

Verkehrsprojekt Deutsche Einheit Schiene Nr. 8

Ausbaustrecke Nürnberg – Ebensfeld




PFA 13 Güterzugstrecke Abzweig Kleinreuth – Eltersdorf

km G 4,500 – km G 13,526

Umbau Strecke 5950 Nürnberg Rbf – Fürth Gbf
Neubau Strecke 5955 Abzweig Kleinreuth - Eltersdorf

Anlage 13.3.1

Erschütterungstechnische Untersuchung – Endzustand

Genehmigungsvermerk Eisenbahn-Bundesamt		
0	Antragsfassung 4. Planänderung	30.09.2020
Index	Änderungen bzw. Ergänzungen	Planungsstand
Vorhabenträger:		
 DB Netz AG Sandstraße 38-40 90443 Nürnberg	 DB Station&Service AG Bahnhofsplatz 9 90443 Nürnberg	 DB Energie GmbH Südwestpark 48 90449 Nürnberg
Vertreter der Vorhabenträger:		Verfasser:
 DB Netz AG Großprojekt VDE 8 Äußere-Cramer-Klett-Straße 3 90489 Nürnberg Nürnberg, den 30.09.2020 		 Planen + Beraten GmbH Burgschmietstraße 2-4 90419 Nürnberg Nürnberg, den 30.09.2020 

Inhaltsverzeichnis

1	DURCHFÜHRUNG DES PLANRECHTSVERFAHREN.....	1
1.1	Projektbeschreibung	2
1.2	Aufgabenstellung	2
2	GRUNDLAGEN DER ERSCHÜTTERUNGSTECHNISCHEN UNTERSUCHUNG....	4
2.1	Beurteilungsgrundlagen	5
2.1.1	Erschütterungen bezogen auf den Menschen (DIN 4150 Teil 2)	5
2.1.2	Erschütterungen bezogen auf Gebäude (DIN 4150 Teil 3).....	8
2.1.3	Sekundärer Luftschall	8
2.2	Prognoseberechnung	9
2.2.1	Prognose der Erschütterungen	9
2.2.2	Prognose des sekundären Luftschalls	11
2.3	Maßnahmen zu Minderung von Erschütterungen	12
2.3.1	Hochelastische Schienenbefestigung	12
2.3.2	Schwellenbesohlung.....	12
2.3.3	Trogbauwerk mit Unterschottermatte	12
2.3.4	Masse-Feder-System (MFS).....	12
2.3.5	Maßnahmen am Ausbreitungsweg	12
2.3.6	Maßnahmen am Gebäude	13
2.4	Auswahl der Schutzmaßnahmen	13
3	DURCHGEFÜHRTE SCHWINGUNGSMESSUNGEN	14
4	ERGEBNISSE DER PROGNOSE	15
4.1	Erschütterungsprognose.....	15
4.2	Ergebnisse der untersuchten Gebäude.....	15
4.3	Ermittlung des allgemeinen Betroffenheitskorridors	16
5	BESTIMMUNG ERSCHÜTTERUNGSMINDERNDER MAßNAHMEN.....	18
5.1	Bestimmung von Schutzmaßnahmen	18
5.1.1	Bereich Nürnberg, Regelsbacher Straße 56, km 5,3.....	18
5.1.2	Bereich Nürnberg, Konradstraße, km 8,05 – 8,35.....	19
5.1.3	Bereich Fürth, Kronacher Wende / Ronhofer Hauptstraße, km 12,85	20
5.2	Ergebnisse der Prognose mit erschütterungsmindernden Maßnahmen	20
5.3	Zusätzliche Messungen aus dem Tunnelrohbau.....	21
6	ZUSAMMENFASSUNG.....	22
	LITERATURVERZEICHNIS	23

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Anhaltswerte A gemäß DIN 4150, Teil 2	6
Tabelle 2:	Aus der 24. BImSchV abgeleitete zumutbare Innenraumpegel	9
Tabelle 3:	Erschütterungsreduzierende Maßnahmen und Kostenschätzung	13
Tabelle 4:	Einwirkungsbereiche ohne Erschütterungsschutzmaßnahmen	16
Tabelle 5:	Erschütterungsschutzmaßnahmen im PFA 13	21

Anhang

Anhang 0:	Bestätigung der Zugzahlen für die Güterzugstrecke 5950 und 5955
Anhang 1:	Betriebsprogramm Prognose 2030
Anhang 2:	Einfügedämmwerte erschütterungsreduzierender Maßnahmen
Anhang 3:	Angesetzte Körperschall-Emissionen, Max-Hold –Werte und Leq-Werte Entfernungsbedingte Körperschall-Pegelabnahme im Boden
Anhang 4:	
Ergebnistabelle 1:	Beurteilung der Erschütterungen an den messtechnisch untersuchten Objekten
Ergebnistabelle 2:	Beurteilung des sekundären Luftschalls an den messtechnisch unter- suchten Objekten
Anhang 5:	
Abwägungstabelle:	Gebäude ohne Kenntnis der Deckenbauweise

Abkürzungsverzeichnis

AEG	Allgemeines Eisenbahngesetz
A _o	Oberer Anhaltswert
A _r	Anhaltswert für die Beurteilungsschwingstärke
A _u	Unterer Anhaltswert
BAB	Bundesautobahn
BauGB	Baugesetzbuch
BauNVO	Baunutzungsverordnung
BD	Betondecke
Bf	Bahnhof
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BImSchV	Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz
dB (A)	Dezibel (A bewerteter Schallpegel)
DB AG	Deutsche Bahn AG
DIN®	Verbandzeichen des Deutschen Instituts für Normung e.V.
EBA	Eisenbahn-Bundesamt
ESM	Erschütterungsschutzmaßnahme
EWB	Einwirkungsbereiche Erschütterungen
G	Gewerbegebiet (Nutzungsart) in Immissionsergebnistabellen
HBD	Holzbalkendecke
Hz	Hertz (Einheit der Frequenz)
KB	“KB-Wert”: bewertete Schwingstärke
l	Länge der Züge (Schall 03)
ldB	links der Bahn
lg	Dekadischer Logarithmus (Basis 10)
L _r	Beurteilungspegel in dB(A)
M	Maßstab
M	Misch-, Kern- oder Dorfgebiet (Nutzungsart) in Immissionsergebnistabellen
MFS	Masse-Feder-System
OG	Obergeschoss
PFA	Planfeststellungsabschnitt
PfG	Planfeststellungsgrenze
Rbf	Rangierbahnhof
rdB	rechts der Bahn
SF	Schutzfall
S-V	Sondergebiet Verwaltung
S-Sch	Sondergebiet Schule
SB	Schwellenbesohlung
Tsd. €	Tausend Euro
USM	Unterschottermatte
v	Geschwindigkeit
VDI	Verband Deutscher Ingenieure
W	Reines oder allgemeines Wohngebiet (Nutzungsart) in Ergebnistabellen
WE	Wohneinheit

1 DURCHFÜHRUNG DES PLANRECHTSVERFAHREN

Das Planfeststellungsverfahren „PFA 13 Güterzugstrecke“ wurde 1994 in den Grenzen von km G 4,935 bis km G 13,500 eingeleitet, öffentlich ausgelegt und erörtert. 1996 folgten drei Planänderungsverfahren, die ebenfalls erörtert wurden.

- 1. Planänderung: Rothenburger Straße
- 2. Planänderung: Befahrbarkeit des Tunnel Pegnitz
- 3. Planänderung: Verschiebung Baustelleneinrichtung Kronach

Als Vorhabenträgerin fungierte damals die Planungsgesellschaft Bahnbau Deutsche Einheit mbH (PB DE). Nach Auflösung dieser Gesellschaft wurde die

DB Netz AG
Abteilung Großprojekt VDE 8
Äußere Cramer-Klett-Straße 3
90489 Nürnberg

mit der Durchführung des Vorhabens betraut.

Bei der Planung haben sich gegenüber der erörterten Planung zwischenzeitlich folgende wesentliche Änderungen ergeben:

- Verlängerung der Neubaustrecke und damit des 4-gleisigen Bahnausbaus um ca. 330 m in Richtung Nürnberg Rbf mit neuer Planfeststellungsgrenze bei km G 4,5.
- Verzicht auf die Erdmodellierungen und den Lärmschutzwall im Tiefen Feld
- Umstellung des Tunnelvortriebs auf einen Schildtunnel mit Tunnelverlängerung nach Norden über die Planfeststellungsgrenze hinaus
- Neuverortung der Notausgänge des Pegnitztunnels
- Reduzierung der Entwurfsgeschwindigkeit mit Trassierungsänderung im Abschnitt Leyher Straße bis Pegnitzquerung

Durch die Trassierungsänderung in Streckenmitte hat sich die Trasse um ca. 26 m verlängert, sodass an der lokal unveränderten Planfeststellungsgrenze zum Abschnitt 16 die neue Trassierung mit der Stationierung km G 13,526 endet.

In Folge dieser Planungsänderungen muss nun ein umfassendes 4. Planänderungsverfahren durchgeführt werden. Hierzu werden die Planfeststellungsunterlagen komplett durch die vorliegenden neuen Unterlagen ersetzt, nochmals ausgelegt und erörtert. Die bisherigen Einwendungen bleiben Bestandteil des Verfahrens.

1.1 Projektbeschreibung

Im Zuge des Verkehrsprojektes Deutsche Einheit Nr. 8 soll zur Entlastung des Knotenbahnhofes Fürth eine neue Güterzugstrecke von Nürnberg Großreuth nach Eltersdorf erstellt werden, die im Stadtbereich Nürnberg/Fürth größtenteils unterirdisch im Pegnitztunnel verläuft.

Diese neu zu erstellende Strecke Nürnberg Kleinreuth – Eltersdorf beginnt mit den Ausfädelweichen bei km G 4,5 auf der Strecke 5950 Nürnberg Rbf – Fürth Gbf im Bereich Nürnberg Großreuth zwischen den Kreuzungen mit der Bahnlinie Nürnberg – Ansbach – Schnelldorf und der Wallensteinstraße.

Da die neue Bahnlinie zuerst die Gleislage der bestehenden Strecke nutzt, müssen deren Gleise bis zum Bf Großmarkt auf die Außenseite des um ca. 20 m zu verbreiternden Bahnkörper verlegt werden. Die hier bahnparallel verlaufenden Straßen und Wege müssen in Folge entsprechend verschoben werden.

Am Ende des Gleisbogens im Tiefen Feld geht die Gradiente der Neubaustrecke in eine 12,5 ‰ steile und 1,7 km lange Südrampe zum Pegnitztunnel über. Nach einem 710 m langen Rampentrogbauwerk erreicht die Strecke so bei km G 6,2 auf Höhe des Sportvereins das Südportal des 7,5 km langen Pegnitztunnels. Dieser fädelt aus der mittigen Gleislage in eine östliche Parallellage am Fuße des Bahndammes aus, passiert den Großmarkt und löst sich nördlich der Leyher Straße aus der Bündelung mit der bestehenden Bahnlinie.

Mittels einer freien S-förmigen Trassierung wird der Zwangspunkt der Kläranlage Nürnberg westlich umfahren und nach der Pegnitzquerung die Bündelung mit der BAB A73 aufgenommen. Die Pegnitz wird bei km G 9,15 direkt unter der BAB-Brücke gequert, wobei die Tunnelüberdeckung zur BAB ca. 16 m beträgt. In diesem Höhenabstand folgt der Tunnel der rechten BAB-Fahrspur auf einer Länge von ca. 3,6 km bis zum Fürther Ortsteil Kronach. Hier fädelt der Tunnel auf die BAB-Ostseite aus und beginnt mit der 12,5 ‰ steilen Nordrampe aufzutauchen.

An der Planfeststellungsgrenze bei km G 13,526 liegt die Trasse noch in Tunnel-lage ca. 45 m nördlich des Bucher Landgrabens und ca. 174 m vor dem Nordportal.

Entlang des Pegnitztunnels werden 7 Notausgänge mit Rettungsplätzen ausgewiesen.

1.2 Aufgabenstellung

Der gegenständliche Bericht enthält die erschütterungstechnische Untersuchung für den Planfeststellungsabschnitt PFA 13.

Im vorliegenden Planfeststellungsabschnitt könnte die Bebauung in folgenden Stadtteilen von Nürnberg und Fürth von Immissionen aus dem Schienenverkehr

betroffen sein: Großreuth, Kleinreuth, Gaismannshof, Höfen, Leyh, Muggenhof, Doos, Espan, Poppenreuth, Ronhof und Kronach.

Im Wesentlichen sind folgende Baumaßnahmen vorgesehen:

- Neubau eines 3. und 4. Streckengleises im Süden
- Aufweitung der 2 -gleisigen Bestandsstrecke und Führung der Güterzugstrecke im Tunnel gebündelt mit bestehender Strecke
- Neubau einer 2 -gleisigen Strecke im Tunnel

Daraus ergibt sich:

- geändertes Betriebsprogramm
- geänderte Gleislage
- sowie Streckenneubau

Zu der erschütterungstechnischen Detailuntersuchung zählen:

- die Durchführung von Messungen der Emissionen
- die Durchführung von Beweissicherungsmessungen in Gebäuden
- die Durchführung von Übertragungsmessungen in Gebäuden
- die Durchführung von Ausbreitungsmessungen
- die Durchführung der Erschütterungsprognose
- die Durchführung der Prognose für den sekundären Luftschall
- die Ausarbeitung von Erschütterungsschutzkonzepten

Im Rahmen der erschütterungstechnischen Untersuchung wird auf der Grundlage von Messergebnissen und Literaturwerten eine Prognose erstellt, um die Auswirkungen des Streckenbetriebs abschätzen zu können und ggf. Schutzmaßnahmen zu ermitteln.

Die Beurteilung der prognostizierten Schwinggeschwindigkeiten findet anhand der einschlägigen Regelwerke statt.

2 GRUNDLAGEN DER ERSCHÜTTERUNGSTECHNISCHEN UNTERSUCHUNG

Erschütterungsimmissionen bestehen aus - fühlbaren - mechanischen Schwingungen (Vibrationen, Erschütterungen), und - hörbarem - sekundären Luftschall, der durch die Schallabstrahlung schwingender Raumbegrenzungsflächen entsteht. Sie können schädliche Umwelteinwirkungen im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes [1] sein, die nach Möglichkeit vermieden werden sollten. Unvermeidliche schädliche Umwelteinwirkungen sollen auf ein Mindestmaß beschränkt werden.

Die DB Richtlinie 820.2050 „Grundlagen des Oberbaus, Erschütterungen und sekundärer Luftschall“ [9] mit den Anhängen A01 bis A06 beschreibt die Vorgehensweise bei der Erstellung von Erschütterungsprognosen für den Schienenverkehr. Sie beschreibt zu diesem Zweck die Grundsätze und Regelungen für die Messung, für die Prognose und die Beurteilung der Auswirkungen von Erschütterungen und sekundärem Luftschall. Die Richtlinie ist anzuwenden:

- beim Neubau von Eisenbahninfrastruktur oder
- bei der Änderung von Eisenbahninfrastruktur

Die Richtlinie verweist u.a. auf die folgenden besonders zu beachtenden Normen:

- DIN 4150-2 (Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden) [7]
- DIN 4150-3 (Einwirkungen auf bauliche Anlagen) [8]

Die Ausbreitung der Erschütterungen im Erdboden ist von den Eigenschaften der Erschütterungsquelle, den Bodeneigenschaften und dem Abstand zur Erschütterungsquelle abhängig. Das heißt auch, dass je nach Ausdehnung der Erschütterungsquelle, der Art der Anregung, sowie durch Bodenschichtung und Position der Anregung die Übertragungseigenschaften des Bodens in gewissem Maß variieren können. Die Übertragungseigenschaften des Erdbodens sind frequenzabhängig, wobei in der Regel tiefe Frequenzen eine geringere Dämpfung als hohe Frequenzen erfahren.

Die in den beurteilungsrelevanten Gebäudeteilen auftretenden Schwingungen hängen maßgeblich von den Gebäudeeigenschaften und den Wechselwirkungen zwischen Gebäude und Erdboden ab.

Zur Prognose und Beurteilung der erschütterungstechnischen Situation liegen folgende projektspezifische Unterlagen vor:

- Ortsbesichtigung vom März 2011 und folgend, durchgeführt von OBERMEYER Planen+Beraten GmbH
- Erschütterungsmessungen zur Ermittlung der Übertragungseigenschaften von Gebäuden und des Bodens (Mai 2009, März 2011) sowie der Emissionen der Güterzüge, durchgeführt von OBERMEYER Planen+Beraten GmbH
- Bebauungs- und Flächennutzungspläne der Städte Nürnberg und Fürth

- CAD-Pläne, Stand der Genehmigungsplanung, erstellt von der OBERMEYER Planen+Beraten GmbH
- Zugzahlen der Strecke 5900, BVWP Prognose 2030, Stand KW 38/19, DB Netz AG, siehe Anhang 1
- Zugzahlen der Strecke 5950, Prognose Nullfall 2030, Stand KW 38/19, DB Netz AG, siehe Anhang 1
- Zugzahlen der Strecken 5950 und 5955, BVWP 2030, Stand KW 12/19, DB Netz AG, siehe Anhang 1
- Emissionsspektren, gemessene Spektren an der Tunnelwand im Einmalberg-Tunnel [14]

In Kapitel 2.1 werden die Beurteilungsgrundlagen näher beschrieben. In Kapitel 2.2 werden die Grundlagen zur Prognoseberechnung aufgeführt. Die Darstellung der Prognoseberechnung unter Berücksichtigung der projektspezifischen Rahmenbedingungen erfolgt in Kapitel 4.

2.1 Beurteilungsgrundlagen

Die Beurteilung der Erschütterungsimmissionen aus dem Bahnbetrieb wird nach dem Anhang A03 der DB Richtlinie 820.2050 [12] vorgenommen. Die Richtlinie verweist dabei auf folgende Normen:

- DIN 4150-2 (Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden) [7]
- DIN 4150-3 (Einwirkungen auf bauliche Anlagen) [8]

Die Beurteilung des sekundären Luftschalls erfolgt ebenfalls nach dem Anhang A03 der DB Richtlinie 820.2050. In Anlehnung an die 24. BImSchV [4] werden hier Immissionsrichtwerte für zumutbare Innenschallpegel, im Weiteren als Anhaltswerte des sekundären Luftschalls bezeichnet, genannt.

2.1.1 Erschütterungen bezogen auf den Menschen (DIN 4150 Teil 2)

Gemäß Punkt 1 (Anwendungsbereich) der DIN 4150-2 „[...] werden Anforderungen und Anhaltswerte genannt, bei deren Einhaltung erwartet werden kann, daß in der Regel erhebliche Belästigungen von Menschen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen vermieden werden. [...]“. Zur Schutzbedürftigkeit von Schulen, Menschen am Arbeitsplatz (wie z.B. in Büroräumen) und von Kindergärten wird keine Aussage getroffen.

Grundlage zur Beurteilung von Erschütterungen in Bezug auf den Menschen sind KB-Werte (bewertete Schwingschnelle). Der $KB_{F_{max}}$ -Wert ist die maximale bewertete Schwingstärke, die „während der jeweiligen Beurteilungszeit (einmalig oder wiederholt) auftritt und der zu untersuchenden Ursache zuzuordnen ist.“ Die KB-Werte sind am Fußboden eines (Wohn-)Raumes zu ermitteln und dann mit den Anhaltswerten aus der DIN 4150-2 zu vergleichen.

Liegen die Erschütterungen stets unter dem unteren Anhaltswert (A_u), so sind die Anforderungen der DIN 4150-2 eingehalten. Bei einer Überschreitung des oberen

Anhaltswertes (A_o) sind die Kriterien i.d.R. nicht eingehalten (Ausnahmen gelten beim Schienenverkehr und bei Sprengungen). Liegt mindestens ein KB_{Fmax} -Wert über dem A_u wird im Falle von Erschütterungen aus dem Schienenverkehr und Bauerschütterungen die Beurteilungs-Schwingstärke (KB_{FTr}) ermittelt und mit dem A_r („Anhaltswert zum Vergleich mit Beurteilungs-Schwingstärke“) verglichen. Bei der Bildung des KB_{FTr} werden Häufigkeit, Dauer und Intensität der Erschütterungen berücksichtigt.

Die Beurteilung der Erschütterungen aus dem Schienenverkehr erfolgt gemäß Punkt 6.5 der DIN 4150-2. In Tabelle 1 der DIN 4150-2 werden Anhaltswerte für Erschütterungsimmissionen genannt.

Zeile	Einwirkungsort	Tags		Nachts	
		A_u	A_r	A_u	A_r
1	Einwirkungsorte, in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen und gegebenenfalls ausnahmsweise Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichts- und Bereitschaftspersonen untergebracht sind (vergleiche Industriegebiete BauNVO, § 9)	0,4	0,2	0,3	0,15
2	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind (vergleiche Gewerbegebiete BauNVO, § 8)	0,3	0,15	0,2	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	0,1	0,15	0,07
4	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind (vergleiche reines Wohngebiet BauNVO, § 3, allgemeine Wohngebiete BauNVO, § 4, Kleinsiedlungsgebiete BauNVO, § 2)	0,15	0,07	0,1	0,05
5	Besonders schutzbedürftige Einwirkungsorte, z.B. in Krankenhäusern, Kurkliniken, soweit sie in dafür ausgewiesenen Sondergebieten liegen	0,1	0,05	0,1	0,05
In Klammern sind jeweils die Gebiete der 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 gegenüber Erschütterungseinwirkungen vorgenommen ist, die Gebietseinteilung in der BauNVO aber auch anderen planerischen Erfordernissen Rechnung trägt.					

Tabelle 1: Anhaltswerte A gemäß DIN 4150, Teil 2
Beurteilung von Erschütterungsimmissionen in Wohnungen und vergleichbaren Räumen (für Neubaustrecken ohne Vorbelastung)

In Absatz 6.5 der DIN 4150, Teil 2 werden Regelungen für unterschiedliche Erschütterungsverursacher getroffen, in Abs. 6.5.3 wird die Beurteilung der Erschütterungsimmissionen durch Schienenverkehr beschrieben. Die oberen Anhaltswerte A_o erhalten beim Schienenverkehr eine andere Bedeutung, siehe Abs. 6.5.3.1 - 6.5.3.4 der Norm.

Nach Absatz 6.5.3.1 sind Einwirkungen in Ruhezeiten nicht zusätzlich zu gewichten. Nach Absatz 6.5.3.2 gelten für unterirdischen Schienenverkehr jeglicher Art die Anhaltswerte A_u und A_r der Tabelle 1 der DIN 4150-2.

Berücksichtigung der Vorbelastung:

Für bestehende Schienenwege gibt die DIN 4150-2 in Absatz 6.5.3.4 c) an, dass die Anhaltswerte nach Tabelle 1 vielerorts überschritten werden und nennt zur Beurteilung verschiedene, nicht quantifizierbare Kriterien.

Gemäß der ständigen Rechtsprechung müssen Betroffene sich Vorbelastungen „schutzmindernd“ zurechnen lassen, d.h. diese sind bei der Abwägung zu berücksichtigen, was der Rechtsprechung des Bundesverwaltungsgerichts zum primären Luftschall vor Inkrafttreten der 16. BImSchV entspricht. Demnach können Betroffene lediglich verlangen, dass durch das Hinzutreten neuer Erschütterungsimmissionen infolge von Ausbaumaßnahmen die Vorbelastungen nicht wesentlich erhöht werden. Es besteht kein Anspruch auf Verbesserung der Erschütterungsimmissionssituation. Bis zum Erreichen der Kriterien für neu zu bauende Strecken ist jede Erhöhung zulässig, sofern keine gesundheitsgefährdenden Erschütterungsbelastungen zu erwarten sind.

Nach derzeitigem Stand kann das System der Anhaltswerte nach DIN 4150, Teil 2, als untere Zumutbarkeitsschwelle zu Grunde gelegt werden. Hierin sind auch die Anhaltswerte A_r enthalten, die mit KB_{FTT} zu vergleichen sind. Somit wird neben der (mittleren) maximalen Schwingstärke auch die Häufigkeit der Vorbeifahrten adäquat berücksichtigt.

Für die Bewältigung des Belanges der Erschütterungsimmissionen in der Planfeststellung ist die Erschütterungsbelastung durch die vorhandenen Schienenwege zu ermitteln, um im Vergleich mit der Prognose im ausgebauten Zustand ggf. eine wesentliche Erhöhung feststellen zu können. Zur Klärung des Begriffes „spürbare Erhöhung“ oder „wesentliche Änderung“ der Erschütterungsimmissionen wurde eine Laborstudie [10] an Probanden durchgeführt. Ein Ziel dieser Laborstudie war zu ermitteln, ab wann eine Änderung der Schwingstärke wahrgenommen wird. Die im Labor untersuchte Erschütterungsdifferenz von 25% KB_{Fmax} - Erhöhung wurde als gerade noch erkennbarer Unterschied festgestellt. Diese Laborunterschiedsschwelle ist als untere Grenze zu verstehen und liegt auf der sicheren Seite. Die Ergebnisse dieser Studie sind in die Richtlinie 820.2050 [9] der Deutschen Bahn AG eingeflossen und werden auch von der Rechtsprechung [11] nicht beanstandet. Entsprechend dem Vorstehenden werden in der vorliegenden Untersuchung folgende Beurteilungskriterien angewendet:

Betroffene müssen sich Vorbelastungen aus vorhandenen Anlagen zurechnen lassen. Diese dürfen sich nach dem baulichen Eingriff nicht erheblich erhöhen (keine spürbare Erhöhung). Dabei sollten vorsorglich als untere Schwelle die An-

haltswerte A_r der DIN 4150, Teil 2, herangezogen werden. Erst nach deren Überschreitung ist zu prüfen, ob eine wesentliche Erhöhung stattfindet.

Die Beurteilung folgt folgendem Ablauf:

- *Ist $KB_{Fmax} < A_u$, sind keine weiteren Betrachtungen erforderlich. Die Anforderungen der DIN4150 Teil 2 sind eingehalten.*
- *Ist $KB_{Fmax} > A_u$ und $KB_{FTr} < A_r$, dann sind die erschütterungstechnischen Anforderungen ebenfalls eingehalten.*
- *Ist $KB_{FTr} > A_r$, dann erfolgt die Beurteilung auf Basis der wesentlichen Änderung (spürbare Erhöhung), wie folgt: Ist die Erhöhung der Erschütterungsimmissionen der KB_{FTr} -Werte im Ausbaufall $< 25\%$ gegenüber der Belastung ohne Ausbau, dann liegt keine wesentliche Erhöhung vor und die Anforderungen sind eingehalten.*

Wenn der KB_{FTr} – Wert sich im Ausbaufall gegenüber der Belastung aus den bestehenden Anlagen um mehr als 25 % erhöht, dann liegt eine wesentliche Änderung (spürbare Erhöhung) vor und es müssen Maßnahmen zur Reduzierung der Erschütterungsimmissionen in Betracht gezogen werden.

2.1.2 Erschütterungen bezogen auf Gebäude (DIN 4150 Teil 3)

Die Einwirkungen von Erschütterungen auf bauliche Anlagen werden in der DIN 4150-Teil 3 [8] behandelt. Die Norm nennt Anhaltswerte, bei deren Einhaltung Schäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes von Gebäuden nicht zu erwarten sind. Sie liegen in der Größenordnung um etwa ein 20-faches über den Anhaltswerten zum Schutze von Menschen in Gebäuden nach der DIN-Norm 4150, Teil 2.

Entsprechend den Ergebnissen der Prognoseberechnungen sind im vorliegenden Planfeststellungsabschnitt an keinem Gebäude Schäden oder Folgeschäden aus dem Betrieb der Bahnstrecke zu erwarten.

2.1.3 Sekundärer Luftschall

Durch Körperschallübertragung bzw. -anregung der Raumbegrenzungsflächen kann in Gebäuden sogenannter „sekundärer Luftschall“ entstehen und einen u.U. nicht zu vernachlässigenden Anteil am gesamten Innenraumpegel hervorrufen. Im Vergleich zum üblichen Bau- oder Verkehrslärm handelt es sich beim sekundären Luftschall um ein Geräusch, das von allen Raumbegrenzungsflächen abgestrahlt wird. Dies führt dazu, dass der sekundäre Luftschall nicht richtungsorientiert hörbar ist und im Vergleich zum üblichen Grundgeräusch als tieffrequent einzustufen ist (gemäß DB-Richtlinie 820.2050 [9] nur Terzbänder $\leq 100\text{Hz}$).

Dieser Effekt kann vor allem dort zu Belästigungen führen, wo der primäre Luftschall (Direktschall), der durch die Außenhaut des Gebäudes nach innen dringt,

eine geringe Rolle spielt. Das kann z.B. in Räumen zutreffen, die eine besonders hohe Schalldämmung haben oder sich in einem von der Erschütterungs- bzw. Geräuschquelle abgewandten Gebäudeteil befinden.

Die DB Richtlinie 820.2050A03 verweist bei der Beurteilung der Immissionen des sekundären Luftschalls auf aus der 24. BImSchV [4] abgeleitete Innenraumpegel L_i . Die Innenraumpegel L_i werden hiernach als Mittelungspegel bewertet. Die folgende Tabelle gibt diese aus der 24. BImSchV abgeleiteten Immissionsrichtwerte (Anhaltswerte) wieder.

Immissionsrichtwerte für zumutbare Innenraumpegel L_i in Anlehnung an 24. BImSchV		
Raumnutzung	$L_{i,T}$ [dB(A)] tags (6-22 Uhr)	$L_{i,N}$ [dB(A)] nachts (22-6 Uhr)
Räume die überwiegend zum Schlafen genutzt werden	-	30
Wohnräume	40	-
Behandlungs- und Untersuchungsräume in Arztpraxen, Operationsräume, wissenschaftliche Arbeitsräume, Leseräume in Bibliotheken, Unterrichtsräume	40	-
Konferenz- und Vortragsräume, Büroräume, allgemeine Laborräume	45	-
Großraumbüros, Schalterräume, Druckerräume von DV-Anlagen, soweit dort ständige Arbeitsplätze vorhanden sind	50	-
Sonstige Räume, die nicht nur vorübergehend zum Aufenthalt von Menschen bestimmt sind.	Entsprechend der Schutzbedürftigkeit der jeweiligen Nutzung festzusetzen	

Tabelle 2: Aus der 24. BImSchV abgeleitete zumutbare Innenraumpegel

Bis zu der „Vorbelastung aus dem Prognosenullfall“ sind auch Überschreitungen dieser Anhaltswerte zulässig. Ob die Erhöhung gegenüber der Vorbelastung wesentlich ist, wird in Anlehnung an die 16.BImSchV [3] beurteilt, demnach sind Erhöhungen um bis zu **2,1** dB(A) zulässig (s. auch Richtlinie 820.2050A03).

2.2 Prognoseberechnung

2.2.1 Prognose der Erschütterungen

Die Prognoseberechnung der Erschütterungen erfolgt nach den Vorgaben der DB-Richtlinie 820.2050A02 [9].

Prognostiziert werden die Schwinggeschwindigkeitspegel im Raum ausgehend vom Ort der Entstehung der Erschütterungen (Emissionsbereich) über die Weiterleitung im Baugrund (Transmissionsbereich), die Einleitung in das Bauwerk und die dortige Übertragung im Bauwerk zum Immissionsort (Gebäudedecke). Anschließend werden hieraus die KB-Werte ermittelt und anhand der Beurteilungskriterien bewertet. Ebenso kann aus der Schwinggeschwindigkeit im Raum

der sekundäre Luftschallpegel abgeleitet und mit den zulässigen Innenraumpegeln verglichen werden.

Die Immissionen können demnach wie folgt berechnet werden:

$$L_{v,Raum}(f) = L_E(f) + \Delta L_B(f) + \Delta L_{G1}(f) + \Delta L_{G2}(f) + \Delta L_M(f)$$

Mit $L_{v,Raum}$: Immissionspegel, L_E : Emissionspegel, ΔL_B : boden- und abstandsbedingte Pegeldifferenz, ΔL_{G1} : Übertragungsfunktion zwischen Erdboden und Gebäudefundament, ΔL_{G2} als Übertragungsfunktion vom Gebäudefundament zu den Geschossdecken und ΔL_M : Pegeldifferenz durch Schutzmaßnahmen. Die Berechnung ist spektral für die jeweiligen Terzmittenfrequenzen (f) durchzuführen.

Nachfolgend werden Grundlagen genannt, wie die einzelnen Teile der obigen Gleichung ermittelt werden können.

Erschütterungs-Emissionspegel (L_E)

Ausgangsgröße für die Berechnung der Schwingungsübertragung ist der Erschütterungs-Emissionspegel im Erdboden.

Für den Schienenverkehr werden an ausgewählten Emissionspunkten die Terzschnellespektren für jede Zuggattung und jedes Gleis getrennt ermittelt. Die Geschwindigkeiten der Zugvorbeifahrten sind jeweils zu erfassen. Für jede Zuggattung und jedes Gleis wird das energetisch gemittelte Spektrum an den Emissionspunkten berechnet.

Boden- und abstandsbedingte Pegeldifferenz (ΔL_B)

Die Schwingungen werden auf ihrem Ausbreitungsweg zwischen der Quelle und Immissionsort mit zunehmender Entfernung vermindert. Verantwortlich hierfür ist die Amplitudenabnahme auf Grund der Geometrie sowie die Materialdämpfung des Bodens.

Für den Schienenverkehr hat es sich gemäß DB-Richtlinie bewährt, die Schwingungen an der Erdoberfläche in verschiedenen Abständen zur Quelle spektral (terzweise) zu ermitteln und den Ausbreitungsexponenten empirisch durch eine Ausgleichrechnung zu bestimmen.

Sofern keine Anregung aus dem Schienenverkehr vorhanden ist, kann eine Vibrationswalze als adäquate Ersatzanregung dienen. Hierbei sind die aus den Messungen mit punktförmigen Ersatzerregern gemittelten Werte mit einer Korrektur zu beaufschlagen.

Gebäudeübertragungsfunktion (ΔL_{G1} und ΔL_{G2})

Die Gebäudeübertragungsfunktion beschreibt die Einleitung der Erschütterungen vom Erdboden in das Gebäude selbst (ΔL_{G1}) und die Übertragung der Erschütterungen innerhalb des Gebäudes (ΔL_{G2}) zu den Geschossdecken.

Die Übertragungsfunktionen verschiedener Gebäude können sich sehr stark voneinander unterscheiden. Hierbei spielen die Eigenresonanz der Geschossdecken sowie die spektral unterschiedlich ausgeprägten Verstärkungsfaktoren entscheidende Rolle.

Im Rahmen der Untersuchungen wurden an insgesamt zwölf Gebäuden Messungen durchgeführt. Diese Messobjekte befinden sich im Nahbereich der bestehenden oder geplanten Strecke und wurden so ausgewählt, dass ihre bauliche Struktur repräsentativ für umliegende Gebäude ist, bzw. um im Bereich der bestehenden Strecke auch die Bestandsbelastungen ermitteln zu können.

Ergänzend zu den vor Ort festgestellten Übertragungseigenschaften wird auf die empirisch ermittelten Gebäudeübertragungsfunktionen in Abhängigkeit von der Deckenbauart und der maßgeblichen Resonanzfrequenz entsprechend der DB-Richtlinie 820-2050A02 zurückgegriffen, um Einwirkungsbereiche definieren zu können.

Bewertete Schwingstärke ($KB_{F_{max}}$ und $KB_{F_{Tr}}$)

Die Berechnung der zeitlich und frequenzabhängig bewerteten Schwingschnelle aus Messsignalen (hier Schwinggeschwindigkeitspegel am Immissionsort) erfolgt entsprechend den Gleichungen 12 bis 15 der DB-Richtlinie 820-2050A02 im Frequenzbereich von 4 Hz bis 80 Hz. Diese Berechnung erfolgt für jede im Streckenabschnitt verkehrende Zuggattung, ggf. nach verschiedenen Geschwindigkeitsgruppen unterteilt.

2.2.2 Prognose des sekundären Luftschalls

Die messtechnische Ermittlung des sekundären Luftschalls ist derzeit nicht eindeutig geregelt und im Fall des Schienenverkehrs nur in Sonderfällen mit vertretbarem Aufwand durchführbar. Das hier angewendete Prognoseverfahren beruht auf den (spektralen) Körperschallschnelle-Pegeln, welche physikalisch mit dem Abstrahlgrad der Raumbegrenzungsflächen verbunden sind.

Das Abstrahlverhalten Körperschall-Luftschall ist von der Bausubstanz abhängig und kann in den betroffenen Gebäuden nur mit hohem Aufwand ermittelt werden. Es hat sich insbesondere beim Schienenverkehr eine Vorgehensweise bewährt, den Zusammenhang zwischen dem Schwinggeschwindigkeitspegel auf der Fußbodenmitte und dem im Raum entstehenden sekundären Luftschallpegel durch Korrelationsbetrachtungen aus messtechnisch ermittelten und statistisch ausgewerteten Beziehungen zu bestimmen.

Die Vorgehensweise ist in der DB-Richtlinie 820.2050A02 [9] beschrieben. Beim vorliegenden Projekt wird auf die Ermittlung mithilfe der „Einzahlmethode“ zurückgegriffen. In Abhängigkeit von der Bauweise der Gebäude (Betondecken oder Holzbalkendecken) werden aus den prognostizierten oder gemessenen spektralen Körperschallschnelle-Pegeln am Fußboden sekundäre Luftschall-Pegel (mittlere Pegel über die Vorbeifahrzeit, als Maximalpegel zu verstehen) ermit-

telt. Die Beurteilungspegel L_i werden daraus über die Einwirkungsdauer der Erschütterungen im Beurteilungszeitraum bestimmt.

2.3 Maßnahmen zu Minderung von Erschütterungen

Die Maßnahmen zur Reduzierung von Erschütterungen sind begrenzt. Es kommen nur in der Praxis erprobte und dauerhaft wirksame Maßnahmen in Frage. Entsprechend dem aktuellen Stand der Technik existieren folgende Möglichkeiten.

2.3.1 Hochelastische Schienenbefestigung

Bei dieser Schutzmaßnahme werden zwischen Schwelle und Rippenplatte elastische Zwischenplatten eingebaut. Die Wirksamkeit dieser Maßnahme auf der freien Strecke mit Schotteroberbau ist sehr begrenzt.

2.3.2 Schwellenbesohlung

Bei dieser Maßnahme werden Elastomermaterialien unterhalb der Betonschwellen angeordnet und dann im herkömmlichen Schotterbett verlegt. Bei dieser Lösung ist im Einzelfall zu prüfen, ob eine gute Körperschalldämmende Wirkung zu erwarten ist.

2.3.3 Trogbauwerk mit Unterschottermatte

Unterschottermatten (USM) werden vollflächig zwischen dem Schotterbett und einem Trogbauwerk verlegt. Gegenüber einer Schienenstrecke, die unmittelbar auf einem Bahndamm verlegt wird, ergeben sich Pegelminderungen über einem breiten Frequenzbereich.

2.3.4 Masse-Feder-System (MFS)

Der Einsatz von Masse Feder Systemen führt zu den größten Schwingungsminderungen. Der Oberbau kann als Feste Fahrbahn oder Schotteroberbau ausgeführt werden. Bewährt sind MFS vor allem bei Tunnelstrecken. Diese Maßnahme führt zu einer wirksamen Reduzierung der Erschütterungsimmissionen in Gebäuden auch mit niedrigen Deckeneigenfrequenzen. Des Weiteren führen MFS auch zur deutlichen Reduzierung des Sekundären Luftschalls. Beim Einsatz dieser Systeme ist allerdings mit erheblichen technischen Zwängen und Kosten zu rechnen.

2.3.5 Maßnahmen am Ausbreitungsweg

Mit einem offenen Bodenschlitz wird der Ausbreitungsweg unterbrochen. Es werden jedoch nur Gebäude im unmittelbaren Nahbereich geschützt. Weiter entfernte Gebäude lassen sich so kaum gut abschirmen. Zur dauerhaften Standsicher-

heit werden in den Schlitz gas-, luft- oder elastomergefüllte Hohlkörper eingebracht.

2.3.6 Maßnahmen am Gebäude

Auch an den umliegenden Gebäuden können Maßnahmen zur Erschütterungsreduktion eingesetzt werden. Infrage kommen z.B. folgende Maßnahmen:

- Vollständige elastische Lagerung
- Verstimmung einzelner Decken durch Einbau von Stützen
- Bedämpfung der Decken durch Einbau von Tilgern
- Seitliche Abschirmung des Gebäudes mit elastischen Matten

Diese Maßnahmen sind jeweils nur an einem Immissionsort wirksam und erweisen sich häufig als nicht realisierbar oder unverhältnismäßig aufwändig.

2.4 Auswahl der Schutzmaßnahmen

Entsprechend dem aktuellen Stand der Technik können die in der folgenden Tabelle angebenen Maßnahmen angewendet werden. Die Tabelle enthält auch die Mehrkosten je Gleis beim Einbau der Maßnahme nach dem Kostenkennwertkatalog (KKK) der DB [15]. Nach den Bestimmungen des Verwaltungsverfahrensgesetzes dürfen die zum Einsatz vorgesehenen Schutzmaßnahmen nicht „untunlich“ sein, d.h. die Kosten müssen in einem angemessenen Verhältnis zu der erzielten Schutzwirkung stehen. Daher ist gemäß der DB-Richtlinie 820.2050 neben einer Kostenabschätzung der Schutzmaßnahmen eine Kosten/Nutzen-Analyse zu erstellen.

Maßnahme	Wirksamkeit	Mehrkosten je Gleis [€/Meter]
Schwellenbesohlung (Gleisneubau/Gleisumbau)	im Einzelfall zu prüfen	90,--
Elastische Lagerung des Schotterbettes im Trog	mittel	1.200,--
Masse-Feder-System (MFS) <ul style="list-style-type: none"> • flächig gelagert • punktförmig gelagert 	sehr groß	748,-- 2.420,--

Tabelle 3: Erschütterungsreduzierende Maßnahmen und Kostenschätzung

Die obenstehende Tabelle enthält Mehrkosten gegenüber dem Bau eines Standardgleises. Sofern die erschütterungsmindernde Maßnahme bei einem eigentlich nicht zu verändernden Bestandsgleis angewendet werden soll, ergeben sich durch den Rückbau Zusatzkosten. Diese betragen je Gleis:

- bei Schwellenbesohlung: 250,--€/m
- bei Schottertrog und MFS: 650,--€/m

Die in der Prognoseberechnung verwendeten frequenzabhängigen Pegelminde- rungen der einzelnen Systeme sind in Anhang 2 dargestellt.

3 DURCHGEFÜHRTE SCHWINGUNGSMESSUNGEN

Für die Prognose und Beurteilung der Erschütterungsimmissionen wurden vom Institut für Umweltschutz und Bauphysik des Ing. Büros OBERMEYER Planen + Beraten GmbH in den Jahren 2009 und 2011 folgende Schwingungsmessungen durchgeführt:

- Messungen der Emissionsspektren der vorbeifahrenden Züge
- Beweissicherungs- und Übertragungsmessungen in 12 Gebäuden
- und Ausbreitungsmessungen (8 Ausbreitungsquerschnitte)

Detaillierte Angaben zu den Messungen sowie Messergebnisse je untersuchtes Gebäude sind in separaten Messberichten enthalten.

Die angesetzten Emissionsspektren (energetischen Mittelwerte der gemessenen Körperschallschnellepegel in 8 m Entfernung vom Gleis je Zuggattung) sind messortbezogen in Anhang 3 dargestellt.

Als Emissionsspektren wurden im Bereich der bestehenden Strecke 5950 Spektren der verkehrenden Güterzüge messtechnisch erfasst. Im Bereich des MO 6 (Konradstr. 15) wurden Spektren in 35 m Entfernung vom Gleis der bestehenden, den künftigen Tunnel kreuzenden Strecke 5900 der verkehrenden Zuggattungen ICE, RE/RB und GZ erfasst. Als Emissionsspektren der künftigen S-Bahn der Strecke 5900 wurden im Raum München gemessene Spektren der S-Bahn herangezogen. Für die Tunnelstrecke wurden als Emissionsspektren der Güterzüge gemessene Spektren an der Tunnelwand im Einmalberg-Tunnel [14] mit angemessenen Sicherheitszuschlägen herangezogen.

Hinsichtlich der messtechnisch erfassten Emissionsspektren lässt sich feststellen: die GZ weisen Spitzen bei den Frequenzen zwischen 20 Hz und 63 Hz auf (max. bis ca. 73 dB).

Die messtechnisch ermittelten Pegelminderungen auf dem Ausbreitungsweg sind je Ausbreitungsquerschnitt im Anhang 3 dargestellt.

Die messtechnisch ermittelten Pegelminderungen weisen im unteren Frequenzbereich überwiegend niedrigere Werte auf als die in der Richtlinie 800.2502 [9] dargestellten verallgemeinerten Pegelminderungen.

4 ERGEBNISSE DER PROGNOSE

4.1 Erschütterungsprognose

Der Trassenbereich stellt aus erschütterungstechnischer Sicht für die Beurteilung der Erschütterungsimmissionen zwei unterschiedliche Bereiche dar:

- Bereich 1: Streckenausbau mit Vorbelastung ab km G 4,5 bis km G 8,5
- Bereich 2: Neubau ohne Vorbelastung ab km G 8,5 bis km G 13,526

Im Bereich 1 wurde die Vorbelastung aus dem bestehenden Zugverkehr entsprechend den Beurteilungskriterien (s. Pkt. 2.1) berücksichtigt. Als Zugzahlen wurden die in Anhang 0 genannten Zahlen für die Strecke 5950 (Bestandsstrecke) und 5955 (geplante Tunnelstrecke) zu Grunde gelegt. Zusätzlich wurde die Vorbelastung durch die kreuzende Bahnstrecke 5900 Fürth Hbf – Nürnberg Hbf im Bereich der Konradstraße in Nürnberg berücksichtigt.

Im Bereich 2 (Neubau) erfolgte die Beurteilung der Erschütterungssituation ohne Berücksichtigung einer Vorbelastung.

Die Prognoseberechnungen der Erschütterungsimmissionen und des sekundären Luftschalls wurden anhand der in Anhang 1 dargestellten Betriebsprogramme durchgeführt.

4.2 Ergebnisse der untersuchten Gebäude

Die Prognoseberechnungen der Erschütterungsimmissionen wurden für 12 messtechnisch untersuchte Objekte (Gebäude) im Planfeststellungsgebiet durchgeführt. Die Lage der Messobjekte ist in den Übersichtslageplänen, Anlage 13.3.2 dargestellt.

Die prognostizierte Erschütterungsbelastung an den Messobjekten für den Prognose Nullfall und den Prognosefall ohne Erschütterungsschutzmaßnahmen ist in den Ergebnistabellen 1.1 und 1.2 im Anhang 4 dargestellt. Die Ergebnistabelle 1.1 für den Bereich 1 (Ausbau mit Vorbelastung) zeigt, dass an einem Messobjekt das Signifikanzkriterium „Überschreitung der Anhaltswerte bei gleichzeitiger Zunahme der Erschütterungsbelastung um mehr als 25%“ erfüllt wird. Die Ergebnistabelle 1.2 für den Bereich 2 (Neubau ohne Vorbelastung) zeigt, dass an einem weiteren Messobjekt das Signifikanzkriterium „Überschreitung der Anhaltswerte“ erfüllt wird.

Der prognostizierte sekundäre Luftschall an den Messobjekten ist in der Ergebnistabellen 2.1 und 2.2 im Anhang 4 dargestellt. Die Ergebnistabelle 2.1 für den Bereich 1 (Ausbau mit Vorbelastung) zeigt, dass an einem Messobjekt das Signifikanzkriterium „Überschreitung des Anhaltswertes nachts (30 dB(A) Mittelungspegel) bei gleichzeitiger Zunahme der sekundären Luftschallbelastung um mindestens 3 dB(A)“ erfüllt wird. Die Anforderungen hinsichtlich des sekundären

Luftschalls tags (40 dB(A) Mittelungspegel) werden durchwegs eingehalten. Die Ergebnistabelle 2.2 für den Bereich 2 (Neubau ohne Vorbelastung) zeigt, dass an weiteren zwei Messobjekten das Signifikanzkriterium „Überschreitung des Anhaltswertes nachts (30 dB(A) Mittelungspegel)“ erfüllt wird. Die Anforderungen hinsichtlich des sekundären Luftschalls tags (40 dB(A) Mittelungspegel) werden durchwegs eingehalten.

4.3 Ermittlung des allgemeinen Betroffenheitskorridors

Die Prognoseberechnungen der Erschütterungsimmissionen wurden an insgesamt 13 Querschnitten links und rechts der Bahn im Planfeststellungsgebiet durchgeführt.

Die Ermittlung des Betroffenheitskorridors (s.g. Einwirkungsbereich (EWB)) erfolgt gemäß der DB Richtlinie 820.2050 für die maßgeblichen Situationen. Hierfür muss die Lage der Deckenresonanzfrequenz in einem Bereich von 10 Hz bis 63 Hz terzweise variiert werden, um den maximalen Immissionswert zu erhalten. Für die Beurteilung und Bestimmung des maximal betroffenen Korridors gelten die berechneten maximalen Immissionswerte. Der Einwirkungsbereich gibt somit den Abstand zur Streckenachse der Bahnstrecke an, bis zu dem eine Überschreitung der Anhaltswerte an Strecken ohne Vorbelastung bzw. eine Überschreitung der Beurteilungskriterien an Strecken mit Vorbelastung nicht auszuschließen ist.

Nachfolgend werden bereichsweise die Einwirkungsbereiche in Metern für die jeweilige Gebietsnutzung dargestellt, getrennt für Holzbalkendecken (HBD) und Betondecken (BD); genannt werden lediglich die maßgeblichen Überschreitungen der KB_{Ftr} -Nacht –Werte:

Q-Nr.	Ort/Bereich	Gebietsnutzung	Ausbau / / Neubau	km von - bis	EWB in m	
					HBD	BD
Q-01	Großreuth, rdB	M	Ausbau	4,90 – 5,05	10	10
Q-02	Großreuth, rdB	W	Ausbau	5,05 – 5,30	10	10
Q-02a	Großreuth, rdB	W	Ausbau	5,80 – 5,90	10	10
Q-02b	Kleinreuth, ldB	M	Ausbau	5,80 – 5,95	15	15
Q-03	Gaismannshof, rdB	M, S, KG	Ausbau	6,00 – 6,75	40	35
Q-04	Höfen, lrdB	G	Ausbau	7,6 – 7,9	30	35
Q-07	Muggenhof, rdB	W	Ausbau	8,05 – 8,35	35	30
Q-07	Muggenhof, lrdB	M	Ausbau	8,05 – 8,35	25	25
Q-08	Fürth, ldB	M	Neubau	9,10 – 9,18	20	20
Q-08a	Poppenreuth, rdB	W	Neubau	9,4 – 10,0	25	20
Q-08a	Poppenreuth, rdB	M	Neubau	10,0 – 10,25	20	20
Q-08a	Espan, ldB	W	Neubau	9,85 – 10,25	25	20
Q-09	Poppenreuth, rdB	M	Neubau	10,3 – 10,4	25	20
Q-09	Espan, ldB	W	Neubau	10,25 – 10,7	35	35
Q-10	Espan, ldB	W	Neubau	11,03 – 11,27	25	20
Q-11	Espan, ldB	W	Neubau	11,6 – 12,3	20	20
Q-11	Ronhof, rdB, Kronach	M, S	Neubau	12,25 – 13,05	20	20

Tabelle 4: Einwirkungsbereiche ohne Erschütterungsschutzmaßnahmen

Die Lage der Einwirkungsbereiche ist in den Übersichtslageplänen, Anlage 13.3.2 dargestellt.

Soweit sich schutzbedürftige Bebauung innerhalb der EWB befindet, können Betroffenen in den angegebenen Bereichen nicht ausgeschlossen werden, Dies ist der Fall in den Bereichen: Q-03 Gaismannshof, Q-07 Muggenhof und Q-11 Ronhof. Für diese drei Bereiche werden Erschütterungsschutzmaßnahmen, deren Wirkung und Kosten bestimmt.

5 BESTIMMUNG ERSCHÜTTERUNGSMINDERNDER MAßNAHMEN

Wie unter Pkt. 4.3 festgestellt, sind in drei Bereichen innerhalb des PFA 13 Betroffenen hinsichtlich der Erschütterungsimmissionen und des sekundären Luftschalls nicht auszuschließen. Unter Pkt. 4.2 wurden auch, dies bestätigend, an 2 Messobjekten Betroffenen hinsichtlich Erschütterungen und an 3 Messobjekten Betroffenen hinsichtlich des sekundären Luftschalls prognostiziert. Aufgrund der prognostizierten Einwirkungsbereiche ist daher zu prüfen, inwiefern Erschütterungsschutzmaßnahmen in Frage kommen. Hierzu wird eine Bestimmung von Schutzmaßnahmen mit deren Kosten und Nutzen durchgeführt.

5.1 Bestimmung von Schutzmaßnahmen

Die Bestimmung von Schutzmaßnahmen erfolgt gemäß der DB Richtlinie 820.2050 in folgenden Schritten:

- Vorschlag von geeigneten Schutzmaßnahmen (auch mehrere Varianten möglich) unter Angabe von konkreten Einfügedämmungen,
- Abschätzung zur Auswirkung und Verringerung der Betroffenheit des gesamten Bebauungsgebiets bei Einsatz der spezifischen Schutzmaßnahme,
- Kostenabschätzung, Kosten/Nutzen-Analyse,
- Abwägung zwischen verschiedenen Maßnahmenvarianten, Empfehlung einer Vorzugsvariante, Darstellung der Restbetroffenheiten.

Als grundsätzliche Schutzmaßnahmen kommen in Betracht:

- Schwellenbesohlung
- Trog mit Unterschottermatte
- Masse-Feder-System

Von diesen Maßnahmen kommt im vorliegenden Fall im Tunnel mit Fester Fahrbahn nur das Masse-Feder-System in Betracht.

Bei der Bestimmung von Schutzmaßnahmen erfolgte eine konservative Abschätzung des Anteils von Gebäuden mit Holzbalkendecken (ggf. zu 100%). Die Abwägung wurde getrennt für die Holzbalkendecken und Betondecken („Worst case“ –Betrachtung) vorgenommen; das Ergebnis ist in der Abwägungstabelle im Anhang 5 dargestellt.

5.1.1 Bereich Nürnberg, Regelsbacher Straße 56, km 6,2 – 6,4

In diesem Bereich findet ein Streckenumbau mit Gleisverschiebungen sowie der Neubau des Pegnitz-Tunnels statt. Der ermittelte Einwirkungsbereich für Mischgebiete beträgt bis zu 40 m zur Tunnelachse.

In diesem Bereich liegen mehrere Gebäude rechts der Bahn in der Regelsbacher Str. 56 (MO-3) mit einem Abstand von ca. 7 m zur Tunnelwand des geplanten Pegnitz-Tunnels und 5 m zum verlegten Gleis der bestehenden Strecke 5950. Bei den Gebäuden handelt es sich um Vereinsgebäude am Sportplatz mit zwei Wohnungen, Büros und Mannschaftsräumen. Als Gebietsnutzung wird das Gebäude als „Wohnen im Außenbereich“, entsprechend Mischnutzung eingestuft. Die Prognoseberechnungen ergaben eine Zunahme der Erschütterungsbelastung um mehr als 25% und Überschreitung der Anhaltswerte KB in dem Aufenthaltsraum im EG und im Kinderzimmer im 1.OG; Anspruch auf Erschütterungsschutzmaßnahmen liegt somit vor. Beim sekundären Luftschall wird der Richtwert von 30 dB(A) nachts mit 33 dB(A) überschritten; die Pegelzunahme beim Mittelungspegel beträgt bis zu 6 dB(A).

Die Abwägungstabelle im Anhang 5 zeigt, dass die Maßnahmenvariante Erschütterungsschutzmaßnahme im Tunnel (Masse-Feder-System, flächengelagert auf beiden Gleisen in ca. 200 m Länge je Gleis) sowie Schwellenbesohlung des Gleises Nürnberg Rbf – Fürth der Strecke 5950 Gesamtkosten von ca. 317 T€ bedingt. Die geschätzten Kosten pro gelösten Schutzfall betragen bei Holzbalckendecken oder bei Betondecken ca. 45,3 Tsd. €. Die Kosten pro gelösten Schutzfall erscheinen noch verhältnismäßig, zumal mit dieser Erschütterungsschutzmaßnahme alle Schutzfälle gelöst werden können.

Die prognostizierten Einwirkungsbereiche mit Erschütterungsschutzmaßnahmen liegen knapp vor bzw. an den Gebäuden.

5.1.2 Bereich Nürnberg, Konradstraße, km 8,05 – 8,35

In diesem Bereich befindet sich die Bahnstrecke 5900, welche für die benachbarte Bebauung eine Vorbelastung verursacht. Die geplante Tunnelstrecke unterfährt hierbei ein Mischgebiet mit einer Tunnelüberdeckung von 16 m.

Im Bereich der Konradstraße wurde eine Ausbreitungs- und Beweissicherungsmessung durchgeführt (MO-6). Für Mischgebiete beträgt der ermittelte Einwirkungsbereich ca. 25 m zur Tunnelachse. Innerhalb des Einwirkungsbereiches liegen mehrere Wohngebäude in der Konradstraße (Geschosswohnungen). Mit einer Überschreitung der Beurteilungskriterien ist zu rechnen; es liegt Anspruch auf Erschütterungsschutzmaßnahmen dem Grunde nach vor.

Im Bereich der Konradstraße wurde am Gebäude Konradstraße 15 eine Beweissicherungsmessung durchgeführt. In den beiden messtechnisch untersuchten Räumen werden die Anforderungen hinsichtlich der Erschütterungsbelastung und des sekundären Luftschalls eingehalten (s. Ergebnistabellen im Anhang 4).

Zum Schutz der zahlreichen Wohnungen, die sich hier im Einwirkungsbereich befinden, wurde als Schutzmaßnahme ein flächig gelagertes Masse-Feder-System auf beiden Gleisen im Tunnel in einer Länge von ca. 390 m vorgesehen.

Die Abwägungstabelle im Anhang 5 zeigt, dass mit der gewählten Maßnahme von einer Lösung aller Schutzfälle auszugehen ist. Die geschätzten Kosten pro gelösten Schutzfall betragen ca. 11,4 T€ und sind als verhältnismäßig anzusehen.

5.1.3 Bereich Fürth, Kronacher Wende / Ronhofer Hauptstraße, km 12,85

In diesem Bereich wird die geplante Tunnelstrecke noch unter dem Frankenschnellweg geführt mit einer nur noch geringen Tunnelüberdeckung und schwenkt in Richtung der Bebauung hin.

In der Nachbarschaft wurden Ausbreitungs- und Beweissicherungsmessungen (MO-9 bis MO-12) durchgeführt. Die Prognoseberechnung ergab Einwirkungsbereiche von bis zu 20 m zur Tunnelachse für Mischgebiete. Innerhalb des Einwirkungsbereiches liegen drei Gebäude (Kronacher Wende 4a und 4b sowie Ronhofer Hauptstraße 315). Mit einer Überschreitung der Beurteilungskriterien ist zu rechnen; es liegt Anspruch auf Erschütterungsschutzmaßnahmen dem Grunde nach vor.

Die Prognoseberechnungen für die messtechnisch untersuchten Räume der Gebäude Kronacher Wende 4a und 4b sowie Ronhofer Hauptstraße 315 (MO-10 bis MO-12) ergaben z.T. Überschreitungen der Anhaltswerte für Erschütterungen und des sekundären Luftschalls (s. Ergebnistabellen im Anhang 4); es liegt Anspruch auf Erschütterungsschutzmaßnahmen dem Grunde nach vor.

Zum Schutz der Wohnungen, die sich hier im Einwirkungsbereich befinden, wurde als Schutzmaßnahme ein flächig gelagertes Masse-Feder-System auf beiden Gleisen im Tunnel in einer Länge von ca. 200 m vorgesehen.

Die Abwägungstabelle im Anhang 5 zeigt, dass mit der gewählten Maßnahme von einer Lösung aller Schutzfälle auszugehen ist. Die geschätzten Kosten pro gelösten Schutzfall betragen ca. 59,8 T€. Sie erscheinen gerade noch als verhältnismäßig, zumal hier keine Erschütterungsvorbelastung besteht und mit der vorgesehenen Erschütterungsschutzmaßnahme die Betroffenen in den messtechnisch untersuchten Gebäuden gelöst werden können.

5.2 Ergebnisse der Prognose mit erschütterungsmindernden Maßnahmen

Die Wirksamkeit einer Erschütterungsschutzmaßnahme hängt im Wesentlichen von den Anregungsfrequenzen der Quellen ab. Die Prüfung der Wirksamkeit ergab, dass mit den gewählten Maßnahmen ausreichender Erschütterungsschutz für die Wohnbebauung im PFA 13 erzielt wird.

Die nachfolgende Tabelle stellt die erforderlichen Erschütterungsschutzmaßnahmen für den PFA 13 dar:

Gleis Fahrtrichtung	km-Anf.	km-Ende	Länge in m	Maßnahme je Gleis (Gl. 1, 2, 3)
Abzw. Kleinreuth - Eltersdorf	6.200	6.400	200	MFS, flächig gelagert
Eltersdorf - Abzw. Kleinreuth	6.200	6.400	200	MFS, flächig gelagert
Nürnberg Rbf - Fürth	6.200	6.400	200	SB
Abzw. Kleinreuth - Eltersdorf	8.050	8.440	390	MFS, flächig gelagert
Eltersdorf - Abzw. Kleinreuth	8.050	8.440	390	MFS, flächig gelagert
Abzw. Kleinreuth - Eltersdorf	12.800	13.000	200	MFS, flächig gelagert
Eltersdorf - Abzw. Kleinreuth	12.800	13.000	200	MFS, flächig gelagert

Tabelle 5: Erschütterungsschutzmaßnahmen im PFA 13

Die prognostizierte Erschütterungsbelastung an den Messobjekten für den Prognosefall mit Erschütterungsschutzmaßnahmen ist in den Ergebnistabellen 1.1 und 1.2 im Anhang 4 dargestellt. Die Ergebnistabellen zeigen, dass an den Messobjekten, an welchen Betroffenheiten im Fall Prognose ohne Maßnahmen festgestellt wurden, keine Betroffenheiten mehr vorliegen.

Der prognostizierte sekundäre Luftschall an den Messobjekten ist in den Ergebnistabellen 2.1 und 2.2 im Anhang 4 dargestellt. Die Ergebnistabellen zeigen, dass an den Messobjekten, an welchen Betroffenheiten im Fall Prognose ohne Maßnahmen festgestellt wurden, keine Betroffenheiten mehr vorliegen.

Die Prognoseberechnungen an den Messobjekten ergaben, dass mit den vorgesehenen Maßnahmen keine Betroffenheiten mehr zu erwarten sind.

5.3 Zusätzliche Messungen aus dem Tunnelrohbau

Zur Absicherung der Prognose und zur Ermittlung genauer Ausgangsdaten zur Dimensionierung der Masse-Feder-Systeme werden zusätzliche Messungen aus dem Tunnelrohbau erforderlich.

Die Messungen können durch Fremdanregung (z.B. Vibrationswalze) in der Rohbauphase des Tunnels erfolgen. Durch die Erschütterungsanregung kann somit die Ausbreitung aus dem Tunnel in die benachbarten Gebäude messtechnisch erfasst werden.

6 ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Untersuchung wurde geprüft, welche Auswirkungen die geplante Aufweitung der Strecke 5950 und der Neubau der Strecke 5955 im Planfeststellungsabschnitt 13 auf die Erschütterungsimmissionen hat.

Ausgehend von Messergebnissen wurden Prognoseberechnungen der Erschütterungsbelastung und des sekundären Luftschalls querschnittsweise sowie an den messtechnisch untersuchten Gebäuden für den Prognose-Nullfall und den Planfall nach anerkannten Regelwerken durchgeführt und beurteilt.

Die Prognoseberechnungen ergaben, dass mit einer Zunahme der Erschütterungsimmissionen und des sekundären Luftschalls zu rechnen ist, weshalb geeignete Schutzmaßnahmen zu untersuchen waren.

Im Zuge einer Abwägung werden als Erschütterungsschutz der Einbau von beschlittenen Schwellen in den oberirdischen Streckenbereichen sowie von flächig gelagerten Masse-Feder-Systemen im Tunnel festgelegt. Die Prognoseberechnungen ergeben, dass mit den vorgesehenen Maßnahmen keine Betroffenheiten mehr zu erwarten sind.

LITERATURVERZEICHNIS

- [1] Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 8. April 2019 (BGBl. I S. 432) geändert worden ist
- [2] Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (Baunutzungsverordnung – BauNVO) in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. Januar 1990 (BGBl. I S. 132), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 11. Juni 2013 (BGBl. I S. 1548) geändert worden ist
- [3] Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, 16. BImSchV – Verkehrslärmschutzverordnung vom 12. Juni 1990 (BGBl. I S. 1036), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 18. Dezember 2014 (BGBl. I S. 2269) geändert worden ist
- [4] Vierundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung - 24. BImSchV) vom 04.02.1997
- [5] Allgemeines Eisenbahngesetz (AEG) vom 27. Dezember 1993 (BGBl. I S. 2378, 2396; 1994 I S. 2439), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 29. November 2018 (BGBl. I S. 2237) geändert worden ist
- [6] DIN 4150 Teil 1 „Erschütterungen im Bauwesen – Vorermittlung von Schwingungsgrößen“ von 2001
- [7] DIN 4150 Teil 2 „Erschütterungen im Bauwesen – Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden“ von 1999
- [8] DIN 4150 Teil 3 „Erschütterungen im Bauwesen – Einwirkungen auf bauliche Anlagen“ von 2016
- [9] DB Richtlinie 820.2050 „Erschütterungen und sekundärer Luftschall“ vom 15.09.2017
- [10] Said et al. „Zur Bewertung von Erschütterungsimmissionen aus Schienenverkehr“, Zeitschrift für Lärmbekämpfung 48(2001) Nr. 6, November 2001
- [11] BverwG, Urteil des 7. Senat AZ 7A 14.9 vom 21.02.2011
- [12] Zugzahlen der Strecke 5900 (BVWP 2030) und der Strecke 5950 (Nullfall 2030), Stand KW 38/19, DB Netz AG
- [13] Zugzahlen der Strecken 5950 und 5955, BVWP 2030, Stand KW 12/19, DB Netz AG mit Festlegung der Zuglängen vom 19.07.2019
- [14] Emissionsspektren, gemessene Spektren an der Tunnelwand im Einmalberg-Tunnel, VersA München, Bericht Nr. 156 005
- [15] Kostenkennwertkatalog KKK, Version v4.0 2016, Regelwerk der Deutschen Bahn AG (808.0210A02), Stand 1.Mai 2012 gültig ab 01.05.2016

Anhang

Anhang 0: Bestätigung der Zugzahlen für die Güterzugstrecke 5950 und 5955

Von: [Sebastian Dietrich](#)
An: [Reik Abe](#)
Betreff: AW: Bestätigung der Zugzahlen für die Güterzugstrecke 5950 und 5955 - geführte Abstimmung September 2019
Datum: Mittwoch, 27. Januar 2021 15:15:35
Anlagen: [Anhang Zugzahlen Güterzugverkehr in der Relation Nürnberg - Bamberg Stand 03_09_2019.pdf](#)

Sehr geehrter Herr Abe,

hiermit bestätige ich, dass die Zugzahlen des Abstimmungsergebnisses von September 2019 weiterhin gültig sind und in den weiteren Verfahren Anwendung finden sollen.

Mit freundlichen Grüßen / Kind regards

Sebastian Dietrich
Verkehrswegeplanung und EU-Korridore (I.NIP 12)

DB Netz AG
Gallusanlage 8, 60329 Frankfurt a. Main
Tel. +49 69 265 42197, intern 95542197
Mobil: +49 171 6509908

Von: Reik Abe <Reik.Abe@deutschebahn.com>
Gesendet: Mittwoch, 27. Januar 2021 12:56
An: Sebastian Dietrich <sebastian.dietrich@deutschebahn.com>
Betreff: Bestätigung der Zugzahlen für die Güterzugstrecke 5950 und 5955 - geführte Abstimmung September 2019

Sehr geehrter Herr Dietrich,

zu o.a. Betreff bitten wir um Ihre Bestätigung, dass der Inhalt der beiliegenden Tabelle als Abstimmungsergebnis vom September 2019 für die Prognose 2030 zu verwenden ist.

Vielen Dank für Ihre Bemühungen.

Mit freundlichen Grüßen!

Reik Abe
Dipl.- Ing.

AGL Güterzugstrecke
Technik VDE 8.1 Nürnberg-Bamberg / Güterzugstrecke (I.NI-S-V)

DB Netz AG
Äußere Cramer-Klett-Str. 3, 90489 Nürnberg
Tel. +49 9112194123, intern 9664123, Fax +49 9112194944
Mobil: 016097436817
MS Teams: [Chat](#) | [Call](#)

Betriebsprogramm Prognose 2030, Strecke 5900

gemäß aktueller Bekanntgabe der Zugzahlenprognose 2030 (KW 38/2019) des Bundes ergeben sich folgende Werte
Abschnitt Nürnberg Hbf. - Nürnberg Jansenbrücke- Fürth Gbf.

Zugart	Anzahl Tag (6-22) Uhr	Anzahl Nacht (22-6) Uhr	V - max [km/h]	Länge [m]
RV-VT	4	0	100	81
RV-VT	6	0	100	54
RV-ET	9	1	100	70
RV-VT	15	1	100	27
ICE	28	0	100	358
ICE NT	12	2	100	201
RV-E	22	6	100	178
IC-V	7	1	100	337
ICE	29	1	100	402
ICE NT	25	1	100	402
RV-ET	48	6	100	140
GZ-E	8	15	100	740
S	17	1	100	152
NZ-E	0	1	100	390
ICE	3	0	100	205
RV-E	1	1	100	416
ICE	12	3	100	201
NZ-E	0	3	100	416
RV-VT	6	0	100	27
IC-E	3	3	100	310
Summe*	255	46		

Summe*: Summe beide Richtungen

Betriebsprogramm Prognose Nullfall 2030, Strecke 5950

(oberirdische Führung der GZ über die bestehende Strecke 5950, DB Netz AG, per e-mail am 02.10.2019)

Zugart	Anzahl Tag (6-22) Uhr	Anzahl Nacht (22-6) Uhr	V - max [km/h]	Länge [m]
Abschnitt: Nürnberg Hohe Marter - Nürnberg Großmarkt				
GZ	59	50	90	500
GZ	7	5	90	500
GZ-GL	3	2	90	200
Gesamt	69	57		
Abschnitt: Nürnberg Großmarkt - Nürnberg Hohe Marter				
GZ	77	51	90	500
GZ	8	6	90	500
GZ-GL	3	1	90	200
Gesamt	88	58		

Betriebsprogramm Prognose Planfall 2030, Strecke 5950

gemäß aktueller Bekanntgabe der Zugzahlenprognose 2030 (KW 12/2019) des Bundes ergeben sich folgende Werte

Zugart	Anzahl Tag (6-22) Uhr	Anzahl Nacht (22-6) Uhr	V - max [km/h]	Länge [m]
Abschnitt: Nürnberg Rangierbahnhof - Abzweig Kleinreuth				
GZ	59	50	100	500
GZ	7	5	120	500
GZ-GL	3	2	100	200
Gesamt	69	57		
Abschnitt: Abzweig Kleinreuth – Nürnberg Rangierbahnhof				
GZ	77	51	100	500
GZ	8	6	120	500
GZ-GL	3	1	100	200
Gesamt	88	58		
Abschnitt: Abzweig Kleinreuth Ri. Fürth				
GZ	36	33	100	500
GZ	4	4	120	500
GZ-GL	4	2	100	200
Gesamt	44	39		
Abschnitt: Fürth Ri. Abzweig Kleinreuth				
GZ	49	33	100	500
GZ	5	4	120	500
GZ-GL	4	2	100	200
Gesamt	58	39		

Betriebsprogramm Prognose Planfall 2030, Strecke 5955

gemäß aktueller Bekanntgabe der Zugzahlenprognose 2030 (KW 12/2019) des Bundes ergeben sich folgende Werte

Zugart	Anzahl Tag (6-22) Uhr	Anzahl Nacht (22-6) Uhr	V - max [km/h]	Länge [m]
Abschnitt: Abzweig Kleinreuth – Eltersdorf				
GZ	20	14	100	500
GZ	2	2	120	500
GZ-GL	3	1	100	200
Gesamt	25	17		
Abschnitt: Eltersdorf – Abzweig Kleinreuth				
GZ	25	16	100	500
GZ	3	2	120	500
GZ-GL	3	1	100	200
Gesamt	31	19		

Legende zu den Betriebsprogrammen nach Schall 03

Erläuterungen und Legende:

1. v_{max} abgeglichen mit VzG 2019
Bei *Streckenneu- und Ausbauprojekten* wird die jeweilige Fahrzeughöchstgeschwindigkeit angegeben. Der Abgleich mit den zulässigen Streckenhöchstgeschwindigkeiten erfolgt durch die Projektleitung
2. Auf die in der Prognose 2030 ermittelten SGV -Zugzahlen hat das BMVI eine Grundlast aufgeschlagen, mit der Lokfahrten, Mess-, Baustellen-, Schadwagen usw. abgebildet werden
3. Für Brücken, schienengleiche BÜ und enge Gleisradien sind ggf. die entsprechenden Zuschläge zu berücksichtigen

Legende Traktionsarten:

- E = Bespannung mit E-Lok
- V = Bespannung mit Diesellok
- ET, - VT = Elektro- / Dieseltriebzug

Legende Zugarten:

- GZ = Güterzug
- GZ-GL = Güterzug Grundlast
- RV = Regionalzug
- S = Elektrotriebzug der S-Bahn
- IC = Intercityzug (auch Railjet)
- ICE, TGV = Elektrotriebzug des HGV
- NZ = Nachtreisezug
- AZ = Saison- oder Ausflugszug
- D = sonstiger Fernreisezug, auch Dritte
- LR, LICE = Leerreisezug

Anhang 2: Einfügedämmwerte erschütterungsreduzierender Maßnahmen (Pegelminderung in dB)

Terzmittenfrequenz [Hz]	Schwellenbesohlung (0,3 N/mm³) [dB]	Trog mit USM (Standardwerte) [dB]	Masse-Feder-System (flächig gelagert) [dB]	Masse-Feder-System (punktförmig gelagert) [dB]
4	2.0	3.5	0.0	3.0
5	2.8	2.0	0.0	3.0
6,3	2.7	4.0	0.0	2.0
8	2.6	6.0	0.0	-2.0
10	2.5	6.0	0.0	-8.0
12,5	2.4	6.0	0.0	2.0
16	2.2	5.0	-2.0	7.0
20	1.9	3.0	-5.0	10.4
25	1.4	0.0	-5.0	12.7
31,5	0.5	-2.5	0.0	15.0
40	-0.8	-2.5	10.0	17.2
50	0.2	-1.0	15.0	18.0
63,5	4.9	0.5	20.0	18.8
80	9.0	0.5	20.0	19.5
100	8.8	4.0	20.0	20.0
125	8.8	7.5	20.0	20.0
160	8.1	8.5	20.0	20.0
200	6.3	8.5	20.0	20.0
250	5.0	8.5	20.0	20.0
315	5.0	8.5	20.0	20.0

Emissionstabelle: Angesetzte Körperschall-Emissionen, **Max-Hold –Werte** in 8 m Entfernung zum Gleis je Messort

Frequenz, Terz in Hz		4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
Messort MO / Zugart	v in km/h	Körperschallschnellepegel in dB, (Bezugswert $5 \cdot 10^{-5}$ mm/s)																			
MO 1																					
FGZ	90	47.1	44.3	42.4	45.1	46.3	49.4	55.2	61.3	62.5	66.3	66.6	69.2	61.9	56.0	51.3	46.9	40.2	33.4	33.5	27.7
MO 2																					
FGZ	90	51.5	48.4	45.1	46.4	44.1	47.9	56.8	63.9	67.8	72.3	69.9	61.1	63.4	57.3	56.7	54.1	45.9	38.6	28.9	24.1
MO 3, s=10 m																					
FGZ	90	36.8	36.6	38.6	43.9	46.1	56.7	63.3	70.2	72.4	70.7	72.0	69.4	68.9	66.9	57.7	47.0	42.1	37.7	25.1	24.2
MO 4a, MO 4b																					
FGZ	90	48.4	59.1	65.0	65.8	62.6	63.9	66.4	65.8	63.4	64.8	66.1	65.9	64.3	60.7	55.8	50.7	51.2	41.7	37.2	23.8
MO 5																					
FGZ	90	62.8	61.9	67.4	65.1	65.0	65.6	67.5	69.8	68.0	63.9	64.9	67.1	67.6	68.6	62.4	58.1	53.7	41.3	32.6	29.6
MO 6																					
S-Bahn, (München)	120	30.0	29.7	29.5	34.8	38.1	38.6	39.8	48.5	57.1	66.0	72.1	66.7	60.1	60.4	55.2	51.9	48.4	38.6	28.1	22.2
ICE, s=35 m	130	21.4	24.3	37.4	42.0	50.3	54.0	56.3	58.5	56.9	59.4	63.3	59.5	50.2	41.2	33.9	23.9	21.2	23.0	24.7	19.9
RE/RB/Lr, s=35 m	130	28.5	32.5	42.2	46.3	50.9	58.9	62.8	60.4	58.0	60.4	65.3	61.7	52.6	43.7	36.5	31.8	29.6	29.5	26.9	17.6
FGZ, s=35 m	100	23.6	31.5	34.4	48.3	55.1	60.3	60.5	57.9	56.6	60.9	58.7	61.6	59.1	54.9	49.9	44.0	39.7	34.6	27.9	23.8

Emissionstabelle: Angesetzte Körperschall-Emissionen, **Max-Hold –Werte** für FGZ im Tunnel

Frequenz, Terz in Hz		4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
Messort MO / Zugart	v in km/h	Körperschallschnellepegel in dB, (Bezugswert $5 \cdot 10^{-5}$ mm/s)																			
MO 3 bis MO 12																					
FGZ	120	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0	45.5	45.0	47.0	58.5	66.5	69.0	68.0	64.5	61.0	59.0	57.0	55.5	55.0

Emissionstabelle: Angesetzte Körperschall-Emissionen, **Leq –Werte** in 8 m Entfernung zum Gleis je Messort

Frequenz, Terz in Hz		4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
Messort MO / Zugart	v in km/h	Körperschallschnellepegel in dB, (Bezugswert $5 \cdot 10^{-5}$ mm/s)																			
MO 1																					
FGZ	90	39.3	37.6	35.3	38.3	39.4	42.5	48.4	52.9	55.3	56.5	56.1	58.5	52.9	47.3	45.2	41.7	35.4	28.5	28.5	23.1
MO 2																					
FGZ	90	44.3	41.4	37.3	38.7	37.0	40.3	48.1	54.6	58.6	60.3	58.2	52.7	55.7	50.8	47.5	45.7	37.8	29.8	21.9	16.3
MO 3, s=10 m																					
FGZ	90	30.4	29.6	31.0	36.2	38.5	44.9	52.1	62.6	66.0	64.1	65.6	61.7	60.6	56.0	47.8	38.2	35.7	31.5	19.8	18.4
MO 4a, MO 4b																					
FGZ	90	41.2	52.1	57.2	58.1	55.5	56.3	57.7	56.5	54.2	52.8	54.4	57.5	56.6	54.2	46.6	42.3	43.1	32.9	30.2	16.0
MO 5																					
FGZ	90	55.6	54.9	59.6	57.4	57.9	58.0	58.8	60.5	58.8	51.9	53.2	58.7	59.9	62.1	53.2	49.7	45.6	32.5	25.6	21.8
MO 6																					
S-Bahn, (München)	120	25.0	24.7	24.5	29.8	33.1	33.6	34.8	43.5	52.1	61.0	67.1	61.7	55.1	55.4	50.2	46.9	43.4	33.6	23.1	17.2
ICE, s=35 m	130	16.4	19.3	32.4	37.0	45.3	49.0	51.3	53.5	51.9	54.4	58.3	54.5	45.2	36.2	28.9	18.9	16.2	18.0	19.7	14.9
RE/RB/Lr, s=35 m	130	23.5	27.4	37.2	41.3	45.9	53.9	57.7	55.4	52.9	55.4	60.3	56.6	47.6	38.7	31.5	26.8	24.6	24.4	21.8	12.5
FGZ, s=35 m	100	15.6	23.5	26.4	40.3	47.1	52.3	52.5	49.9	48.6	52.9	50.7	53.6	51.1	46.9	41.9	36.0	31.7	26.6	19.9	15.8

Emissionstabelle: Angesetzte Körperschall-Emissionen, **Leq –Werte** für FGZ im Tunnel

Frequenz, Terz in Hz		4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
Messort MO / Zugart	v in km/h	Körperschallschnellepegel in dB, (Bezugswert $5 \cdot 10^{-5}$ mm/s)																			
MO 3 bis MO 12																					
FGZ	120	39.0	38.0	38.0	38.0	39.0	38.0	38.0	38.0	38.0	37.0	51.0	59.0	63.0	62.0	57.0	53.0	52.0	47.0	46.0	47.0

Tabelle: Entfernungsbedingte Körperschall-Pegelabnahme im Boden (messtechnisch ermittelt)

Frequenz, Terz in Hz	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
Ausbreitungsquerschnitt: A Nr., km	Pegelabnahme in dB																			
Vergleichswert nach DB-Richtlinie [9]	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0	26.5	31.5	35.0	39.0	39.0	39.0	39.0	39.0	39.0	39.0	39.0	39.0
A 1, km 5.12, rdB	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	5.3	11.8	15.0	24.7	22.9	18.5	21.4	30.9	36.1	34.7	25.5	18.8	22.1	24.6
A 2, km 7.55, ldB	2.9	3.2	10.6	9.7	11.0	12.2	18.5	19.1	20.8	23.7	27.3	32.5	35.1	31.9	39.0	43.2	39.3	29.1	14.5	7.8
A 3, km 8.25, ldB	3.0	3.0	11.7	14.9	12.5	28.1	34.3	37.9	41.0	53.5	68.3	56.8	33.5	42.9	52.6	20.8	20.0	20.0	20.0	20.0
A 4, km 9.7, ldB	8.6	3.7	3.7	3.7	3.7	5.4	2.9	20.3	33.5	46.0	43.3	46.4	49.2	55.1	58.9	61.8	64.0	52.9	47.5	36.5
A 5, km 10.0, rdB	1.4	1.4	1.4	0.8	1.4	9.5	16.0	20.1	33.2	40.4	45.1	45.9	40.0	55.6	57.1	38.5	37.3	24.0	16.7	12.1
A 6, km 10.4, rdB	1.1	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	5.4	21.6	23.1	28.8	46.5	44.2	15.8	41.9	31.0	38.0	25.5	29.4	13.5	9.1
A 7, km 11.6, rdB	4.0	5.0	6.0	7.0	1.8	2.2	4.3	18.9	36.5	41.4	49.5	50.5	47.2	36.4	42.1	47.7	46.3	23.3	31.8	31.6
A 8, km 12.85, rdB	3.1	1.7	2.1	2.1	1.7	4.3	8.2	19.7	21.9	26.9	41.5	42.0	24.2	43.4	44.0	22.9	22.9	18.5	16.2	17.7
A 9, km 12.97, rdB	5.3	1.9	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	11.1	20.3	36.4	26.7	31.5	26.5	35.5	40.1	32.9	33.2	26.1	8.6	22.5

Bem.: Die Pegelabnahme im Boden ist eine logarithmische Funktion über die Entfernung. Die Pegeldifferenzen werden für 80 m Entfernung zum Gleis mit dem Bezugswert 8 m dargestellt.

Ergebnistabelle 1.1: Beurteilung der Erschütterungen an den messtechnisch untersuchten Objekten ohne und mit Erschütterungsschutzmaßnahmen Bereich 1, Ausbaubereich mit Vorbelastung

Messobjekt, Lage zur Bahn	Adresse	Raumlage/ Nutzung	Gebiets-nutzung	Anforderungen Erschütterung								Immissionen Erschütterung								Immissionen Erschütterung mit ESM							
				KB				Prognose Nullfall				Prognosefall ohne ESM				Zu-/Abnahme in %				Prognosefall				Zu-/Abnahme in %			
				A _u		A _r		KB _{Fmax}		KB _{FTr}		KB _{Fmax}		KB _{FTr}		KB _{Fmax}		KB _{FTr}		KB _{Fmax}		KB _{FTr}		KB _{Fmax}		KB _{FTr}	
Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Nacht	Tag	Nacht		
MO-1, km 5.00_rdB	Torstensonstr. 4	EG (WZ)	M	0.20	0.15	0.10	0.07	<0.1	<0.1	0.000	0.000	0.11	0.11	0.025	0.030	>0	>0	>0	<0.1	<0.1	0.000	0.000	n.d.	n.d.	n.d.		
MO-1, km 5.00_rdB	Torstensonstr. 4	1.OG (WZ)	M	0.20	0.15	0.10	0.07	0.14	0.14	0.040	0.048	0.16	0.16	0.043	0.052	14	8	8	0.14	0.14	0.038	0.046	0	-5	-4		
MO-1_Neubau_fiktiv, km	Torstensonstr. 4	EG (WZ)	M	0.20	0.15	0.10	0.07	0.13	0.13	0.035	0.042	0.16	0.16	0.038	0.047	23	9	12	0.14	0.14	0.035	0.043	8	0	2		
MO-1_Neubau_fiktiv, km	Torstensonstr. 4	1.OG (WZ)	M	0.20	0.15	0.10	0.07	0.19	0.19	0.051	0.061	0.23	0.23	0.055	0.067	21	8	10	0.20	0.20	0.050	0.061	5	-2	0		
MO-2, km 5.10_rdB	Hornstr. 7	EG (WZ)	W	0.15	0.10	0.07	0.05	0.17	0.17	0.047	0.057	0.22	0.22	0.052	0.064	29	11	12	0.19	0.19	0.046	0.056	12	-2	-2		
MO-2, km 5.10_rdB	Hornstr. 7	1.OG (GZ)	W	0.15	0.10	0.07	0.05	<0.1	<0.1	0.000	0.000	0.12	0.12	0.022	0.028	>0	>0	>0	0.10	0.10	0.016	0.021	>0	>0	>0		
MO-3, km 6.30_rdB	Regelsbacherstr. 56	kleidekabine	M	0.20	0.15	0.10	0.07	0.26	0.26	0.058	0.072	0.65	0.65	0.113	0.135	150	95	88	0.29	0.29	0.048	0.063	12	-17	-13		
MO-3, km 6.30_rdB	Regelsbacherstr. 56	1.OG (Kiz)	M	0.20	0.15	0.10	0.07	0.43	0.43	0.100	0.124	0.78	0.78	0.154	0.188	81	54	52	0.60	0.60	0.099	0.129	40	-1	4		
MO-4a, km 7.70_rdB	Hundingstr. 13, Pfortnerha	EG (WZ)	G	0.30	0.20	0.15	0.10	0.16	0.16	0.045	0.054	0.34	0.34	0.061	0.072	113	36	33	0.16	0.16	0.036	0.045	0	-20	-17		
MO-4b, km 7.70_rdB	Hundingstr. 13	1.OG (B1)	G	0.30	0.20	0.15	0.10	0.14	0.14	0.039	0.047	0.15	0.15	0.038	0.046	7	-3	-2	0.14	0.14	0.032	0.039	0	-18	-17		
MO-4b, km 7.70_rdB	Hundingstr. 13	1.OG (B2)	G	0.30	0.20	0.15	0.10	0.15	0.15	0.041	0.049	0.20	0.20	0.043	0.052	33	5	6	0.15	0.15	0.033	0.041	0	-20	-16		
MO-5, km 7.80_ldB	Hundingstr. 9	EG (Büro)	G	0.30	0.20	0.15	0.10	0.10	0.10	0.019	0.024	0.13	0.13	0.025	0.030	30	32	25	0.10	0.10	0.015	0.020	0	-21	-17		
MO-5, km 7.80_ldB	Hundingstr. 9	1.OG (Büro)	G	0.30	0.20	0.15	0.10	0.21	0.21	0.058	0.070	0.21	0.21	0.047	0.058	0	-19	-17	0.21	0.21	0.047	0.058	0	-19	-17		
MO-6, km 8.25_rdB	Konradstr. 15	EG (SZ)	M	0.20	0.15	0.10	0.07	<0.1	<0.1	0.000	0.000	<0.1	<0.1	0.000	0.000	n.d.	n.d.	n.d.	<0.1	<0.1	0.000	0.000	n.d.	n.d.	n.d.		
MO-6, km 8.25_rdB	Konradstr. 15	1.OG (SZ)	M	0.20	0.15	0.10	0.07	<0.1	<0.1	0.000	0.000	0.13	0.13	0.019	0.021	>0	>0	>0	<0.1	<0.1	0.000	0.000	n.d.	n.d.	n.d.		

- 0.11 Überschreitung des Anhaltswertes (A_u) → Beurteilung anhand des A_r notwendig
- 0.051 Überschreitung des Anhaltswertes A_r
- 26 Wesentliche Zunahme der Erschütterungsimmissionen (> 25%)
- 0.051 Überschreitung des Anhaltswertes **und** wesentliche Zunahme der Erschütterungsimmissionen (> 25%)
- <0.1 Erschütterungsimmissionen unterhalb der Wahrnehmbarkeitsschwelle
- n.d. Zunahme der Erschütterungsimmissionen nicht definiert
- <0 Zunahme der Erschütterungsimmissionen kleiner 0
- >0 Zunahme der Erschütterungsimmissionen größer 0

Ergebnistabelle 1.2: Beurteilung der Erschütterungen an den messtechnisch untersuchten Objekten ohne und mit Erschütterungsschutzmaßnahmen Bereich 2, Neubaubereich **ohne** Vorbelastung

Messobjekt, Lage zur Bahn	Adresse	Raumlage/ Nutzung	Gebiets- nutzung	Anforderungen Erschütterung				Immissionen Erschütterung				Immissionen Erschütterung mit ESM						
				KB				Prognosefall ohne ESM				Prognosefall				Zu-/Abnahme in %		
				A _u		A _r		KB _{Fmax}		KB _{FTr}		KB _{Fmax}		KB _{FTr}		KB _{Fmax}	KB _{FTr}	
				Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Nacht
MO-7, km 9.1_IdB	Kurgartenstr. 49 bzw. 59	EG (Büro)	M	0.20	0.15	0.10	0.07	<0.1	<0.1	0.000	0.000	<0.1	<0.1	0.000	0.000	n.d.	n.d.	n.d.
MO-7, km 9.1_IdB	Kurgartenstr. 49 bzw. 59	1.OG (Büro)	M	0.20	0.15	0.10	0.07	0.11	0.11	0.006	0.007	0.12	0.12	0.006	0.008	>0	>0	>0
MO-7, km 9.1_IdB	Kurgartenstr. 49 bzw. 59	Schlafzimmer	M	0.20	0.15	0.10	0.07	0.24	0.24	0.035	0.040	0.27	0.27	0.040	0.045	>0	>0	>0
MO-8, km 10.35_mitte	Georg-Zorn-Str.32	EG (WZ)	M	0.20	0.15	0.10	0.07	0.34	0.34	0.050	0.057	0.11	0.11	0.006	0.007	>0	>0	>0
MO-9, km 12.66_rdB	Ronhofer Hauptstr. 273	EG (Büro)	G	0.30	0.20	0.15	0.10	0.44	0.44	0.064	0.073	0.16	0.16	0.023	0.027	>0	>0	>0
MO-9, km 12.66_rdB	Ronhofer Hauptstr. 273	1.OG (Raum)	G	0.30	0.20	0.15	0.10	<0.1	<0.1	0.000	0.000	<0.1	<0.1	0.000	0.000	n.d.	n.d.	n.d.
MO-10, km 12.85_rdB	Kronacher-Wende 4a	0.EG (SZ)	M	0.20	0.15	0.10	0.07	1.12	1.12	0.163	0.186	0.15	0.15	0.022	0.026	>0	>0	>0
MO-10, km 12.85_rdB	Kronacher-Wende 4a	1.OG (KiZ)	M	0.20	0.15	0.10	0.07	0.54	0.54	0.078	0.089	0.20	0.20	0.029	0.033	>0	>0	>0
MO-11, km 12.85_rdB	Kronacher-Wende 4b	0.EG (WZ)	M	0.20	0.15	0.10	0.07	0.34	0.34	0.049	0.056	<0.1	<0.1	0.000	0.000	n.d.	n.d.	n.d.
MO-11, km 12.85_rdB	Kronacher-Wende 4b	1.OG (WZ)	M	0.20	0.15	0.10	0.07	0.21	0.21	0.031	0.036	0.14	0.14	0.021	0.024	>0	>0	>0
MO-12, km 12.94_rdB	Ronhofer Hauptstr. 315	EG (WZ vorn)	M	0.20	0.15	0.10	0.07	0.38	0.38	0.056	0.063	<0.1	<0.1	0.000	0.000	n.d.	n.d.	n.d.
MO-12, km 12.94_rdB	Ronhofer Hauptstr. 315	G (WZ hinten)	M	0.20	0.15	0.10	0.07	0.14	0.14	0.020	0.023	<0.1	<0.1	0.000	0.000	n.d.	n.d.	n.d.

- 0.11 Überschreitung des Anhaltswertes (A_u) → Beurteilung anhand des A_r notwendig
- 0.051 Überschreitung des Anhaltswertes A_r
- <0.1 Erschütterungsimmissionen unterhalb der Wahrnehmbarkeitsschwelle
- n.d. Zunahme der Erschütterungsimmissionen nicht definiert
- <0 Zunahme der Erschütterungsimmissionen kleiner 0
- >0 Zunahme der Erschütterungsimmissionen größer 0

Ergebnistabelle 2.1: Beurteilung des sekundären Luftschalls an den messtechnisch untersuchten Objekten ohne und mit Erschütterungsschutzmaßnahmen Bereich 1, Ausbaubereich mit Vorbelastung

Messobjekt, Lage zur Bahn	Adresse	Raumlage/ Nutzung	Gebiets- nutzung	Anforderungen				Immissionen sekundärer Luftschall in dB(A)										Immissionen sekundärer Luftschall mit ESM in dB(A)							
				sek. Luftschall in dB(A)				Prognose Nullfall			Prognosefall			Zu-/Abnahme				Prognosefall			Zu-/Abnahme				
				L _{Lmax}		L _{Lr}		L _{Lmax}	L _{Lr}		L _{Lmax}	L _{Lr}		L _{Lmax}	L _{Lr}		L _{Lmax}	L _{Lr}		L _{Lmax}	L _{Lr}		L _{Lmax}	L _{Lr}	
				Tag	Nacht	Tag	Nacht	Nacht	Tag	Nacht	Nacht	Tag	Nacht	Nacht	Tag	Nacht	Nacht	Tag	Nacht	Nacht	Tag	Nacht	Nacht	Tag	Nacht
MO-1, km 5.00_rdB	Torstensonstr. 4	EG (WZ)	M	xx	xx	40	30	30	17.0	18.7	31	17.1	18.9	1	0.1	0.2	30	16.5	18.3	0	-0.5	-0.4			
MO-1, km 5.00_rdB	Torstensonstr. 4	1.OG (WZ)	M	xx	xx	40	30	31	18.2	19.9	32	18.2	20.0	1	0.0	0.1	31	17.9	19.7	0	-0.3	-0.2			
MO-1_Neubau_fiktiv, ki	Torstensonstr. 4	EG (WZ)	M	xx	xx	40	30	31	18.8	20.5	33	19.0	20.9	2	0.2	0.4	32	18.3	20.1	1	-0.5	-0.4			
MO-1_Neubau_fiktiv, ki	Torstensonstr. 4	1.OG (WZ)	M	xx	xx	40	30	33	19.9	21.6	34	20.1	21.9	1	0.2	0.3	33	19.7	21.5	0	-0.2	-0.1			
MO-2, km 5.10_rdB	Hornstr. 7	EG (WZ)	W	xx	xx	40	30	30	17.0	18.7	32	17.3	19.3	2	0.3	0.6	29	15.5	17.3	-1	-1.5	-1.4			
MO-2, km 5.10_rdB	Hornstr. 7	1.OG (GZ)	W	xx	xx	40	30	31	17.7	19.5	34	18.0	20.1	3	0.3	0.6	29	14.5	16.5	-2	-3.2	-3.0			
MO-3, km 6.30_rdB	Regelsbacherstr. 56	nkleidekabine	M	xx	xx	40	30	40	25.4	27.2	48	30.9	32.3	8	5.5	5.1	39	23.7	25.6	-1	-1.7	-1.6			
MO-3, km 6.30_rdB	Regelsbacherstr. 56	1.OG (KIZ)	M	xx	xx	40	30	41	26.6	28.4	48	31.0	32.5	7	4.4	4.1	42	25.5	27.6	1	-1.1	-0.8			
MO-4a, km 7.70_rdB	Hundingstr. 13, Pfortner	EG (WZ)	G	xx	xx	40	30	37	23.7	25.4	45	27.5	28.9	8	3.8	3.5	37	22.4	24.3	0	-1.3	-1.1			
MO-4b, km 7.70_rdB	Hundingstr. 13	1.OG (B1)	G	xx	xx	40	30	32	19.0	20.7	42	24.7	26.0	10	5.7	5.3	32	18.2	19.9	0	-0.8	-0.8			
MO-4b, km 7.70_rdB	Hundingstr. 13	1.OG (B2)	G	xx	xx	40	30	34	21.0	22.7	44	26.3	27.6	10	5.3	4.9	34	19.9	21.8	0	-1.1	-0.9			
MO-5, km 7.80_ldB	Hundingstr. 9	EG (Büro)	G	xx	xx	40	30	32	19.1	20.7	38	21.4	22.8	6	2.3	2.1	32	17.6	19.4	0	-1.5	-1.3			
MO-5, km 7.80_ldB	Hundingstr. 9	1.OG (Büro)	G	xx	xx	40	30	31	18.0	19.7	36	20.0	21.5	5	2.0	1.8	31	16.3	18.2	0	-1.7	-1.5			
MO-6, km 8.25_rdB	Konradstr. 15	EG (SZ)	M	xx	xx	40	30	23	0.0	0.0	45	26.7	27.8	22	26.7	27.8	33	14.7	15.8	10	14.7	15.8			
MO-6, km 8.25_rdB	Konradstr. 15	1.OG (SZ)	M	xx	xx	40	30	25	0.0	0.0	41	22.2	23.3	16	22.2	23.3	31	12.9	13.9	6	12.9	13.9			

- 30.1 Überschreitung des Immissionsrichtwertes
- 2.1 Wesentliche Änderung der Immissionsbelastung (≥ 2.1 dB(A), d.h. aufgerundet 3 dB(A))
- 30.1 Überschreitung des Immissionsrichtwertes **und** wesentliche Änderung der Immissionsbelastung (≥ 2.1 dB(A))
- xx keine Anforderung an den Maximalpegel des sekundären Luftschalls
- n.d. Abnahme der Beurteilungspegel nicht definiert

Ergebnistabelle 2.2: Beurteilung des sekundären Luftschalls an den messtechnisch untersuchten Objekten ohne und mit Erschütterungsschutzmaßnahmen Bereich 2, Neubaubereich **ohne** Vorbelastung

Messobjekt, Lage zur Bahn	Adresse	Raumlage/ Nutzung	Gebiets- nutzung	Anforderungen				Immissionen sekundärer Luftschall in dB(A)						Immissionen sekundärer Luftschall mit ESM in dB(A)					
				sek. Luftschall in dB(A)				Prognosefall			Zu-/Abnahme			Prognosefall			Zu-/Abnahme		
				L _{L,max}		L _{L,r}		L _{L,max}	L _{L,r}		L _{L,max}	L _{L,r}		L _{L,max}	L _{L,r}		L _{L,max}	L _{L,r}	
Tag	Nacht	Tag	Nacht	Nacht	Tag	Nacht	Nacht	Tag	Nacht	Nacht	Tag	Nacht	Nacht	Tag	Nacht	Nacht	Tag	Nacht	
MO-7, km 9.1_IdB	Kurgartenstr. 49 bzw. 5	EG (Büro)	M	xx	xx	40	30	25	7.0	8.1	25	7.0	8.1	18	0.1	1.2	18	0.1	1.2
MO-7, km 9.1_IdB	Kurgartenstr. 49 bzw. 5	1.OG (Büro)	M	xx	xx	40	30	33	15.1	16.2	33	15.1	16.2	26	8.0	9.1	26	8.0	9.1
MO-7, km 9.1_IdB	Kurgartenstr. 49 bzw. 5	Schlafzimmer	M	xx	xx	40	30	29	10.4	11.5	29	10.4	11.5	23	4.7	5.8	23	4.7	5.8
MO-8, km 10.35_mitte	Georg-Zorn-Str.32	EG (WZ)	M	xx	xx	40	30	45	26.2	27.3	45	26.2	27.3	37	18.8	19.9	37	18.8	19.9
MO-9, km 12.66_rdB	Ronhofer Hauptstr. 273	EG (Büro)	G	xx	xx	40	30	47	28.3	29.4	47	28.3	29.4	39	20.6	21.7	39	20.6	21.7
MO-9, km 12.66_rdB	Ronhofer Hauptstr. 273	1.OG (Raum)	G	xx	xx	40	30	37	18.2	19.3	37	18.2	19.3	30	11.5	12.6	30	11.5	12.6
MO-10, km 12.85_rdB	Kronacher-Wende 4a	0.EG (SZ)	M	xx	xx	40	30	49	30.0	31.1	49	30.0	31.1	37	18.6	19.7	37	18.6	19.7
MO-10, km 12.85_rdB	Kronacher-Wende 4a	1.OG (KiZ)	M	xx	xx	40	30	44	25.9	27.0	44	25.9	27.0	35	16.7	17.8	35	16.7	17.8
MO-11, km 12.85_rdB	Kronacher-Wende 4b	0.EG (WZ)	M	xx	xx	40	30	48	29.7	30.8	48	29.7	30.8	36	17.8	18.9	36	17.8	18.9
MO-11, km 12.85_rdB	Kronacher-Wende 4b	1.OG (WZ)	M	xx	xx	40	30	39	20.4	21.5	39	20.4	21.5	29	11.2	12.2	29	11.2	12.2
MO-12, km 12.94_rdB	Ronhofer Hauptstr. 315	EG (WZ vorn)	M	xx	xx	40	30	47	28.9	30.0	47	28.9	30.0	35	16.9	18.0	35	16.9	18.0
MO-12, km 12.94_rdB	Ronhofer Hauptstr. 315	G (WZ hinten)	M	xx	xx	40	30	40	21.9	23.0	40	21.9	23.0	29	10.1	11.2	29	10.1	11.2

30.1 Überschreitung des Anhaltswertes

- xx keine Anforderung an den Maximalpegel des sekundären Luftschalls
- n.d. Abnahme der Beurteilungspegel nicht definiert

Abwägungstabelle: Gebäude ohne Kenntnis der Deckenbauweise

Bereich	Anzahl Schutzfälle HBD	Anzahl Schutzfälle BD	Maßnahme je Gleis	Gleis	km-Anf.	km-Ende	Länge in m	Kosten der Maßnahme in T€	ungelöste Schutzfälle HBD	ungelöste Schutzfälle BD	gelöste Schutzfälle HBD	gelöste Schutzfälle BD	Kosten pro gelösten Schutzfall HBD in T€	Kosten pro gelösten Schutzfall BD in T€	Kosten gesamt in T€
Regelsbacherstr. 56,	7	7	MFS_25 Hz	Abzw. Kleinreuth - Eltersdorf	6.200	6.400	200	149.6	0	0	7	7	45.3	45.3	
rdB			MFS_25 Hz	Eltersdorf - Abzw. Kleinreuth	6.200	6.400	200	149.6							317.2
			SB	Nürnberg Rbf - Fürth	6.200	6.400	200	18.0							
Konradstr 15_km 8,25	51	51	MFS_25 Hz	Abzw. Kleinreuth - Eltersdorf	8.050	8.440	390	291.7	0	0	51	51	11.4	11.4	
rdB			MFS_25 Hz	Eltersdorf - Abzw. Kleinreuth	8.050	8.440	390	291.7							583.4
Kronacher-Wende	5	5	MFS_25 Hz	Abzw. Kleinreuth - Eltersdorf	12.800	13.000	200	149.6	0	0	5	5	59.8	59.8	
4a_km12,85, rdB			MFS_25 Hz	Eltersdorf - Abzw. Kleinreuth	12.800	13.000	200	149.6							299.2

Verwendete Abkürzungen:

HBD: Holzbalkendecke

BD: Betondecke

WE: Wohneinheit

SB: Schwellenbesohlung

SBR: Schwellenbesohlung inkl. Gleisrückbau

ST: Schottertrog

STR: Schottertrog inkl. Gleisrückbau

MFS: Masse-Feder-System (flächengelagert)