heestweg						
12 13	52,168 52,208	52,140 52,170	-	-	28 m 38 m	28 m 38 m
13 14 8	52,140 52,170	52,066 52,065	-	74 m 105 m	74 m 105 m	-
14 15 9	52,066 52,065	51,955 51,911	-	-	111 m 154 m	111 m 154 m
Bereich 8 7: Schrankenweg						
15 16 10	51,514 51,591 51,515	51,408 51,515 51,482	-	-	106 m 76 m 33 m	106 m 76 m 33 m
17 11	51,515 51,482	51,418	-	97 m 64 m	97 m 64 m	-
18 12	51,418	51,405	-	-	13 m	13 m
Bereich 9 8: Güstrower Weg						
16 19 13	51,392 51,405 51,392	51,314	-	-	78 m 91 m 78 m	78 m 91 m 78 m
Bereich 10 9: Eichberg						
17 20 14	50,496	50,428	-	-	68 m	68 m

Ifd. Nr.	Strecken-km 1120		Betontrog mit Unterschottermatte und Schotteroberbau Länge		Schwellenbesohlung Länge	
	von	bis	1120 Nord	1120 Süd	1120 Nord	1120 Süd
			158 m 218 m 290 m	726 m 867 m 834 m	1427 m 1.720 m 1424 m	859 m 1071 m 880 m
	Summe:		884 m 1.085 m 1.124 m		2286 m 2.791 m 2.304 m	
	Kosten:		1.200 € / m Gleis		90 € / m Gleis	
			1.060.800 € 1.302.000 € 1.348.800 €		205.740 € 251.190 € 207.360 €	

Hamburg, den ~~19.04.2019~~ 14.02.2023 30.08.2023

baudyn GmbH



Dipl.-Ing. Marc Oliver Rosenquist

- Geschäftsführer baudyn GmbH -

