



FCP IBU GmbH

Immissionsschutz
Baudynamik
Umweltingenieurwesen

Ladenspelderstraße 61
45147 Essen
T. +49 201 87445 0
F. +49 201 87445 45
office@fcp-ibu.de
www.fcp-ibu.de

Auftraggeber: MV Mannheimer Verkehr GmbH

Möhlstraße 27
68165 Mannheim

Objekt: Ausbau des Haltepunkts Duale Hochschule
In Mannheim

Titel: Schall- und Schwingungstechnische Untersuchung
Teil 3: Prognose und Beurteilung der Körperschall- und
Erschütterungsimmissionen unter Betrieb

Auftrag-Nr.: 22-7090/3

Erstfassung: 27.06.2023

Umfang: 23 Dokumentseiten inkl. Verzeichnisse und Deckblatt
3 Anlagen

Bearbeitet:
Essen, den 27.06.2023

Geprüft und freigegeben:
Essen, den 27.06.2023

FCP IBU GmbH
Ladenspelderstraße 61
45147 Essen
0201-87445-0

FCP IBU GmbH
Ladenspelderstraße 61
45147 Essen
0201-87445-0

M. Sc. Lukas Böhm

Dr.-Ing. Alexander Martha

ÄNDERUNGSINDEX

Index	Datum	Bearbeitet	Freigegeben	Bemerkungen
a	25.07.2023	Böhm	Martha	geänderte Gebietseinstufung und redaktionelle Änderungen

ZUSAMMENFASSUNG

Die Rhein-Neckar-Verkehr GmbH plant im Namen und im Auftrag der MV Mannheimer Verkehr GmbH den barrierefreien Ausbau des Haltepunktes Duale Hochschule (Strecke 9402 Mannheim – Heidelberg, Bahn

kilometer 4,9) [U1].

Ein barrierefreier Zugang zum Haltepunkt soll aus Richtung des Gewerbegebietes Mühlfeld und der direkt angrenzenden Dualen Hochschule erfolgen. Um die Barrierefreiheit herzustellen, soll die bestehende Fußgängerbrücke zurückgebaut und durch eine neue, ebenerdige und signalisierte Querung über die Seckenheimer Landstraße ersetzt werden. Der Überweg wird auf Höhe der Dualen Hochschule angeordnet, da dort ein hohes Fahrgastpotenzial vorhanden ist [U1].

Der bestehende Bahnübergang Feudenheimer Fähre soll zum Haltepunkt Duale Hochschule verlegt werden, um eine gesicherte Querung für den Radverkehr an der Dualen Hochschule anbieten zu können [U1].

Die Gleislage bleibt erhalten, sodass keine schwingungstechnisch relevante Veränderung der Achslage auftritt.

Es findet keine Kapazitätserweiterung statt. Die Fahrtenzahlen im Prognose-Nullfall bleiben im Prognose-Planfall erhalten.

Es werden keine neuen Weichenanlagen angeordnet.

Der Oberbau bleibt auf dem Großteil der Strecke als Schwellengleis im Schotterbett erhalten. Durch die Verlegung des bestehenden Bahnübergangs Feudenheimer Fähre zum Haltepunkt Duale Hochschule, findet in diesen vergleichsweise kleinen Bereichen eine Veränderung des Oberbaus statt.

Diese Änderungen sind jeweils auf einem Streckenabschnitt von wenigen Metern verortet. Eine Verschlechterung der Immissionssituation, über die in Abschnitt 4 beschriebenen Veränderungskriterien hinaus, ist nicht zu erwarten.

Die Erschütterungsimmissionen des Schienenverkehrswegs nehmen durch die Umbauplanung um weniger als 25 % zu.

Die Körperschallimmissionen des Schienenverkehrswegs nehmen durch die Umbauplanung um weniger als 3 dB zu.

Referenz / Auftrag-Nr.:
22-7090/3
Dateiname:
22-7090-G3a.docx



Die Veränderung ist schwingungstechnisch unkritisch. Es sind keine Maßnahmen zur Reduzierung der Schwingungsimmissionen erforderlich.

VERWEISE

1. **16. BImSchV.** 16. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes - Verkehrslärmschutzverordnung. Juni 1990.
2. **DIN 4150-2.** Erschütterungen im Bauwesen; Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden. Juni 1999.
3. **DIN 45633.** Präzisionsschallpegelmesser - Allgemeine Anforderungen. März 1970.
4. **DIN 4150-1.** Erschütterungen im Bauwesen; Teil 1: Vorermittlung von Schwingungsgrößen.
5. **DIN 4150-3.** Erschütterungen im Bauwesen; Teil 3: Einwirkungen auf bauliche Anlagen. Dezember 2016.
6. **BauNVO.** Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (Baunutzungsverordnung - BauNVO). 14. Juni 2021.
7. **DIN 18005-1.** Schallschutz im Städtebau. Juli 2002.
8. **BVerwG.** *Beurteilung von Körperschallimmissionen.* 7 A 14.09, s.I. : Bundesverwaltungsgericht, 21. Dezember 2010.
9. **24. BImSchV.** 24. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung). Februar 1997.
10. **VDI 2719.** Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen. August 1987.
11. **Entwurf DIN 45672-3.** *Schwingungsmessung an Schienenverkehrswegen - Teil 3: Prognoseverfahren auf Basis von Terzspektren.* 2023-02.
12. **VDI 3837.** Erschütterungen in der Umgebung von oberirdischen Schienenverkehrswegen; Spektrales Prognoseverfahren. Januar 2013.
13. **DIN 45673.** Mechanische Schwingungen - Elastische Elemente des Oberbaus von Schienenfahrwegen. 2010.
14. **Said, A., Grütz, H.-P. und Garburg, R.** Ermittlung des sekundären Luftschalls aus dem Schienenverkehr. *Zeitschrift für Lärmbekämpfung.* 2006, Bd. 53, 1, S. 12-18.

INHALTSVERZEICHNIS

Änderungsindex.....	ii
Zusammenfassung	iii
Verweise.....	v
1 Aufgabenstellung	1
2 Grundlagen.....	2
2.1 Planungsunterlagen.....	2
2.2 Lage und Gebietsausweisung.....	3
2.3 Gleisoberbau	4
2.4 Zulässige Höchstgeschwindigkeit	4
2.5 Fahrplansituation	5
2.6 Gebäudestruktur	5
3 Immissionskennwerte	6
3.1 Erschütterungen	6
3.2 Körperschall.....	6
4 Beurteilungskriterien	7
4.1 Vorbemerkung.....	7
4.2 Erschütterungen	7
4.3 Körperschall.....	10
5 Immissionsprognose.....	13
5.1 Vorbemerkung.....	13
5.2 Erschütterungsimmissionen.....	14
5.3 Körperschallimmissionen	15
6 Prognoseergebnisse und Beurteilung	16
7 Anlagen	17

1 AUFGABENSTELLUNG

Die Rhein-Neckar-Verkehr GmbH plant im Namen und im Auftrag der MV Mannheimer Verkehr GmbH den barrierefreien Ausbau des Haltepunktes Duale Hochschule (Strecke 9402 Mannheim – Heidelberg, Bahnkilometer 4,9) [U1].

Ein barrierefreier Zugang zum Haltepunkt soll aus Richtung des Gewerbegebietes Mühlfeld und der direkt angrenzenden Dualen Hochschule erfolgen. Um die Barrierefreiheit herzustellen, soll die bestehende Fußgängerbrücke zurückgebaut und durch eine neue, ebenerdige und signalisierte Querung über die Seckenheimer Landstraße ersetzt werden. Der Überweg wird auf Höhe der Dualen Hochschule angeordnet, da dort ein hohes Fahrgastpotenzial vorhanden ist [U1].

Der bestehende Bahnübergang Feudenheimer Fähre soll zum Haltepunkt Duale Hochschule verlegt werden, um eine gesicherte Querung für den Radverkehr an der Dualen Hochschule anbieten zu können [U1].

Im Hinblick auf das anstehende Genehmigungsverfahren wurde die FCP IBU GmbH damit beauftragt, eine Schall- und Schwingungstechnische Untersuchung für den geplanten Umbau vorzunehmen.

Dem vorliegenden Bericht sind die Ergebnisse der Schwingungstechnischen Beurteilung für den Betrieb der Gleisanlage zu entnehmen. Erforderliche Maßnahmen zur Reduzierung der Schwingungsimmissionen durch die Trasse werden bei Bedarf beschrieben.

2 GRUNDLAGEN

2.1 PLANUNGSUNTERLAGEN

Die folgenden Unterlagen wurden für die schwingungstechnische Untersuchung herangezogen:

- [U1] Maßnahmenbeschreibung
 Angebotsanfrage zur schalltechnischen Stellungnahme im
 Genehmigungsverfahren „Ausbau des Haltepunkts Duale Hochschule“

- [U2] Bebauungsplan der Stadt Mannheim
 B-Plan 61.3 – für das Gewerbegebiet zwischen Seckenheimer Landstraße
 (B37), Hans-Thoma-Str., Rhein-Neckar-Schnellweg (B38 Neu) und Karl-
 Kuntz-Weg (1977)
 B-Plan 61.14 – Gewerbegebiet südlich der Seckenheimer Landstraße – wird
 aktuell aufgestellt, Angaben der Stadt Mannheim (Mail vom 30.06.2023)

- [U3] Lagepläne Bestand und Planung
 Anlage-Nr. 2.3 Übersichtslageplan M1000
 Anlage-Nr. 3 Lageplan Bestand BI 1;2;3
 Anlage-Nr. 4 Lageplan Planung BI 1;2;3
 Anlage 6 QP 1;2;3;4
 Anlage 03-EB-LP-P-070 Bauphasen Hp Duale Hochschule M500
 Anlage 03-EB-LP-P-301 Lageplan
 Anlage 03-EB-QP-P-301 Regelquerschnitte
 Geodaten Gebäudemodell LOD2
 Geländemodell mit Hinweisen zur Verwendung

- [U4] Verkehrszahlen Schiene
 2022-09-06 Verkehrszahlen Schiene Duale Hochschule

2.2 LAGE UND GEBIETSAUSWEISUNG

Der Haltepunkt Duale Hochschule befindet sich am Bahnkilometer 4,9 der zweigleisigen Eisenbahnstrecke 9402 Mannheim Kurpfalzbrücke – Heidelberg zwischen Mannheim-Neustheim und Mannheim-Seckenheim. Ca. 500 m vom Haltepunkt entfernt befindet sich der Bahnübergang (BÜ) Feudenheimer Fähre, der eine Zugänglichkeit zu den Grünflächen und Wiesen am Neckarufer sicherstellt.

Die Gleistrasse und somit auch der Haltepunkt sind durch die Seckenheimer Landstraße vom Gewerbegebiet Mühlfeld und der Dualen Hochschule getrennt.

Die Gebietseinstufung erfolgt durch den vorhandenen Bebauungsplan 61.3 der Stadt Mannheim [U2].

Für den Bereich südlich der Seckenheimer Landstraße und der Trübnerstraße, nördlich der Hans-Thoma-Straße, östlich der Will-Sohl-Straße und westlich der Autobahn A6 wird zurzeit der Bebauungsplan 61.14 „Gewerbegebiet südlich der Seckenheimer Landstraße“ aufgestellt.

Dieser Bebauungsplan setzt als Art der baulichen Nutzung Gewerbegebiete und Sondergebiete „großflächiger Einzelhandel und Gewerbe“ sowie ein Sondergebiet „Lebensmitteldiscounter, Studierendenwohnen und Gewerbe“ fest. Die Sondergebiete sind vom schalltechnischen Schutzniveau vergleichbar einem Gewerbegebiet, mit Ausnahme des Studierendenwohnens. Für das Studierendenwohnen (im Bereich des jetzigen Aldi) wird das Schutzniveau vergleichbar einem Mischgebiet herangezogen.

Im Geltungsbereich des Bebauungsplans bestehen diverse Wohnhäuser. Diesen Fremdkörpern wird im Bebauungsplan 61.14 – abweichend von den festgesetzten Gewerbe- und Sondergebieten - das Schutzniveau eines Mischgebietes zugeordnet.

Für den Bebauungsplan wurde eine schalltechnische Untersuchung erstellt. Die berücksichtigten Immissionsorte außerhalb und innerhalb des Geltungsbereichs des Bebauungsplans mit den berücksichtigten Schutzniveaus sowie die vorgeschlagenen Festsetzungen zum Studierendenwohnen im SO₂ mit Lageplan werden hier bei der Gebietseinstufung berücksichtigt.

Die Gebietseinstufung wird durch die Ergebnisse der Ortsbesichtigung vom 23.11.2022 bestätigt.

Eine übersichtliche Darstellung der verwendeten Nutzungsgebiete befindet sich in Anlage-Nr. 1.1.

2.3 GLEISOBERBAU

Der geplante sowie bestehende Gleisoberbau ist grundsätzlich als Schwellengleis im Schotterbett ausgeführt. Lediglich der Bereich des Bahnübergang Feudenheimer Fähre ist zurzeit mit einer Rillenschiene mit Asphalteindeckung ausgeführt, wird jedoch zu einem Schwellengleis im Schotterbett zurück gebaut. Der Bahnübergang wird am Haltepunkt Duale Hochschule neu eingerichtet, wodurch sich dort der Oberbau vom Schwellengleis im Schotterbett zu einer Rillenschiene mit Asphalteindeckung verändert. Eine Übersicht der Gleislage und Oberbauformen ist in Anlage-Nr. 1.2 (Prognose-Nullfall) und Anlage-Nr. 1.3 (Prognose-Planfall) dargestellt. Im Planbereich sind keine Weichen angeordnet [U3].

2.4 ZULÄSSIGE HÖCHSTGESCHWINDIGKEIT

Die zulässige Streckenhöchstgeschwindigkeit beträgt 80 km/h, im Bereich des Haltepunktes 40 km/h und ab dem BÜ Feudenheimer Fähre in Richtung Neuostheim 60 km/h.

2.5 FAHRPLANSITUATION

Die Anzahl der Fahrten für die beiden Fahrtrichtungen ergibt sich nach [U4] entsprechend Tabelle 1.

Die Fahrten in den Zeiträumen Tag (zwischen 06:00 Uhr und 22:00 Uhr) und Nacht (zwischen 22:00 Uhr und 06:00 Uhr) werden entsprechend der Beurteilungszeiträume der 16 BImSchV (1) aufgelistet

Fahrzeuge	Fahrtrichtung Edingen		Fahrtrichtung Mannheim		Beide Fahrtrichtungen zusammen	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
RNV6Z	65	10	71	10	136	20
GT8Z	2	0	4	0	6	0
RNV8Z	7	0	–	–	7	0
RNV12Z	16	4	12	4	28	8
GT16Z	–	–	3	0	3	0
RNV6Z	65	10	71	10	136	20

Tabelle 1: Fahrplandaten nach [U4]

2.6 GEBÄUDESTRUKTUR

In der Ortbegehung inklusive Fotodokumentation vom 23.11.2023 wird festgestellt, dass die direkt angrenzende Bebauung vielfältig ist und übliche Strukturen für innerstädtische Bebauungen aufweist, welche nach gängigen Regelwerken (wie DIN 4150) eingeteilt und beurteilt werden können (siehe Abschnitt 4, Gebäudeeinteilung nach Tabelle 2). Insofern kann für die Immissionsprognose auf vorhandene Erkenntnisse über die Schwingungsausbreitung in Gebäuden zurückgegriffen werden.

3 IMMISSIONSKENNWERTE

3.1 ERSCHÜTTERUNGEN

Als Erschütterungen werden solche Schwingungen bezeichnet, die sich mit Frequenzen zwischen 1 Hz und 80 Hz in festen Medien (Erdreich, Gebäude) ausbreiten. Die zu messenden Erschütterungssignale sind die Schwinggeschwindigkeit $\hat{v}(t)$ des angeregten Mediums in mm/s und die Erregerfrequenz f_e in Hz. Auf der Grundlage dieser Basiswerte werden die, für die Beurteilung der Erschütterungseinwirkung auf Menschen in Gebäuden maßgebenden Immissionsgrößen ermittelt. Hierbei handelt es sich um die maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} bzw. die Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTT} in der Definition nach der DIN 4150, Teil 2, von Juni 1999 -Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkung auf Menschen in Gebäuden (2).

3.2 KÖRPERSCHALL

Als Körperschall werden solche Schwingungen bezeichnet, die sich mit Frequenzen im Hörbereich in festen Medien (Erdreich, Gebäude) ausbreiten.

Die messbaren Körperschallsignale sind die Schwinggeschwindigkeit v des angeregten Mediums in mm/s und der vom Medium abgestrahlte Schallwechseldruck p in N/m² (Sekundärluftschall oder auch Körperschall-Schalldruckpegel).

Der aus der Körperschallübertragung entstehende Innenraumpegel (Sekundärluftschall) wird als hörbarer Luftschall dem frequenzabhängigen menschlichen Hörvermögen mit der sogenannten A-Bewertung nach DIN 45633 (3) der Signale angepasst. Dieser Schallpegel wird zur Beurteilung der Körperschallimmissionen herangezogen.

4 BEURTEILUNGSKRITERIEN

4.1 VORBEMERKUNG

Die Beurteilung der Luftschallimmissionen eines Schienenverkehrsweges ist mit Vorlage der 16. Bundes-Immissionsschutzverordnung (1) eindeutig geregelt.

Für die Beurteilung der von Schienenverkehrswegen ausgehenden Körperschall- und Erschütterungsimmissionen existieren dagegen keine rechtlich bindenden Immissionsrichtwerte. In der Genehmigungspraxis beim Neubau von Schienenverkehrswegen haben sich die im folgenden beschriebenen Beurteilungskriterien bewährt. Beim Umbau einer Gleisanlage kommt es zunächst darauf an, dass möglichst keine Verschlechterung entsteht. Entsprechend haben sich in der Genehmigungspraxis ergänzend zu den folgend aufgelisteten Regelwerken die im Weiteren beschriebenen Änderungskriterien bewährt.

4.2 ERSCHÜTTERUNGEN

Die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen erfolgt entsprechend DIN 4150 (4).

- Teil 2 – Erschütterungen im Bauwesen,
Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden (2)
- Teil 3 – Erschütterungen im Bauwesen,
Einwirkungen auf bauliche Anlagen (5).

Demnach werden Erschütterungsimmissionen des Schienenverkehrs im Hinblick auf die Einwirkung auf Menschen in Gebäuden wie folgt behandelt:

Grundsätzlich erfolgt die Beurteilung anhand der Anhaltswerte A_u und A_r der Tabelle 1 der Norm (hier Tabelle 2). Im Rahmen von Prognosen erübrigt sich eine Beurteilung nach dem Anhaltswert A_o .

- Für unterirdischen Schienenverkehr gelten die Anhaltswerte A_u und A_r der Tabelle 2.
- Für oberirdischen Schienenverkehr des ÖPNV (Straßen-, Stadt-, S- und U-Bahnen) gelten die um den Faktor 1,5 angehobenen Anhaltswerte der Tabelle 2.
- Im Rahmen von städtebaulichen Planungen sollte auf den Faktor 1,5 bei der Bewertung des ÖPNV verzichtet werden.
- Für sonstigen oberirdischen Schienenverkehr gelten bei neu zu bauenden Strecken die Anhaltswerte der Tabelle 2.
- Für Änderungen am Bestand gelten die Hinweise am Ende dieses Abschnittes

Die Tabelle 1 der DIN 4150-2 (Anhaltswerte A für die Beurteilung von Erschütterungs-
 immissionen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen, hier Tabelle 2 (2)) wird wie
 folgt wiedergegeben:

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

In Klammern sind jeweils die Gebiete der Baunutzungsverordnung - BauNVO (6) angegeben, die in der Regel den Kennzeichnungen unter Zeile 1 bis 4 entsprechen. Eine schematische Gleichsetzung ist jedoch nicht möglich, da die Kennzeichnung unter Zeile 1 bis 4 ausschließlich nach dem Gesichtspunkt der Schutzbedürftigkeit gegen Erschütterungseinwirkung vorgenommen ist, die Gebietseinteilung in der BauNVO aber auch anderen planerischen Erfordernissen Rechnung trägt.

Tabelle 2: Anhaltswerte zur Beurteilung der Erschütterungsimmisssionen nach DIN 4150-2 (2) in Anlehnung an die Gebietseinstufungen nach BauNVO (6).

Das Beurteilungsverfahren der Norm wird - angepasst an die speziellen Belange des Schienenverkehrs der Eisenbahn wie folgt erläutert.

Für die Beurteilung ist zunächst die maximale bewertete Schwingstärke (KB_{Fmax}) heranzuziehen und mit dem Anhaltswert A_u zu vergleichen:

$$KB_{Fmax} \leq A_u \rightarrow \text{Richtwert eingehalten} \quad (1)$$

Liegt für die Eisenbahn KB_{Fmax} über A_u , so ist unter Verwendung der Fahrplandaten die Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTTr} zu ermitteln. Für Schienenwege kann KB_{FTTr} unter Verwendung des auf die einzelnen Gleise bezogenen Taktmaximal-Effektivwertes (KB_{FTm}) nach Gleichung (2) berechnet werden:

$$KB_{FTTr} = \sqrt{\frac{1}{N_r} \sum_{i=1}^g N_{ei} KB_{FTm,i}^2} \quad (2)$$

N_r Anzahl der 30-s-Takte im Beurteilungszeitraum

tags: $N_r = 1920$

nachts: $N_r = 960$

N_{ei} Anzahl der Fahrten auf Gleis i im jeweiligen Beurteilungszeitraum

g Anzahl der Gleise

(Hinweis: Für Personenzüge gilt, dass die Erschütterungseinwirkungszeit einer Vorbeifahrt kleiner als 30 s ist. Bei Güterzügen kann die Einwirkzeit auch zwischen 30 s und 60 s liegen.).

Für die Beurteilung der Erschütterungen in Wohngebäuden gilt jetzt:

$$KB_{FTTr} \leq A_r \rightarrow \text{Richtwert eingehalten} \quad (3)$$

Bei Einhaltung der Anhaltswerte der DIN 4150-2 (2) ist nicht auszuschließen, dass die Nutzer des Gebäudes Erschütterungen spüren und diese als belästigend ansehen. Die Norm geht lediglich davon aus, dass erhebliche Belästigungen in der Regel ausgeschlossen werden können.

Im Falle des Umbaus einer vorhandenen Gleisanlage treten im Bestand schon nachweisbare Erschütterungsimmissionen in der vorhandenen Bebauung auf. Insofern liegt eine Vorbelastung vor, die bei der weiteren Beurteilung berücksichtigt wird. Eine Zunahme der Erschütterungsimmissionen von Schienenverkehrswegen um weniger als 25 % durch Umbauplanungen wird allgemein als zulässig angesehen. Insofern ergibt sich folgende Vorgehensweise bei der Beurteilung:

$$KB_{FTr, Bestand} \cdot 125\% < KB_{FTr, Planung} \rightarrow \text{keine Schutzmaßnahme erforderlich} \quad (4)$$

Obige Regelung gilt, solange keine Gesundheitsgefährdung vorliegt, auch im Falle der Überschreitung der Anhaltswerte der DIN 4150-2 (2). Eine Festlegung dazu, bei welcher Größenordnung Erschütterungsimmissionen eine Gesundheitsgefährdung darstellen liegt nicht vor. Es ist davon auszugehen, dass dies erst bei Werten deutlich über den Anhaltswerten der DIN 4150-2 (2) eintritt.

4.3 KÖRPERSCHALL

Ein Orientierungswert zur Beurteilung der Zulässigkeit der durch Körperschallübertragungen des Schienenverkehrs entstehenden Innenraumpegel (Sekundärluftschall) ist weder gesetzlich festgelegt noch in einer DIN-Norm oder VDI-Richtlinie angegeben. Die im Rahmen für Planungen von Verkehrswegen heranzuziehende 16.BImSchV (1) befasst sich mit den Luftschallimmissionen und beinhaltet keine Festlegungen für Körperschallimmissionen. Die bei städtebaulichen Planungen durchzuführende Beurteilung der Luftschallimmissionen erfolgt in der Regel nach DIN 18005 – Schallschutz im Städtebau - (7). Im zugehörigen Beiblatt 1 werden Orientierungswerte für die Beurteilung der Luftschallpegel im Rahmen von städtebaulichen Planungen angegeben. Die Beurteilung bezieht sich auf Mittelungspegel im Außenbereich. Hinweise für die Beurteilung von Körperschallpegel in Wohnräumen sind der Norm ebenfalls nicht zu entnehmen.

Der 7. Senat des Bundesverwaltungsgerichts hat zu einer Eisenbahnplanung (8) u. a. folgende Festlegungen zur Beurteilung der Körperschallimmissionen (sekundärer Luftschall) getroffen:

Ein spezielles Regelwerk zur Bestimmung der Zumutbarkeitsschwelle beim sekundären Luftschall gibt es bislang nicht. Zur Schließung dieser Lücke ist auf Regelungen zurückzugreifen, die auf von der Immissionscharakteristik vergleichbare Sachlagen zugeschnitten sind. Dabei ist in erster Linie dem Umstand Rechnung zu tragen, dass es sich bei dem hier auftretenden sekundären Luftschall um einen verkehrsinduzierten Lärm handelt. Das legt eine Orientierung an den Vorgaben der auf öffentliche Verkehrsanlagen bezogenen 24. BImSchV (Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung) nahe (vgl. auch VGH Mannheim, Urteil vom 8. Februar 2007 – 5 S 2224/05 – ESVGH 57, 148 <168ff.>=juris Rn. 121 ff.; Geiger, in Ziekow, Praxis des Fachplanungsrechts, 2004, 2. Kap. Rn 336).

Zu Recht setzt die Beklagte den in der Tabelle 1 der Anlage zur 24. BImSchV (Berechnung der erforderlichen bewerteten Schalldämm-Maße) aufgeführten „Korrektursummand D in dB zur Berücksichtigung der Raumnutzung“ nicht mit dem grundsätzlich einzuhaltenden Innengeräuschpegel gleich. Denn dieser ergibt sich erst durch die Hinzurechnung eines weiteren Korrekturwerts von 3 dB (A), der die unterschiedliche Dämmwirkung von Außenbauteilen bei gerichtetem Schall gegenüber diffusen Schallfeldern berücksichtigt (siehe BRDrucks 463/96 S. 16; BRDrucks 463/96 S. 4 f.; 7).

Bei Neubauplanungen von Eisenbahntrassen erfolgt, basierend auf diesem Urteil des Bundesverwaltungsgerichts (8), in der Regel eine Beurteilung der Körperschallpegel anhand der um 3 dB(A) erhöhten zulässigen Innenraumpegel nach 24. BImSchV (9). Demnach wäre ein Dauergeräuschpegel von 30 dB(A) für Schlafräume, 40 dB(A) für Wohnräume und 45 dB(A) für Büros zulässig.

In der VDI-Richtlinie 2719 – Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen - (10) werden in der Tabelle 6 (hier Tabelle 3) Anhaltswerte für von außen in Aufenthaltsräume eindringendem Schall genannt, die nicht überschritten werden sollten. Auch diese Werte gelten in strenger Anwendung der VDI 2719 (10) nur für Luftschallübertragungen. Im Rahmen von Planfeststellungsverfahren für Schienenverkehrswege erfolgt häufig eine Orientierung an diesen Werten, wobei in der Regel, wie zuvor beschrieben, das Maximalwertkriterium maßgebend ist.

Raumart	mittlere Maximalpegel \bar{L}_{max} in dB(A)
Schlafräume nachts	
in reinen und allgemeinen Wohngebieten, Krankenhaus- und Kurgebieten	35 bis 40
in allen übrigen Gebieten	40 bis 45
Wohnräume tagsüber	
in reinen und allgemeinen Wohngebieten, Krankenhaus- und Kurgebieten	40 bis 45
in allen übrigen Gebieten	45 bis 50
Kommunikations- und Arbeitsräume tagsüber	
Unterrichtsräume, ruhebedürftige Einzelbüros, wissenschaftliche Arbeitsräume, Bibliotheken, Konferenz- und Vortragsräume, Arztpraxen, Operationsräume, Kirchen Aulen	40 bis 50
Büros für mehrere Personen	45 bis 55
Großraumbüros, Gaststätten, Schalterräume, Läden	50 bis 60

Tabelle 3: Anhaltswerte für zulässige Innenpegel nach VDI 2719 (10)

Im Falle des Umbaus einer vorhandenen Gleisanlage treten im Bestand schon nachweisbare Körperschallimmissionen in der vorhandenen Bebauung auf. Insofern liegt eine Vorbelastung vor, die bei der weiteren Beurteilung berücksichtigt wird. Für den Körperschall kann dann in Anlehnung an die Bestimmungen der 16. BImSchV (1) festgelegt werden, dass eine Erhöhung des Körperschallimmissionsstatus um mind. 3 dB (A) als wesentliche Änderung anzusehen ist. Die Beurteilung kann also wie folgt erfolgen:

$$\Delta L_p < 3 \text{ dB(A)} \rightarrow \text{keine Schutzmaßnahme erforderlich} \quad (5)$$

$$\text{mit } \Delta L_p = \Delta L_{p,Planung} - \Delta L_{p,Bestand} \quad (6)$$

5 IMMISSIONSPROGNOSE

5.1 VORBEMERKUNG

Für die Vorausbestimmung der von oberirdischen Eisenbahnstrecken ausgehenden Körperschall- und Erschütterungsimmissionen existiert bis heute kein rein analytisches Verfahren. Die Immissionsprognose erfolgt daher auf der Basis des Entwurfes für die DIN 45672-3:2023-02 – Schwingungsmessung an Schienenverkehrswegen – Teil 3: Prognoseverfahren auf Basis von Terzspektren (11).

Hinweise zur Durchführung der Immissionsprognose enthält die Richtlinie VDI 3837 – Erschütterungen in der Umgebung von oberirdischen Schienenverkehrswegen, Spektrales Prognoseverfahren, von Januar 2013 (12) -, in der ein spektrales Prognoseverfahren global beschrieben wird. Ein konkretes Rechenverfahren mit festgelegten Rechenparametern wird dort allerdings nicht angegeben.

Die Prognose der frequenzabhängigen Schwinggeschwindigkeit $L_v(f_{Tn})$ an einem Immissionspunkt erfolgt entsprechend Gleichung (7) (Gleichung (1) der DIN (11)).

$$L_v(f_{Tn}) = L_{v,E}(f_{Tn}) + \Delta L_{v,BB}(f_{Tn}) + \Delta L_{v,FB}(f_{Tn}) + \Delta L_{v,DF}(f_{Tn}) + D_e(f_{Tn}) \quad (7)$$

f_{Tn}	Frequenz der n -ten Terz im Terzspektrum
$L_{v,E}(f_{Tn})$	Emissionsspektrum (Emissionssystem)
$L_{v,BB}(f_{Tn})$	Einfluss der Schwingungsausbreitung im Boden zwischen Emissionspunkt und Gebäude (Transmissionssystem)
$L_{v,FB}(f_{Tn})$	Übertragung vom Boden auf das Gebäude (primäres Immissionssystem)
$L_{v,DF}(f_{Tn})$	Übertragung innerhalb des Gebäudes (sekundäres Immissionssystem)
$D_e(f_{Tn})$	Minderungswirkung von Maßnahmen (Einfügungsdämm-Maß, siehe DIN 45673-1 (13))

Für die Berechnung der Erschütterungsimmissionen ist entsprechend (11) der Frequenzbereich von $f_T = 5 - 250$ Hz relevant. Aus dem prognostizierten Schwinggeschwindigkeitspegeln wird die bewertete Schwingstärke in Form des Taktmaximal-Effektivwertes bestimmt. Aus diesem Wert lässt sich dann die Beurteilungs-Schwingstärke unter Berücksichtigung der Fahrtenanzahl ermitteln (2).

Für die Berechnung der Körperschallimmissionen ist der Frequenzbereich $f_T = 5 - 250$ Hz zu betrachten. Aus dem unbewerteten Schalldruckpegel am Immissionsort werden dann der für die Beurteilung anhand des Orientierungswertes nach VDI 2719 (10) maßgebende A-bewertete Schalldruckpegel in Form des mittleren Maximalpegels sowie der für die Beurteilung nach Rechtsprechung des Bundesverwaltungsgerichts (8) benötigte Beurteilungspegel ermittelt.

5.2 ERSCHÜTTERUNGSSIMMISSIONEN

Für die hier durchzuführenden Betrachtungen werden die Ergebnisse der Immissionsprognose mit den entsprechenden Anhalts- und Orientierungswerten nach Abschnitt 4 verglichen und beurteilt.

$$KB_{FTm} = K_b v_0 10^{L'_v/20} \quad (8)$$

empirisch ermittelter Korrekturwert für folgende, den Schienenverkehr betreffende Rechenmodi

- K_b - Anpassung L_v an v
 - Bestimmung von KB_F aus v

hier: $K_b = 1$

v_0 = $5 \cdot 10^{-5}$ mm/s Bezugsgeschwindigkeit

L'_v Schwinggeschwindigkeitspegel für den Frequenzbereich $f_T \in \{4, 250\}$ Hz

Damit ergibt sich der Taktmaximal-Effektivwert der bewerteten Schwingstärke (KB_{FTm}) als Prognosewert. Aus KB_{FTm} wird unter Berücksichtigung der Fahrplansituation die Beurteilungsschwingstärke errechnet. Die maximale bewertete Schwingstärke ergibt sich in etwa zu:

$$KB_{Fmax} = 1,5 KB_{FTm} \quad (9)$$

5.3 KÖRPERSCHALLIMMISSIONEN

Aus der Immissionsprognose ergibt sich der Schwinggeschwindigkeitspegel des betrachteten Deckenfeldes. Aus dem Schwinggeschwindigkeitspegel lässt sich der im Raum aus der Körperschallübertragung entstehende Innenraumpegel (Sekundärluftschall) abschätzen. Hierzu lässt sich ein beispielsweise aus einer Messung ermitteltes Umwandlungsmaß anwenden. Alternativ kann der Sekundärluftschall nach einer Rechenfunktion (siehe A. Said, H.-P. Grütz, R. Garburg: Ermittlung des sekundären Luftschalls aus dem Schienenverkehr. Zeitschrift für Lärmbekämpfung Januar 2006/ 53. Jahrgang Seite 12 ff (14)) wie folgt abgeschätzt werden:

$$L_p = X \text{ [dB]} + y L_{v,p} \text{ [dB]} \quad (10)$$

- X Festwert in Abhängigkeit von der Frequenz und Deckenbauart
 y Faktor in Abhängigkeit von der Frequenz und Deckenbauart
jeweils im Frequenzbereich $f_T \in \{5, 80\}$ Hz

Bei der Verwendung dieser Rechenfunktion wird das Umwandlungsmaß nicht ausgewiesen, da der Schalldruckpegel direkt ermittelt wird. Aus den vorbewerteten Prognosewerten des Schalldrucks wird anschließend der bewertete Summenschallpegel ermittelt:

$$L_{pAm} = 10 \log \left(\sum_{i=f_{Tu}}^{f_{To}} 10^{0,1(L_{pm,T} + K_A)} \right) \text{ dB(A)} \quad (11)$$

- f_{Tu}, f_{To} untere bzw. obere Terzmittenfrequenz des maßgebenden Frequenzbereiches
 $f_{Tu} = 5$ Hz bis $f_{To} = 80$ Hz
 $L_{pm,T}$ Schalldruckpegel bei der entsprechenden Terzmittenfrequenz
 K_A A-Bewertung entsprechend DIN 45634

Da die Prognose auf energetischen Mittelwerten (L_{pAm}) basiert, entsprechen die Ergebnisse der Berechnung des Sekundärluftschalls dem zu erwartenden mittleren Maximalpegel. Der absolute Maximalpegel ergibt sich in etwa zu:

$$L_{pAmax} = L_{pAm} + 3 \text{ dB(A)} \quad (12)$$

6 PROGNOSEERGEBNISSE UND BEURTEILUNG

Insgesamt sind folgende Einflüsse auf die Schwingungsimmissionen bei der Beurteilung der Eisenbahn zu berücksichtigen:

- Die Gleislage bleibt erhalten, sodass keine schwingungstechnisch relevante Veränderung der Achslage auftritt.
- Es findet keine Kapazitätserweiterung statt. Die Fahrtenzahlen im Prognose-Nullfall aus Tabelle 1 bleiben im Prognose-Planfall erhalten.
- Es werden keine neuen Weichenanlagen angeordnet.
- Der Oberbau bleibt auf dem Großteil der Strecke als Schwellengleis im Schotterbett erhalten.
- Durch die Verlegung des bestehenden Bahnübergangs Feudenheimer Fähre zum Haltepunkt Duale Hochschule, findet in diesen Bereichen eine Veränderung des Oberbaus statt.

Im Bereich des bestehenden Bahnübergangs Feudenheimer Fähre wechselt der Oberbau von einem schallharten Oberbau (Rillenschiene mit Asphalteindeckung) zu einem schallweichen Oberbau (Schwellengleis im Schotterbett). Dies begünstigt die Übertragung von tiefen Frequenzen, welche in den Anliegergebäuden eher als Körperschall wahrgenommen werden können.

Im Bereich des neuen Bahnübergangs am Haltepunkt Duale Hochschule wechselt der Oberbau von einem schallweichen Oberbau (Schwellengleis im Schotterbett) zu einem schallharten Oberbau (Rillenschiene mit Asphalteindeckung). Dies begünstigt die Übertragung von hohen Frequenzen, welche in den Anliegergebäuden eher als Erschütterungen wahrgenommen werden können.

Diese Änderungen sind jeweils auf einem Streckenabschnitt von wenigen Metern verortet. Eine Verschlechterung der Immissionssituation, über die in Abschnitt 4 beschriebenen Veränderungskriterien hinaus, ist nicht zu erwarten.

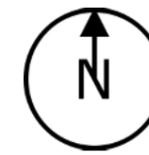
Die Erschütterungsimmissionen des Schienenverkehrswegs nehmen durch die Umbauplanung um weniger als 25 % zu.

Die Körperschallimmissionen des Schienenverkehrswegs nehmen durch die Umbauplanung um weniger als 3 dB zu.

Die Veränderung ist schwingungstechnisch unkritisch. Es sind keine Maßnahmen zur Reduzierung der Schwingungsimmissionen erforderlich.

7 ANLAGEN

Anlage Nr.	Benennung
1.1	Gebietseinstufung
1.2	Übersicht Immissionsorte, Gleis- und Straßenachsen Prognose-Nullfall
1.3	Übersicht Immissionsorte, Gleis- und Straßenachsen Prognose-Planfall



1:5.000

0 50 100 m



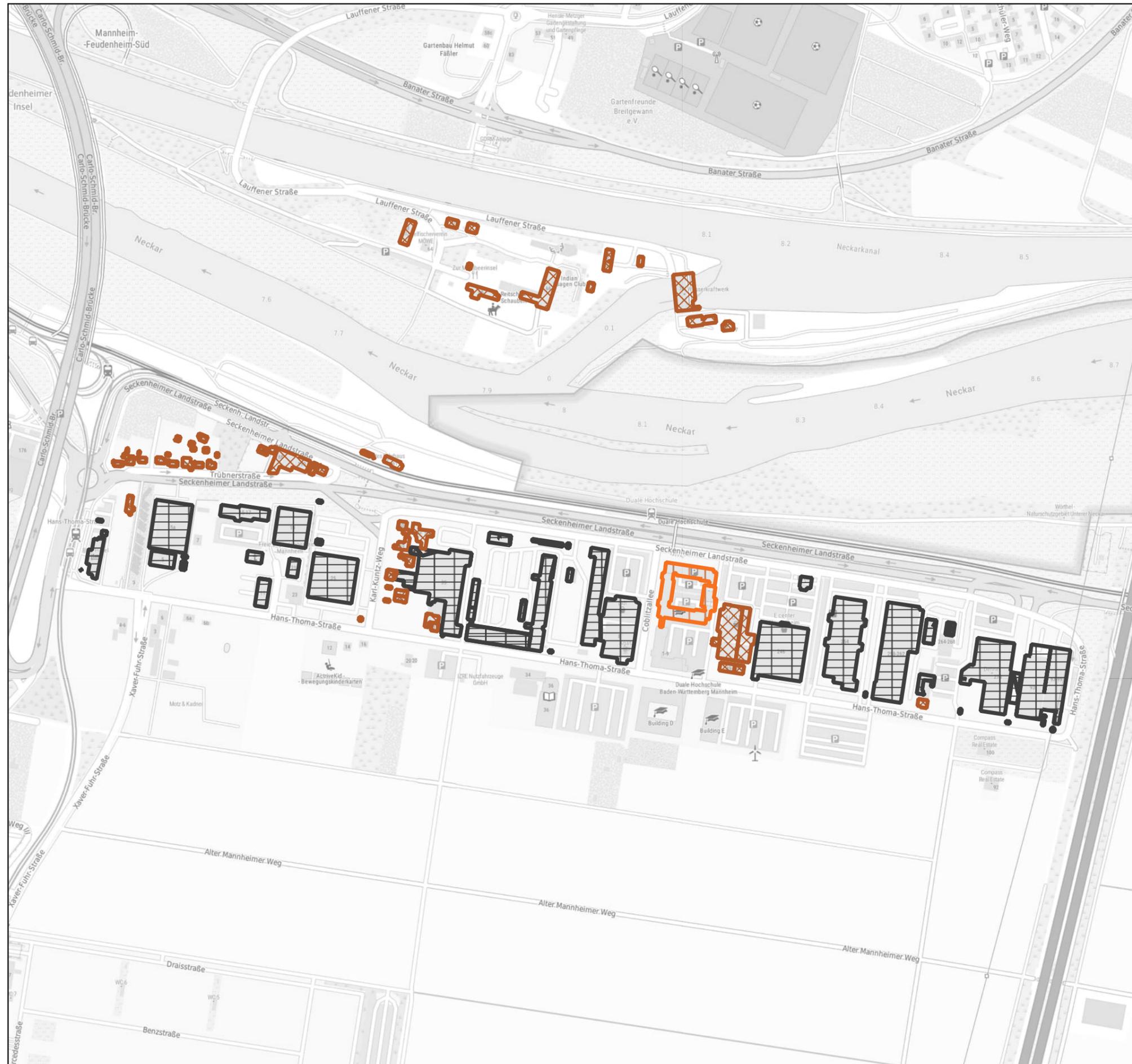
Legende:

Gebietseinstufung

 Gewerbegebiet

 Sondergebiet

 Mischgebiet



Projekt:

Ausbau des Haltepunkts Duale Hochschule Mannheim

Titel:

Gebietseinstufung nach BauNVO

Plan- bzw. Anlagennummer:

A 1.1

Bearbeiter:

H. Unruh
L. Böhm

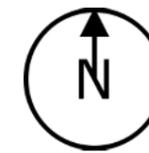
Projektnummer:

22/7090



FCP IBU GmbH

Immissionsschutz
Baudynamik
Umweltingenieurwesen



1:5.000

0 50 100 m



Legende:

Immissionsorte

• Immissionspunkte

▭ Gebäude im Rechenmodell

Verkehrsachsen

⊕ Gleis im Schotterbett

⊕ Gleis straßenbündiger Bahnkörper

--- Straße



Projekt:

Ausbau des Haltepunkts Duale Hochschule Mannheim

Titel:

Übersicht Verkehrsachsen Prognose-Nullfall

Plan- bzw. Anlagennummer:

A 1.2

Bearbeiter:

H. Unruh
L. Böhm

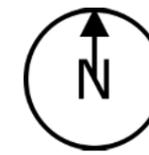
Projektnummer:

22/7090



FCP IBU GmbH

Immissionsschutz
Baudynamik
Umweltingenieurwesen



1:5.000

0 50 100 m



Legende:

Immissionsorte

• Immissionspunkte

▭ Gebäude im Rechenmodell

Verkehrsachsen

⊕ Gleis im Schotterbett

⊕ Gleis straßenbündiger Bahnkörper

--- Straße



Projekt:

Ausbau des Haltepunkts Duale Hochschule Mannheim

Titel:

Übersicht Verkehrsachsen Prognose-Planfall

Plan- bzw. Anlagennummer:

A 1.3

Bearbeiter:

H. Unruh
L. Böhm

Projektnummer:

22/7090



FCP IBU GmbH

Immissionsschutz
Baudynamik
Umweltingenieurwesen