



ERSCHÜTTERUNGSTECHNISCHE STELLUNGNAHME

| | |
|----------------------|--|
| BAUVORHABEN: | Bebauungsplan Nr. 904.3 „Quartiersentwicklung Bautz“ in Hanau |
| UMFANG: | Prüfung der Belange des Erschütterungsschutzes im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens |
| AUFTRAGGEBER: | BUWOG Rhein-Main Development GmbH Bruchköbeler Landstraße 87 63452 Hanau |
| BEARBEITUNG: | KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH Heinrich-Hertz-Straße 2 64295 Darmstadt T 06151 885-383 F 06151 885-220 |
| AKTENZEICHEN: | 20188245-805-VSE-1 |
| DATUM: | Darmstadt, 23.12.2021 |

Dieser Bericht umfasst 16 Seiten und 5 Anhänge mit 5 Blättern.

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftraggebers im Zusammenhang mit dem oben genannten Planvorhaben bestimmt. Eine darüberhinausgehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-------|---------------------------------------|----|
| 1 | Sachverhalt und Aufgabenstellung | 4 |
| 2 | Bearbeitungsgrundlagen | 5 |
| 3 | Anforderungen an den Immissionsschutz | 6 |
| 3.1 | Erschütterungen | 6 |
| 3.2 | Sekundärer Luftschall | 8 |
| 4 | Arbeitsgrundsätze und Vorgehensweise | 9 |
| 4.1 | Prognosemodell | 9 |
| 4.1.1 | Emissionen | 10 |
| 4.1.2 | Transmissionen | 10 |
| 4.2 | Immissionen | 11 |
| 4.2.1 | Erschütterungen | 11 |
| 4.2.2 | Sekundärer Luftschall | 12 |
| 4.3 | Betriebsparameter | 13 |
| 5 | Untersuchungsergebnisse | 13 |
| 5.1 | Erschütterungen | 13 |
| 5.2 | Sekundärer Luftschall | 14 |
| 6 | Abschließende Bemerkungen | 15 |

Tabellenverzeichnis

| | | |
|------------|--|---|
| Tabelle 1: | Wesentliche Anhaltswerte A für die Beurteilung von Erschütterungen | 7 |
| Tabelle 2: | Immissionsrichtwerte für den sekundären Luftschall | 9 |

Abbildungsverzeichnis

| | | |
|--------------|---|----|
| Abbildung 2: | Vorabzug städtebauliches Konzept, Stand: 09.04.2021 | 4 |
| Abbildung 2: | Übertragungen von Erschütterungen | 10 |

Anhänge

| | |
|----------|--|
| Anhang 1 | Übersichtslageplan |
| Anhang 2 | Erschütterungsimmissionen am Tag |
| Anhang 3 | Erschütterungsimmissionen in der Nacht |
| Anhang 4 | Immissionen aus sekundärem Luftschall am Tag |
| Anhang 5 | Immissionen aus sekundärem Luftschall in der Nacht |

Abkürzungsverzeichnis

| | |
|--------------------|--|
| A | Anhaltswert [-] |
| A _r | Beurteilungsanhaltswert nach DIN 4150-2 [-] |
| A _o | Oberer Anhaltswert nach DIN 4150-2 [-] |
| A _u | Unterer Anhaltswert nach DIN 4150-2 [-] |
| BauNVO | Baunutzungsverordnung |
| BImSchG | Bundes-Immissionsschutzgesetz |
| BImSchV | Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz |
| dB | Dezibel |
| f | Frequenz [Hz] |
| f ₀ | Deckeneigenfrequenz [Hz] |
| f _e | Kennfrequenz der elastischen Gebäudelagerung [Hz] |
| KB _{Fmax} | maximale bewertete Schwingstärke [-] |
| KB _{FTr} | Beurteilungsschwingstärke [-] |
| L _{ri} | Beurteilungspegels [dB(A)] |
| L _{sek} | sek. Luftschallpegel des betrachteten Bauteils [dB(A)] |
| L _v | mittlerer A-bewerteter Körperschallschnellepegel des betrachteten Bauteils [dB(A)] |
| N | Anzahl von Zügen |
| r, R | Abstand |
| StAbw | Standardabweichung |
| StB | Stahlbetondecken |
| T | Transferfunktion |
| v | Messtechnisch ermittelte Straßenbahngeschwindigkeit [km/h] |
| v ₀ | Referenzwert für die Schwingschnelle [5 · 10 ⁻⁸ m/s] |
| WA | Allgemeines Wohngebiet gemäß § 4 der BauNVO |

1 Sachverhalt und Aufgabenstellung

Die BUWOG Rhein-Main Development GmbH beabsichtigt die Entwicklung des ehemaligen Bautz-Geländes im Stadtteil Groß-Auheim der Stadt Hanau. Auf dieser Fläche soll ein gemischt genutztes Quartier bestehend aus Wohnungen, Kita, Büros, Gastronomie und Einzelhandel entstehen. Zur planungsrechtlichen Umsetzung dieser Entwicklungsabsicht führt die Stadt Hanau derzeit das Verfahren zur Aufstellung des Bebauungsplan Nr. 904.3 „Quartiersentwicklung Bautz“ /11/ durch. Im Geltungsbereich des Bebauungsplans Nr. 904.3 ist die Ausweisung von Allgemeinen Wohngebieten und Urbanen Gebieten geplant.



Abbildung 1: Vorabzug städtebauliches Konzept, Stand: 09.04.2021

Derzeit liegt das Gebiet im Geltungsbereich des Bebauungsplans Nr. 904.1 /10/, der für das Bautz-Gelände ein Gewerbegebiet festsetzt. Im nördlichen Bereich des Geländes befinden sich brachliegende Gewerbeflächen und im Süden, an der Josef-Bautz-Straße, Industriehallen und einzelne Gewerbebetriebe. Die Hallen werden, bis auf die Halle im südlichen Bereich des Baufeldes C1 und die Halle im Baufeld C3 zurückgebaut und die Gewerbebetriebe stellen den Betrieb bis zum Zeitpunkt der Entwicklung des Areals ein und werden ebenfalls rückgebaut. Lediglich

der Betrieb SLZ in der Josef-Bautz-Straße im Südosten des Plangebiets verbleibt bis zum Jahr 2028 auf der Fläche.

Das städtebauliche Konzept sieht im Plangebiet überwiegend 4- bis 6-geschossige Bebauung und zwei 7-geschossigen Gebäudeteile in Baufeld A3 und D3, jeweils inklusive Staffelgeschoss vor. Im Westen auf dem Baufeld A3 ist im Erdgeschoss die Ansiedlung eines Einzelhandelsmarktes geplant. Im südlichen Teil des Baufelds C1 ist ein Gastronomiebetrieb in dem zu erhaltenden Bestandsgebäude vorgesehen. Im Osten, auf dem Baufeld B3 soll auf einer Gemeinbedarfsfläche eine Kindertagesstätte realisiert werden. In den urbanen Gebieten, im Baufeld A1, C1 und C2 sollen auch Büronutzungen entwickelt werden.

Das Plangebiet grenzt im Norden an die Lise-Meitner-Straße und im Westen an die Straße „Im Kautengewann“. Westlich in einem Abstand von ca. 150 bis 280 m verläuft, in erhöhter Lage, die Bundesstraße B 43a. Im Osten grenzt das Plangebiet an die Brückenstraße und die Bahnstrecke 4113. Nördlich in einem Abstand von ca. 60 bis 100 m verlaufen die Gleise der Hafenbahn.

Südlich des Plangebiets liegt der Main. In der Umgebung des Plangebiets befinden sich weitere Hauptstraßen und in einer Entfernung von ca. 600 m der Hauptbahnhof Hanau.

Die Haupteerschließung des Plangebiets erfolgt über die in Ost-West Richtung verlaufende Planstraße 2 und die nach Norden abzweigende Planstraße 1. Die bisher dem Straßenverkehr gewidmete Josef-Bautz-Straße südlich des Plangebiets wird zukünftig verkehrsberuhigt.

Im Rahmen dieser erschütterungstechnischen Stellungnahme soll geprüft werden, ob mögliche erschütterungstechnische Konfliktpotentiale hinsichtlich der zukünftigen Immissionen aus Erschütterungen und sekundärem Luftschall für die geplanten Gebäude zu erwarten sind und welche Maßnahmen gegebenenfalls zur Konfliktbewältigung bzw. zur Konfliktminimierung in Betracht zu ziehen sind.

2 Bearbeitungsgrundlagen

Der durchgeführten erschütterungstechnischen Untersuchung liegen die folgenden Gesetze, Verordnungen, Richtlinien, Regelwerke, Schriftsätze und Planunterlagen zu Grunde:

- /1/ Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigung, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) in der aktuell gültigen Fassung
- /2/ 16. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV) vom 12. Juni 1990, geändert durch Art. 1 der Verordnung vom 18. Dezember 2014 (BGBl. I S. 2269)

- /3/ 24. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutz-gesetzes (Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung - 24. BImSchV) vom 04. Februar 1997 in ihrer berichtigten Fassung vom 16. Mai 1997
- /4/ Verwaltungsverfahrensgesetz (VwVfG) in der aktuell gültigen Fassung
- /5/ Urteil des Bundesverwaltungsgerichtes vom 21.12.2010, Az: BVerwG 7 A 14.09
- /6/ Eisenbahn-Bundesamt, Verfügung zum Umgang mit betriebsbedingten Erschütterungen und sekundärem Luftschall in der Planfeststellung vom 30.01.2017
- /7/ DIN 4150, Teil 1 „Erschütterungen im Bauwesen: Vorermittlung von Schwingungsgrößen“, Juni 2001
- /8/ DIN 4150, Teil 2 „Erschütterungen im Bauwesen: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden“, Juni 1999
- /9/ DB-Richtlinie 820.2050, Erschütterungen und sekundärer Luftschall, Stand vom 15.09.2017
- /10/ Stadt Hanau, Bebauungsplan Nr. 904.1, Gewerbegebiet beiderseits der B 43 zwischen Auheimer Straße (L3309) und Main, rechtskräftig am 16.03.1973
- /11/ Entwurf Bebauungsplan Nr. 904.3, Quartiersentwicklung Bautz“, planquadrat, Platz der deutschen Einheit 21, 64293 Darmstadt, 01.11.2021
- /12/ Betriebskonzept der Strecke 4113 für das Prognosejahr 2030 im Bereich Hanau, Deutsche Bahn, per Mail am 22.11.2018

3 Anforderungen an den Immissionsschutz

3.1 Erschütterungen

Für die Beurteilung von Einwirkungen durch verkehrsinduzierte Erschütterungsimmissionen auf den Menschen gibt es derzeit keine gesetzlichen Bestimmungen, in denen Grenzwerte festgelegt sind. Daher werden zur Bewertung von Erschütterungsimmissionen die in Fachkreisen als Beurteilungsgrundlage allgemein anerkannten Anhaltswerte nach DIN 4150-2 /8/ herangezogen. Bei Einhaltung der hierin angegebenen Anhaltswerte kann davon ausgegangen werden, dass die Erschütterungen keine „erheblich belästigenden Einwirkungen“, die als niedrigste Qualifikationsstufe schädlicher Umwelteinwirkungen im Sinne des Immissionsschutzrechtes /1/ anzusehen sind, darstellen.

Zur Bewertung der Erschütterungsimmissionen sind gemäß DIN 4150-2 zwei Beurteilungsgrößen heranzuziehen:

- die maximale zeit- und frequenzbewertete Schwingstärke KB_{Fmax} ,
- die Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} .

Für die Beurteilung schienenverkehrsinduzierter Immissionen nennt die Norm zwei Kriterien. Der untere Anhaltswert A_u ist ein Anhaltswert für den KB_{Fmax} -Wert. Ist KB_{Fmax} kleiner oder gleich dem unteren Anhaltswert A_u , so sind die Anforderungen der Norm erfüllt, es gilt als nachgewiesen, dass die schienenverkehrsinduzierten Erschütterungsimmissionen nicht als erheblich belästigend einzustufen sind. Übersteigt KB_{Fmax} den unteren Anhaltswert A_u , so ist die Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} zu bilden und mit dem Beurteilungsanhaltswert A_r zu vergleichen.

Die Anhaltswerte A zur Beurteilung von Erschütterungsimmissionen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen werden in der DIN 4150-2 jeweils in Abhängigkeit von der Art der baulichen Nutzung der Umgebung des Einwirkungsortes sowie für den Tag- und den Nachtzeitraum unterschieden. In Tabelle 1 sind die wesentlichen Anhaltswerte angegeben.

Für das Areal ist eine Wohnbebauung geplant. Dementsprechend werden im vorliegenden Fall die Anforderungen gemäß Tabelle 1, Zeile 4 herangezogen.

| 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 Aufsichtspersonal und Bereitschaftspersonen untergebracht sind | 0,40 | 0,20 | 0,30 | 0,15 |
| 2 | Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind | 0,30 | 0,15 | 0,20 | 0,10 |
| 3 | Einwirkungsorte, in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind | 0,20 | 0,10 | 0,15 | 0,07 |
| 4 | Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind | 0,15 | 0,07 | 0,10 | 0,05 |
| 5 | Besonders schutzbedürftige Einwirkungsorte, z. B. in Krankenhäusern, Kurkliniken, soweit sie in dafür ausgewiesenen Sondergebieten liegen | 0,10 | 0,05 | 0,10 | 0,05 |

Tabelle 1: Wesentliche Anhaltswerte A für die Beurteilung von Erschütterungen

3.2 Sekundärer Luftschall

Für Einwirkungen aus sekundären Luftschallimmissionen, hervorgerufen von schienengebundenen Verkehrssystemen, existieren derzeit weder vom Gesetzgeber noch in technischen Regelwerken verbindlich vorgegebene Anforderungswerte. Als Verwaltungspraxis, die durch die Rechtsprechung /5/ nicht beanstandet wurde, hat sich die Bestimmung von zulässigen Innenraumpegel in Anlehnung an die 24. BImSchV /3/ herausgebildet.

Bei der Beurteilung schienenverkehrsinduzierter sekundärer Luftschallimmissionen ist zunächst zu berücksichtigen, dass es sich hierbei – wenn auch im weiteren Sinne – um Verkehrslärmimmissionen handelt. Demzufolge kann das Bundes-Immissionsschutzgesetz herangezogen werden, das sich in den §§ 41 bis 43 mit Umwelteinwirkungen durch Verkehrsräusche befasst. In § 43 BImSchG /1/ wird die Bundesregierung ermächtigt, erforderliche Vorschriften zu erlassen. Hierbei wird explizit darauf hingewiesen, dass den Besonderheiten des Schienenverkehrs Rechnung zu tragen ist. Dies ist für primäre Luftschallimmissionen mit Erlass der Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV /2/) geschehen. Eine Regelung zum sekundären Luftschall gibt es derzeit nicht.

Ein Anhaltspunkt für die Beurteilung sekundärer Luftschallimmissionen ergibt sich aus der Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung (24. BImSchV /3/), die – wenn auch indirekt – Vorgaben für zulässige Innenraumpegel aus Verkehrslärmimmissionen in Abhängigkeit von der Raumnutzung angibt – auch wenn der sekundäre Luftschall streng genommen nicht den Regelungen der 24. BImSchV unterliegt. In Anlehnung an die 24. BImSchV ist es dennoch gerechtfertigt, den aus Tabelle 1 der 24. BImSchV (Korrektursummand D zur Berücksichtigung der Raumnutzung) abgeleiteten Innenpegel (Korrektursummand D zuzüglich 3 dB(A)) als Beurteilungsmaßstab auch hinsichtlich sekundären Luftschalls heranzuziehen. Diese zulässigen Innenpegel wurden in der EBA-Verfügung /6/ festgelegt.

Die 24. BImSchV unterscheidet die Anforderungswerte gemäß ihrer Raumnutzung. Für die geplanten Wohngebäude erfolgt die Beurteilung der sekundären Luftschallimmissionen für den Tagzeitraum unter Zugrundelegung des Anforderungswertes für Wohnräume. Für den Nachtzeitraum wird der Anforderungswert für Räume herangezogen, die überwiegend zum Schlafen genutzt werden. Demzufolge gelten folgende Immissionsrichtwerte für Wohngebäude:

- Tag: IRW = 40 dB(A),
- Nacht: IRW = 30 dB(A).

| Zeile | Raumnutzung | $L_{ri,T}$ [dB(A)] | $L_{ri,N}$ [dB(A)] |
|------------|---|--|-----------------------|
| 1 | Räume, die überwiegend zum Schlafen genutzt werden | - | 30 |
| 2 | Wohnräume | 40 | - |
| 3 | Behandlungs- und Untersuchungsräume in Arztpraxen, Operationsräume, wissenschaftliche Arbeitsräume, Leseräume in Bibliotheken, Unterrichtsräume | 40 | - |
| 4 | Konferenz- und Vortragsräume, Büroräume, allgemeine Laborräume | 45 | - |
| 5 | Großraumbüros, Schalterräume, Druckerräume von DV-Anlagen, soweit dort ständige Arbeitsplätze vorhanden sind | 50 | - |
| 6 | Sonstige Räume, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind | entsprechend der Schutzbedürftigkeit der jeweiligen Nutzung festzusetzen | |
| $L_{ri,T}$ | Beurteilungspegel innerhalb von Räumen für den Tag | | |
| $L_{ri,N}$ | Beurteilungspegel innerhalb von Räumen für die Nacht | | |

Tabelle 2: Immissionsrichtwerte für den sekundären Luftschall

4 Arbeitsgrundsätze und Vorgehensweise

4.1 Prognosemodell

Bei der Prognose der Immissionen aus Erschütterungen und sekundärem Luftschall für schutzwürdige Räume eines Gebäudes wird von der in Abbildung 2 skizzierten Übertragungskette ausgegangen.

Diese berücksichtigt neben den erschütterungstechnischen Quellstärken (Emissionen) und der Ausbreitung der Schwingungen im Untergrund (Transmission T_1) das Schwingungsverhalten, der zu untersuchenden Gebäude (Transmission T_2 und T_3). Die dargestellten Übertragungswege werden separat ermittelt und dann zu einer Gesamtübertragungsfunktion überlagert. Da die Übertragungsfunktionen zum Teil stark frequenzabhängig sind, ist für die Prognose ein Berechnungsverfahren anzuwenden, das die spektrale Zusammensetzung sowohl der Schwingungsemissionen als auch der einzelnen Transferfunktionen berücksichtigt. Die spektrale Auflösung erfolgt hierbei in Form von Terzbändern im Bereich von 4 Hz bis 315 Hz.

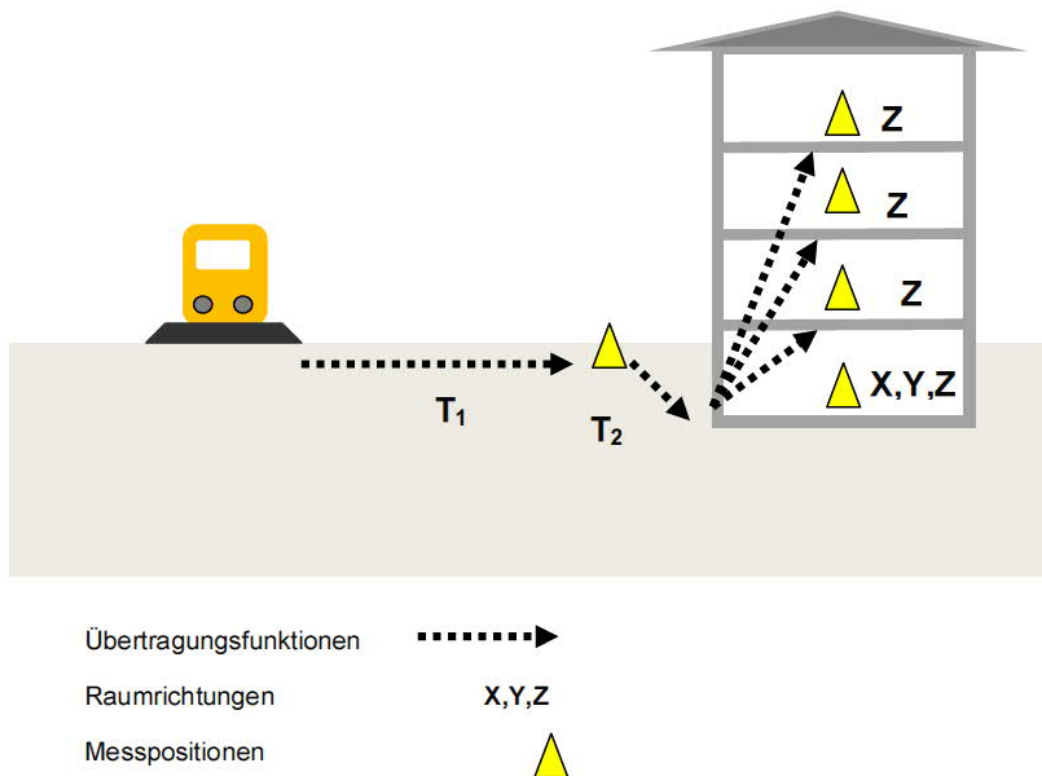


Abbildung 2: Übertragungen von Erschütterungen

Die der Prognose zu Grunde gelegten Komponenten werden im Folgenden beschrieben.

4.1.1 Emissionen

Bei oberirdischen Schienenverkehrswegen wird die Emission durch die in einem festgelegten Abstand zur Gleisachse im Erdboden gemessenen Schwingstärke charakterisiert. Für die vorliegende Untersuchung wurden die angewandten Emissionsspektren mit Hilfe der an der Strecke 3660 im Bereich von Hanau durchgeführten Emissions- und Ausbreitungsmessungen zu Grunde gelegt. Hierbei wurden Korrekturen an den Emissionen auf der Grundlage allgemeiner Erkenntnisse vorgenommen, d. h. die Emissionen wurden über eine Korrekturfunktion auf die zulässige Streckenhöchstgeschwindigkeit umgerechnet.

4.1.2 Transmissionen

4.1.2.1 Transferfunktion T_1

Die entfernungsbedingte Amplitudenabnahme der Schwinggeschwindigkeit zwischen Emissionssort und einem Ort im Erdreich unmittelbar vor einem Gebäude wird als Transferfunktion T_1 bezeichnet. Die Abnahmeexponente wurden ebenfalls aus einer an der Strecke 3660 im Bereich von Hanau durchgeführten Untersuchung zu Grunde gelegt.

4.1.2.2 Transferfunktion T_2

Die Transferfunktion T_2 beschreibt das Übertragungsverhalten vom Erdreich vor dem Gebäude auf das Gebäudefundament. Sie unterliegt selbst bei verschiedenen Gebäudetypen relativ geringeren Schwankungen und weist keine ausgeprägte spektrale Abhängigkeit auf. Erschütterungen werden umso leichter auf ein Gebäude übertragen, je geringer die Gebäudemasse ist. Zu derzeitigen Planungsphase ist eine messtechnische Erhebung der T_2 -Funktion nicht möglich. Daher wurde die Transferfunktion T_2 aus Messungen an vergleichbaren Gebäuden, in diesem Fall eine typische Übertragungsfunktion für Mehrfamiliengebäude übernommen.

4.1.2.3 Transferfunktion T_3

Die Transferfunktion T_3 beschreibt das Übertragungsverhalten innerhalb der Gebäude vom Fundament auf die Geschossdecken schutzwürdiger Räume. Für die Beurteilung der Erschütterungseinwirkungen im Hinblick auf die Störwirkung von Menschen beim Aufenthalt in Gebäuden sind die Schwingungseinwirkungen in der Raummitte maßgebend. Die Transferfunktion T_3 kennzeichnet im Wesentlichen das Resonanzverhalten einer Decke und weist neben starken spektralen Abhängigkeiten ausgeprägte Maxima im Bereich der Deckeneigenfrequenz auf. Sie ist in hohem Maße gebäudeabhängig und kann stark variieren. Ursächlich hierfür sind vor allem Spannweiten und Konstruktionsweise der Decken.

Da im Rahmen der erschütterungstechnischen Untersuchung Messungen zur Erhebung von bauphysikalischen Kenndaten in dieser Bauphase nicht möglich sind, wird auf allgemeine Erfahrungsgrundsätze zum Übertragungsverhalten von Geschossdecken zurückgegriffen. Es wird davon ausgegangen, dass es sich bei der Deckenkonstruktion der Gebäude im Plangebiet ausschließlich um Stahlbetondecken handelt. Die Berechnungen erfolgen für typische Geschossdeckenresonanzfrequenzen von Stahlbetondecken im Bereich zwischen

$$f_0 = 10 \text{ Hz bis } 80 \text{ Hz.}$$

Durch die getroffenen Annahmen wird die gesamte typische Bandbreite von Deckenspannweiten abgedeckt.

4.2 Immissionen

4.2.1 Erschütterungen

Als Erschütterungsimmissionen werden die bauwerksbezogenen, gemäß DIN 4150-2 /8/ in der Mitte von Räumen auftretenden KB-bewerteten Schwingstärken bezeichnet. Da hier die Vertikalkomponente (Z-Richtung) die Horizontalkomponenten (X-, Y-Richtung) übersteigt, werden die Abschätzungen ausschließlich für die Vertikalkomponenten der

Erschütterungsimmissionen durchgeführt. Der relevante Frequenzbereich wird in der DIN 4150-2 auf 80 Hz begrenzt.

Für die Ermittlung der Beurteilungsschwingstärken ist die Kenntnis der Intensität von Schwingungsimmissionen sowie deren Einwirkdauer erforderlich. Die Intensität am Einwirkungsort wird maßgeblich durch die fahrzeugspezifische Emission sowie die gelände- und gebäudespezifische Übertragung geprägt. Hinsichtlich der Erschütterungen ist bei der Ermittlung der Einwirkdauer das 30-Sekunden-Taktverfahren gemäß DIN 4150-2 /8/ zu beachten.

4.2.2 Sekundärer Luftschall

Im vorliegenden Fall wurde zur Bestimmung des Beurteilungspegels für den sekundären Luftschall die Richtlinie 820.2050 der DB AG /9/ herangezogen. Die Berechnung des A-bewerteten sekundären Luftschallpegels erfolgt nach den Gesamtpegel-Korrelationsbeziehungen. Hierin wird ein linearer Zusammenhang zwischen dem A-bewerteten Schwinggeschwindigkeitspegel und dem sekundären Luftschallpegel genannt. Die Abhängigkeiten wurden dabei für verschiedene Deckenkonstruktionsformen (Stahlbetondecken, Holzbalkendecken) beschrieben. Demnach kann zur Ermittlung der Einwirkungen aus sekundärem Luftschall, hervorgerufen durch schienengebundenen Zugverkehr, in erster Näherung folgende Beziehung herangezogen werden:

$$L_{\text{sek,A}} = 15,75 + 0,60 \cdot L_{\text{v,A}} \quad [\text{dB(A)}] \text{ bei Stahlbetondecken}$$

mit

$L_{\text{sek,A}}$ A-bewerteter sekundärer Luftschallpegel [dB(A)],

$L_{\text{v,A}}$ A-bewerteter Gesamt-Schwinggeschwindigkeitspegel [dB(A)]

Der Auswertebereich wird bei der Einzahlmethode bis 100 Hz beschränkt, da erfahrungsgemäß oberhalb von 80 Hz keine pegelbestimmenden Anteile im Spektrum des sekundären Luftschallpegels vorhanden sind.

Die Einwirkzeit des sekundären Luftschalls, jeweils bezogen auf den Beurteilungszeitraum Tag (06.00 bis 22.00 Uhr) bzw. Nacht (22.00 bis 06.00 Uhr), ergibt sich aus der Gesamtzahl der in dem betreffenden Streckenabschnitt innerhalb des Beurteilungszeitraumes verkehrenden Schienenfahrzeuge und deren geschwindigkeitsabhängiger Vorbeifahrtzeit. Um zu berücksichtigen, dass Fahrzeuge bereits vor und auch nach der Vorbeifahrt wahrgenommen werden können, wird bei der Bestimmung der signifikanten Einwirkungszeit einer Zugvorbeifahrt mit der 1,5-fachen geometrischen Vorbeifahrtzeit berücksichtigt

$$T_e = 1,5 \cdot \text{Zuglänge} \cdot 3,6 / v$$

mit

v maximal zulässige Streckenhöchstgeschwindigkeit [km/h]

4.3 Betriebsparameter

Für die Ermittlung der Beurteilungsschwingstärken ist die Kenntnis der Intensität von Schwingungsimmissionen sowie deren Einwirkdauer erforderlich. Die Intensität am Einwirkungsort wird maßgeblich durch die fahrzeugspezifische Emission sowie die gelände- und gebäudespezifische Übertragung geprägt. Hinsichtlich der Erschütterungen ist bei der Ermittlung der Einwirkdauer das 30-Sekunden-Taktverfahren gemäß DIN 4150-2 /8/ zu beachten.

Die vorliegende Prognose basiert auf dem Zugprogramm für das Prognosejahr 2030 /12/. Die zugrunde gelegten Zugzahlen für die Strecke 4113 belaufen sich auf:

- Tag: 62 RB-VT
- Nacht: 6 RB-VT

5 Untersuchungsergebnisse

In den so genannten „Einwirkungsmatrizen“ werden die Beurteilungsschwingstärken KB_{FTr} , die zur besseren Übersichtlichkeit mit einem Faktor 100 multipliziert wurden, und die Beurteilungspegel L_r getrennt für den Tag- und Nachtzeitraum in Abhängigkeit vom Abstand r und der Deckeneigenfrequenz f_0 eines schutzbedürftigen Raumes dargestellt. Diese ermöglichen es, die Einhaltung der Anforderungen nach DIN 4150-2 bzw. nach 24. BImSchV an Gebäuden allgemein in Abhängigkeit des Abstandes zur nächstgelegenen Gleisachse und der entsprechenden Gebietseinstufung zu überprüfen.

Grün hinterlegte Felder bedeuten, dass die jeweils gültigen Anforderungen an den Immissionschutz erfüllt werden. Gelb kennzeichnet eine Unterschreitung der A_r -Werte bei einer Ausschöpfung von mehr als 2/3 des Anhaltswertes. Bei rot hinterlegten Feldern sind die Anforderungen nicht erfüllt.

5.1 Erschütterungen

Unter Berücksichtigung der zugrunde gelegten Erschütterungsemissionen und typischen Gebäudeübertragungsfunktionen ergeben sich Beurteilungsschwingstärken für den Tag- bzw. im Nachtzeitraum, die in Anhang 2 bzw. Anhang 3 ausgewiesen sind.

Die geplanten Wohngebäude, die im Allgemeinen Wohngebieten D2 und D3 errichtet werden,

weisen einen Mindestabstand von

$$r \geq 23,5 \text{ m}$$

aus. In diesem Abstand belaufen sich die prognostizierten beurteilungsschwingstärken auf maximal

$$KB_{FT_r} = 0,034 / 0,015.$$

Die hier gültigen Anhaltswerte für Allgemeine Wohngebiete von

$$A_{r, \text{Tag/Nacht}} = 0,070 / 0,050$$

werden deutlich unterschritten. Demzufolge können die Anforderungen für das anzustrebende Schutzniveau nach Maßgabe der DIN 4150-2 sowohl im Tag- als auch im Nachzeitraum für die typischen Deckeneigenfrequenzen eingehalten werden. Maßnahmen an den geplanten Gebäuden zur Reduzierung der Erschütterungsimmissionen sind daher nicht erforderlich.

5.2 Sekundärer Luftschall

In Anhang 4 bzw. Anhang 5 sind die prognostizierten Immissionen aus sekundärem Luftschall für den Tag bzw. für die Nacht ausgewiesen. Es ergeben sich Beurteilungspegel am Tag bzw. in der Nacht maximal von bis zu

$$L_{r, \text{Tag/Nacht}} = 5,9 / -1,2 \text{ dB(A)}.$$

Die in Anlehnung an die 24. BImSchV zur Beurteilung herangezogenen Immissionsrichtwerte werden um mindestens

$$\Delta L_r = -34,1 / -31,2 \text{ dB(A)}$$

unterschritten und somit mit sicherem Abstand eingehalten. Erhebliche Belästigungen infolge der sekundären Luftschallimmissionen können daher ausgeschlossen werden. Gebäudeseitige Schutzmaßnahmen zur Reduzierung der Immissionen aus sekundärem Luftschall sind daher nicht erforderlich.

6 Abschließende Bemerkungen

Die erschütterungstechnische Stellungnahme im Zusammenhang mit dem Aufstellen des Bebauungsplans Nr. 904.3 „Quartiersentwicklung Bautz“ in Hanau zeigt, dass innerhalb des Geltungsbereichs des Bebauungsplans erhebliche Belästigungen infolge der schienenverkehrsinduzierten Immissionen aus Erschütterungen und sekundärem Luftschall nicht zu erwarten sind.

Festsetzungen zum Erschütterungsschutz sind somit im Bebauungsplan nicht erforderlich.

AUFGESTELLT:



Dipl.-Phys. Andreas Malizki

GEPRÜFT UND FREIGEgeben:



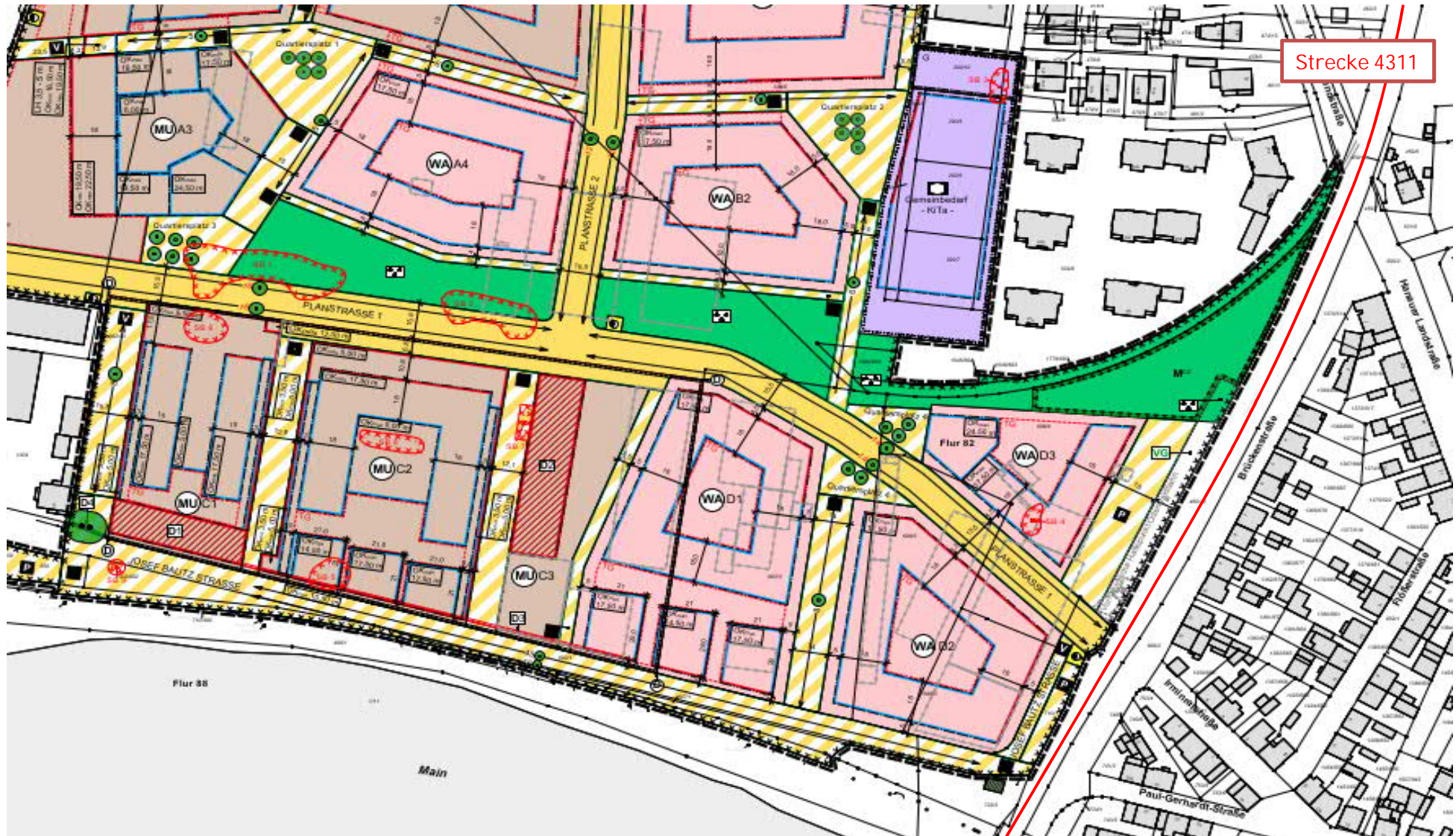
B. Eng. Mikis Gutsche

ENDE DES BERICHTS

ANHANG

Übersichtslageplan

Bebauungsplan Nr. 904.3 "Quartiersentwicklung Bautz"



Erschütterungsimmissionen

Einwirkungsmatrix

Tagzeitraum

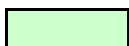
Strecke: 4113
 Ort: D2/D3
 Josef-Bautz-Straße
 63457 Hanau

Gebietsnutzung: Wohngebiet
 Abstand der Bebauung ab: 23,5 m
 Schutzmaßnahme: ohne Maßnahme

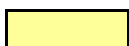
Beurteilungsschwingstärken KB_{FT} mit dem Faktor 100 multipliziert in Abhängigkeit des maßgeblichen Gleisabstandes und Deckeneigenfrequenzen von Gebäuden.

| Abstand r [m] | Deckeneigenfrequenzen [Hz] | | | | | | | | | |
|------------------|----------------------------|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|
| | 10 | 12,5 | 16 | 20 | 25 | 31,5 | 40 | 50 | 63 | 80 |
| 12 | 3,9 | 3,5 | 2,6 | 2,2 | 1,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 14 | 3,8 | 3,3 | 2,5 | 2,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 16 | 3,7 | 3,1 | 2,3 | 1,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 18 | 3,6 | 3,0 | 2,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 20 | 3,5 | 2,9 | 2,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 22 | 3,4 | 2,8 | 2,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 24 | 3,4 | 2,8 | 2,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 26 | 3,3 | 2,7 | 1,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 28 | 3,3 | 2,6 | 1,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 30 | 3,2 | 2,6 | 1,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 32 | 3,2 | 2,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 34 | 3,1 | 2,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 36 | 3,1 | 2,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 38 | 3,1 | 2,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 40 | 3,0 | 2,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 42 | 3,0 | 2,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 44 | 3,0 | 2,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 46 | 2,9 | 2,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 48 | 2,9 | 2,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 50 | 2,9 | 2,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 52 | 2,9 | 2,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 54 | 2,8 | 2,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 56 | 2,8 | 2,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 58 | 2,8 | 2,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 60 | 2,8 | 2,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |

r Abstand zur nächstgelegenen Gleisachse [m]



Der Beurteilungsanhaltswert A_r wird maximal zu 2/3 ausgeschöpft, die Anforderungen der DIN 4150-2 sind erfüllt.



Der Beurteilungsanhaltswert A_r wird eingehalten oder unterschritten, die Anforderungen der DIN 4150-2 sind erfüllt.



Der Beurteilungsanhaltswert A_r wird überschritten, die Anforderungen der DIN 4150-2 sind nicht eingehalten.

Erschütterungsimmissionen

Einwirkungsmatrix

Nachtzeitraum

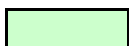
Strecke: 4113
 Ort: D2/D3
 Josef-Bautz-Straße
 63457 Hanau

Gebietsnutzung: Wohngebiet
 Abstand der Bebauung ab: 23,5 m
 Schutzmaßnahme: ohne Maßnahme

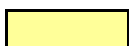
Beurteilungsschwingstärken $K_{B_{FT}}$ mit dem Faktor 100 multipliziert in Abhängigkeit des maßgeblichen Gleisabstandes und Deckeneigenfrequenzen von Gebäuden.

| Abstand r [m] | Deckeneigenfrequenzen [Hz] | | | | | | | | | |
|------------------|----------------------------|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|
| | 10 | 12,5 | 16 | 20 | 25 | 31,5 | 40 | 50 | 63 | 80 |
| 12 | 1,7 | 1,5 | 1,2 | 0,9 | 0,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 14 | 1,7 | 1,4 | 1,1 | 0,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 16 | 1,6 | 1,4 | 1,0 | 0,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 18 | 1,6 | 1,3 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 20 | 1,5 | 1,3 | 0,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 22 | 1,5 | 1,3 | 0,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 24 | 1,5 | 1,2 | 0,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 26 | 1,5 | 1,2 | 0,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 28 | 1,4 | 1,2 | 0,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 30 | 1,4 | 1,1 | 0,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 32 | 1,4 | 1,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 34 | 1,4 | 1,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 36 | 1,4 | 1,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 38 | 1,3 | 1,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 40 | 1,3 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 42 | 1,3 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 44 | 1,3 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 46 | 1,3 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 48 | 1,3 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 50 | 1,3 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 52 | 1,3 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 54 | 1,3 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 56 | 1,2 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 58 | 1,2 | 0,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 60 | 1,2 | 0,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |

r Abstand zur nächstgelegenen Gleisachse [m]



Der Beurteilungsanhaltswert A_r wird maximal zu 2/3 ausgeschöpft, die Anforderungen der DIN 4150-2 sind erfüllt.



Der Beurteilungsanhaltswert A_r wird eingehalten oder unterschritten, die Anforderungen der DIN 4150-2 sind erfüllt.



Der Beurteilungsanhaltswert A_r wird überschritten, die Anforderungen der DIN 4150-2 sind nicht eingehalten.

Sekundärer Luftschall

Einwirkungsmatrix

Tagzeitraum

Strecke: 4113

Gebietsnutzung: Wohngebiet

Ort: D2/D3

Abstand der Bebauung ab: 23,5 m

Josef-Bautz-Straße

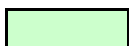
Schutzmaßnahme: ohne Maßnahme

63457 Hanau

Beurteilungspegel L_{ri} [dB(A)] in Abhängigkeit des Gleisabstandes und maßgeblichen Deckeneigenfrequenzen von Gebäuden.

| Abstand r [m] | Deckeneigenfrequenzen [Hz] | | | | | | | | | |
|------------------|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 10 | 12,5 | 16 | 20 | 25 | 31,5 | 40 | 50 | 63 | 80 |
| 12 | 4,4 | 4,7 | 5,2 | 5,8 | 6,8 | 7,8 | 8,7 | 9,5 | 10,1 | 10,0 |
| 14 | 3,4 | 3,7 | 4,2 | 4,8 | 5,8 | 6,8 | 7,7 | 8,5 | 9,1 | 8,8 |
| 16 | 2,5 | 2,9 | 3,3 | 4,0 | 4,9 | 6,0 | 6,9 | 7,6 | 8,1 | 7,8 |
| 18 | 1,8 | 2,2 | 2,6 | 3,3 | 4,2 | 5,2 | 6,1 | 6,9 | 7,3 | 7,0 |
| 20 | 1,1 | 1,5 | 2,0 | 2,6 | 3,5 | 4,5 | 5,4 | 6,2 | 6,6 | 6,2 |
| 22 | 0,5 | 0,9 | 1,4 | 2,0 | 2,9 | 3,9 | 4,8 | 5,6 | 5,9 | 5,5 |
| 24 | 0,0 | 0,4 | 0,9 | 1,5 | 2,4 | 3,4 | 4,3 | 5,0 | 5,3 | 4,9 |
| 26 | -0,5 | -0,1 | 0,4 | 1,0 | 1,9 | 2,9 | 3,7 | 4,5 | 4,8 | 4,3 |
| 28 | -0,9 | -0,5 | -0,1 | 0,6 | 1,5 | 2,4 | 3,3 | 4,0 | 4,2 | 3,8 |
| 30 | -1,4 | -0,9 | -0,5 | 0,1 | 1,0 | 2,0 | 2,8 | 3,6 | 3,8 | 3,2 |
| 32 | -1,7 | -1,3 | -0,8 | -0,2 | 0,6 | 1,6 | 2,4 | 3,2 | 3,3 | 2,8 |
| 34 | -2,1 | -1,6 | -1,2 | -0,6 | 0,3 | 1,2 | 2,0 | 2,8 | 2,9 | 2,3 |
| 36 | -2,4 | -1,9 | -1,5 | -0,9 | -0,1 | 0,8 | 1,7 | 2,4 | 2,5 | 1,9 |
| 38 | -2,7 | -2,2 | -1,8 | -1,3 | -0,4 | 0,5 | 1,3 | 2,1 | 2,1 | 1,5 |
| 40 | -3,0 | -2,5 | -2,1 | -1,5 | -0,7 | 0,2 | 1,0 | 1,8 | 1,8 | 1,2 |
| 42 | -3,2 | -2,7 | -2,3 | -1,8 | -1,0 | -0,1 | 0,7 | 1,4 | 1,4 | 0,8 |
| 44 | -3,5 | -3,0 | -2,6 | -2,1 | -1,3 | -0,4 | 0,4 | 1,1 | 1,1 | 0,5 |
| 46 | -3,7 | -3,2 | -2,8 | -2,4 | -1,6 | -0,7 | 0,1 | 0,9 | 0,8 | 0,1 |
| 48 | -3,9 | -3,4 | -3,0 | -2,6 | -1,8 | -0,9 | -0,1 | 0,6 | 0,5 | -0,2 |
| 50 | -4,2 | -3,6 | -3,3 | -2,8 | -2,1 | -1,2 | -0,4 | 0,3 | 0,2 | -0,5 |
| 52 | -4,3 | -3,8 | -3,5 | -3,1 | -2,3 | -1,4 | -0,6 | 0,1 | 0,0 | -0,7 |
| 54 | -4,5 | -4,0 | -3,6 | -3,3 | -2,5 | -1,7 | -0,9 | -0,2 | -0,3 | -1,0 |
| 56 | -4,7 | -4,1 | -3,8 | -3,5 | -2,7 | -1,9 | -1,1 | -0,4 | -0,5 | -1,3 |
| 58 | -4,9 | -4,3 | -4,0 | -3,7 | -2,9 | -2,1 | -1,3 | -0,6 | -0,8 | -1,5 |
| 60 | -5,0 | -4,4 | -4,2 | -3,9 | -3,1 | -2,3 | -1,5 | -0,8 | -1,0 | -1,8 |

r Abstand zur nächstgelegenen Gleisachse [m]



Der Immissionsrichtwert für den Tag wird unterschritten, die Anforderungen der 24. BImSchV sind erfüllt.



Der Immissionsrichtwert für den Tag wird überschritten, die Anforderungen der 24. BImSchV nicht sind erfüllt.

IRW 40 dB(A)

Sekundärer Luftschall

Einwirkungsmatrix

Nachtzeitraum

Strecke: 4113

Gebietsnutzung: Wohngebiet

Ort: D2/D3

Abstand der Bebauung ab: 23,5 m

Josef-Bautz-Straße

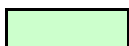
Schutzmaßnahme: ohne Maßnahme

63457 Hanau

Beurteilungspegel L_{ri} [dB(A)] in Abhängigkeit des Gleisabstandes und maßgeblichen Deckeneigenfrequenzen von Gebäuden.

| Abstand r [m] | Deckeneigenfrequenzen [Hz] | | | | | | | | | |
|------------------|----------------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|
| | 10 | 12,5 | 16 | 20 | 25 | 31,5 | 40 | 50 | 63 | 80 |
| 12 | -2,6 | -2,3 | -1,9 | -1,3 | -0,3 | 0,7 | 1,6 | 2,4 | 3,1 | 2,9 |
| 14 | -3,7 | -3,3 | -2,9 | -2,2 | -1,3 | -0,3 | 0,6 | 1,4 | 2,0 | 1,8 |
| 16 | -4,5 | -4,2 | -3,7 | -3,1 | -2,1 | -1,1 | -0,2 | 0,6 | 1,1 | 0,8 |
| 18 | -5,3 | -4,9 | -4,5 | -3,8 | -2,9 | -1,9 | -1,0 | -0,2 | 0,2 | -0,1 |
| 20 | -5,6 | -5,2 | -4,8 | -4,1 | -3,2 | -2,2 | -1,3 | -0,5 | -0,1 | -0,5 |
| 22 | -6,6 | -6,2 | -5,7 | -5,0 | -4,1 | -3,1 | -2,3 | -1,5 | -1,2 | -1,6 |
| 24 | -7,1 | -6,7 | -6,2 | -5,6 | -4,7 | -3,7 | -2,8 | -2,1 | -1,8 | -2,2 |
| 26 | -7,6 | -7,1 | -6,7 | -6,1 | -5,2 | -4,2 | -3,3 | -2,6 | -2,3 | -2,8 |
| 28 | -8,0 | -7,6 | -7,1 | -6,5 | -5,6 | -4,7 | -3,8 | -3,0 | -2,8 | -3,3 |
| 30 | -8,4 | -8,0 | -7,5 | -6,9 | -6,0 | -5,1 | -4,2 | -3,5 | -3,3 | -3,8 |
| 32 | -8,8 | -8,3 | -7,9 | -7,3 | -6,4 | -5,5 | -4,6 | -3,9 | -3,8 | -4,3 |
| 34 | -9,2 | -8,7 | -8,2 | -7,7 | -6,8 | -5,9 | -5,0 | -4,3 | -4,2 | -4,7 |
| 36 | -9,5 | -9,0 | -8,6 | -8,0 | -7,2 | -6,2 | -5,4 | -4,7 | -4,6 | -5,2 |
| 38 | -9,8 | -9,3 | -8,9 | -8,3 | -7,5 | -6,6 | -5,7 | -5,0 | -4,9 | -5,5 |
| 40 | -10,1 | -9,5 | -9,1 | -8,6 | -7,8 | -6,9 | -6,1 | -5,3 | -5,3 | -5,9 |
| 42 | -10,3 | -9,8 | -9,4 | -8,9 | -8,1 | -7,2 | -6,4 | -5,6 | -5,6 | -6,3 |
| 44 | -10,6 | -10,0 | -9,7 | -9,2 | -8,4 | -7,5 | -6,7 | -5,9 | -6,0 | -6,6 |
| 46 | -10,8 | -10,3 | -9,9 | -9,4 | -8,6 | -7,7 | -6,9 | -6,2 | -6,3 | -6,9 |
| 48 | -11,0 | -10,5 | -10,1 | -9,7 | -8,9 | -8,0 | -7,2 | -6,5 | -6,6 | -7,2 |
| 50 | -11,2 | -10,7 | -10,3 | -9,9 | -9,1 | -8,3 | -7,5 | -6,7 | -6,8 | -7,5 |
| 52 | -11,4 | -10,9 | -10,5 | -10,1 | -9,4 | -8,5 | -7,7 | -7,0 | -7,1 | -7,8 |
| 54 | -11,6 | -11,0 | -10,7 | -10,3 | -9,6 | -8,7 | -7,9 | -7,2 | -7,4 | -8,1 |
| 56 | -11,8 | -11,2 | -10,9 | -10,5 | -9,8 | -9,0 | -8,2 | -7,5 | -7,6 | -8,3 |
| 58 | -11,9 | -11,4 | -11,1 | -10,7 | -10,0 | -9,2 | -8,4 | -7,7 | -7,8 | -8,6 |
| 60 | -12,1 | -11,5 | -11,2 | -10,9 | -10,2 | -9,4 | -8,6 | -7,9 | -8,1 | -8,8 |

r Abstand zur nächstgelegenen Gleisachse [m]



Der Immissionsrichtwert für die Nacht wird unterschritten, die Anforderungen der 24. BImSchV sind erfüllt.



Der Immissionsrichtwert für die Nacht wird überschritten, die Anforderungen der 24. BImSchV nicht sind erfüllt.

IRW 30 dB(A)