

**Titel: Erneuerung und Umgestaltung der Infrastruktur-
anlagen am Plärrer in Nürnberg - Bewertung der
erschütterungstechnischen Belange**

Dieses Gutachten ersetzt das Gutachten
LA23-294-G04-02 vom 13.12.2024

Ort / Lage: Am Plärrer, 90429 Nürnberg

Auftraggeber: VAG Verkehrs-Aktiengesellschaft
Südliche Fürther Straße 5
90429 Nürnberg

Bezeichnung: LA23-294-G04-03

Gutachtenumfang: 20 Seiten

Datum: 18.02.2025

Bearbeiter: Dipl.-Phys. Matthias Ziegler

Telefon: +49 (821) 34779-21

E-Mail: Matthias.Ziegler@bekon-akustik.de

Fachlich Verantwortlicher: Dipl.-Phys. Matthias Ziegler

Inhaltsverzeichnis

1	Begutachtung	3
2	Grundlagen	4
3	Beschreibung des Vorhabens	4
3.1	Oberbauformen, Fahrzeugarten, Korrekturfaktoren	4
3.2	Umgebung	5
4	Bewertungsgrößen	5
4.1	Erschütterungen	5
4.2	Sekundärer Luftschall	5
5	Mögliche Bewertungsgrundlagen	6
5.1	Erschütterungseinwirkungen auf Gebäude (DIN 4150-3)	6
5.2	Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden (DIN 4150-2)	7
5.3	Sekundärer Luftschall	10
5.4	Zusammenfassung	12
6	Bewertung	13
6.1	Spittlertorgraben (Baustellenprovisorium)	13
6.2	Dennerstraße	14
6.3	Am Plärrer (nördlich)	14
6.4	Alle weiteren Bereiche	14
7	Maßnahmen	15
8	Literaturverzeichnis	16
9	Anlagen	17
9.1	Lageplan und Schienenoberbau – Ist-Fall	17
9.2	Lageplan - Planung	18
9.3	Lageplan - Weichen	19

1 Begutachtung

Die VAG Verkehrs-Aktiengesellschaft Nürnberg plant gemeinsam mit der Stadt Nürnberg die Erneuerung und Umgestaltung der Infrastrukturanlagen der Straßenbahn im Bereich des Plärrers in Nürnberg. Anlass für die Umgestaltung des Plärrers sind notwendige Sanierungsarbeiten an der Decke des U-Bahnbauwerks unter dem Plärrer. Für die Sanierungsarbeiten ist es erforderlich, die sich oberhalb des U-Bahnbauwerks befindliche Straßenbahnhaltestelle Plärrer samt Gleisanlagen zu entfernen und nach der Sanierung wieder neu herzustellen. In diesem Zuge ist die komplette Umgestaltung des Plärrers und eine Neuordnung der Gleisanlagen geplant. Für den Neubau der Gleisanlagen wird ein Planfeststellungsverfahren durchgeführt.

Im Umfeld des Bauvorhabens befinden sich schutzbedürftige Nutzungen.

Es wurde geprüft, ob durch die geplanten Änderungen Schutzansprüche bezüglich Erschütterungen und sekundärem Luftschall ausgelöst werden.

Ergebnis

Wie dem Punkt 6.2 entnommen werden kann, sollte für die geplante Weiche (W659) mit Trassenkreuzung (KR659) im Bereich Dennerstraße / Spittlertorgraben eine Maßnahme zur Entkopplung vorgesehen werden.

Bei allen anderen Bereichen kann davon ausgegangen werden, dass die Vorgaben hinsichtlich einer wesentlichen Erhöhung der Erschütterungseinwirkungen und des sekundären Luftschalles eingehalten werden.

Augsburg, den 18.02.2025

BEKON Lärmschutz & Akustik GmbH

Bearbeiter / fachlich Verantwortlicher:

Dipl.-Phys. Matthias Ziegler

2 Grundlagen

/A/ Straßenbahnoberbau Bestand, zur Verfügung gestellt über CDE Conclude von der VAG Verkehrs-Aktiengesellschaft am 21.03.2024

/B/ Ortsbesichtigung durch die BEKON Lärmschutz & Akustik GmbH am 22.04.2024

/C/ Verkehrsanlagenplanung Straße und Schiene, Stand: 30.04.2024, erhalten von der Arbeitsgemeinschaft INGE Plärrer – Dorsch Gruppe per E-Mail am 30.04.2024

/D/ Übersichtspläne des Bestands und der Verkehrsanlagen Straße und Schiene, Vorabzug Stand: 30.04.2024, erhalten von der Arbeitsgemeinschaft INGE Plärrer – Dorsch Gruppe per E-Mail am 30.04.2024

3 Beschreibung des Vorhabens

Die VAG Verkehrs-Aktiengesellschaft Nürnberg plant gemeinsam mit der Stadt Nürnberg die Erneuerung und Umgestaltung der Infrastrukturanlagen der Straßenbahn im Bereich des Plärrers in Nürnberg. Im Bereich der Haltestelle und der Zu- und Abfahrt über die Steinbühler Straße und die Dennerstraße ergeben sich nur geringe Änderungen im Vergleich zur bestehenden Gleislage. Im Bereich des Spittlertorgrabens erfolgt der Neubau einer Strecke, welche während der Umbaumaßnahmen als Baustellenprovisorium genutzt wird. Hierzu wird im Bereich Dennerstraße eine neue Weiche (W659) mit Trassenkreuzung (KR659) geplant. Im nördlichen Bereich des Plärrers wird eine Wendeschleife installiert, welche im Regelbetrieb einmalig im Nachtzeitraum genutzt wird.

3.1 Oberbauformen, Fahrzeugarten, Korrekturfaktoren

Es kommen sowohl im Ist-Zustand sowie im Planfall Niederflurstraßenbahnen mit Klimatisierung mit maximal 8 Achsen bei maximaler Radsatzlast von 126 kN zum Einsatz. Die Streckenhöchstgeschwindigkeit beträgt maximal 50 km/h. In Summe ergeben sich keine Änderungen hinsichtlich der Anzahl der Fahrten.

Im Ist-Zustand finden sich im begutachteten Bereich eine Vielzahl von Oberbauformen, siehe Anlage 9.1. Bis auf den Bereich B (siehe Anlage 9.1) liegen keine elastischen Entkopplungen vor. Masse-Feder Systeme sind im Bestand nicht verbaut.

Die zukünftige Gleisanlage wird im Wesentlichen als festes Fahrbahnsystem geplant. Einzelne begrünte Abschnitte werden als „Gleiseindeckung mit hochliegender Vegetationsebene“ geplant.

3.2 Umgebung

Die relevanten Gebäude im Umfeld des Vorhabens sind hinsichtlich der Schutzwürdigkeit als Kerngebiet einzustufen.

Bis auf das Gebäude Fürther Str. 2 sowie Sandstraße 1, welche wahrscheinlich schwingungsanfälliger Holz balkendecken aufweisen, kann davon ausgegangen werden, dass die Gebäude in Massivbauweise mit Stahlbetondecken errichtet worden sind. Im größten Teil der Gebäude in direkter Umgebung des Plärrers liegt eine gewerbliche Nutzung / Büronutzung vor.

4 Bewertungsgrößen

4.1 Erschütterungen

Als Erschütterungen werden Schwingungen bezeichnet, welche sich von der Gleisanlage durch das Erdreich in den Wohnraum ausbreiten. Das Maß der Erschütterungen ist unter anderem abhängig vom Gleisoberbau, den Radsatzmassen und dem Untergrund. Die relevante Messgröße ist die Schwinggeschwindigkeit v [mm/s] im Frequenzbereich von 1 Hz bis 80 Hz. Für die Bewertung nach DIN 4150-2 ist die Schwinggeschwindigkeit v in die maximale bewertete Schwingstärke $KB_{F_{max}}$ sowie Beurteilungs-Schwingstärke $KB_{F_{Tr}}$ umzurechnen.

4.2 Sekundärer Luftschall

Der sekundäre Luftschall entsteht durch Abstrahlung von hörbarem Luftschall von den Wänden und vorzugsweise der Böden von Gebäuden, die von außen durch Vibrationen angeregt werden. Naturgemäß wird das Spektrum des sekundären Luftschalles durch die Transformation der Frequenzbereiche der Erschütterungen im Boden, der spektral abhängigen Übertragung vom Boden in das Gebäude und der Abstrahlung von den Wand- und Bodenflächen, begrenzt auf ca. 300 Hz, stark eingeschränkt. Weiter sind die spektrale Hörempfindung und Hörschwelle der Betroffenen, beginnend bei 20 Hz, in die Bewertung einzubeziehen. Wirksam bleibt damit ein Bereich zwischen etwa 16 - 330 Hz. Der sekundäre Luftschall wird als A-bewerteter Schalldruckpegel L_{pA} angegeben.

5 Mögliche Bewertungsgrundlagen

Für die Beurteilung von Erschütterungen existiert zur Zeit keine verbindliche Rechtsvorschrift. Die Bewertung der Erheblichkeit von Belästigungen bzw. Nachteilen durch Erschütterungseinwirkungen i.S. des BImSchG ist daher anhand von Regelwerken sachverständiger Organisationen oder von einzelfallbezogenen Gutachten vorzunehmen.

Die Folgenden genannten Normen können als antizipiertes Sachverständigengutachten zur Konkretisierung des Begriffes der schädlichen Umwelteinwirkungen herangezogen werden. Gemäß LAI dürfen sie jedoch nicht schematisch angewandt werden (1).

5.1 Erschütterungseinwirkungen auf Gebäude (DIN 4150-3)

Die der Bewertung zugrunde liegenden Anhaltswerte der DIN 4150-3 (2) sind aus fundierter Erfahrung festgelegte Werte, bei deren Einhaltung ein Schaden, auch beispielsweise eine Rissvergrößerung, nicht eintritt.

Ein Schaden im Sinne der Norm ist eine Verminderung des Gebrauchswertes von Gebäuden oder Gebäudeteilen durch Erschütterungseinwirkungen wie z.B.:

- Beeinträchtigung der Standsicherheit von Gebäuden und Bauteilen
- Verminderung der Tragfähigkeit von Decken

Bei Gebäuden nach Tabelle 1, Zeile 2 und 3, ist eine Verminderung des Gebrauchswertes bereits gegeben, wenn z.B.:

- Risse im Putz von Wänden auftreten,
- bereits vorhandene Risse in Gebäuden vergrößert werden,
- Trenn- und Zwischenwände von tragenden Wänden oder Decken abreißen.

Diese Schäden werden in dieser Norm auch als leichte Schäden bezeichnet.

Es ist davon auszugehen, dass durch den geplanten Straßenbahnbetrieb die Anhaltswerte der DIN 4150-3 (2) eingehalten werden und somit keine schädlichen Erschütterungsimmissionen auf die Gebäude einwirken.

5.2 Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden (DIN 4150-2)

Bei der Beurteilung des Einflusses von Erschütterungen auf den Menschen wird dessen Empfindlichkeit, die zusätzlich abhängig von den Frequenzen, der Dauer, der Tageszeit und dem Wohnbereich ist, einbezogen.

Die Beurteilung der Erschütterungsimmission basiert auf dem Maximalwert der bewerteten Schwingstärke $KB_F(t)$ aller Vorbeifahrten und der Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FT_r} über die Beurteilungszeit tags und nachts.

Beide Größen werden mit Anhaltswerten verglichen, die abhängig vom Einwirkungszeitpunkt und Einwirkungsort sind.

Zur Ermittlung der Beurteilungs-Schwingstärke aus dem Schienenverkehr gelten zwei unterschiedliche Zeitbereiche.

Zeile	Tag	Uhrzeit	Zeitbereich
1	täglich	22:00 bis 6:00	Nachtzeit
2	täglich	6:00 bis 22:00	Tageszeit

Tabelle 1: Beurteilungszeiträume

Die Anhaltswerte A für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen sind der DIN 4150-2 (3) entnommen.

Die maximale bewerte Schwingstärke $KB_{F_{max}}$ ist mit dem Anhaltswert A_u zu vergleichen. Wird der Anhaltswert A_u eingehalten so ist die Anforderung an die Norm erfüllt. Wird der Anhaltswert A_u überschritten, so ist die Beurteilungsschwingstärke KB_{FT_r} zu bilden und mit dem Anhaltswert A_r zu vergleichen. Wird der Anhaltswert A_r eingehalten so ist die Anforderung an die Norm erfüllt.

Nach Punkt 6.5.3.3 der DIN 4150-2 sind für oberirdische Schienenwege des ÖPNV die um den Faktor 1,5 angehobenen A_u und A_r Anhaltswerte zur Bewertung heranzuziehen.

Des Weiteren hat der obere Anhaltswert A_O bei Schienenverkehr nachts nicht die Bedeutung, dass bei dessen seltener Überschreitung die Anforderungen der Norm als nicht eingehalten gelten. Liegen jedoch nachts einzelne KB_{FT_r} -Werte bei oberirdischen Strecken gebietsunabhängig über $A_O = 0,6$, so ist nach der Ursache bei der entsprechenden Zugeinheit zu forschen, DIN 4150-2 Punkt 6.5.3.5.

Zeile	Einwirkungsort	tags			nachts		
		Au	Ao	Ar	Au	Ao	Ar
1	Einwirkungsorte, in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen und gegebenenfalls ausnahmsweise Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichts- und Betriebspersonen 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	0,6	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	0,6	0,07
4	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend und ausschließlich Wohnungen untergebracht sind (vergleiche reines Wohngebiet § 3 BauNVO, allgemeine Wohngebiete § 4 BauNVO, Kleinsiedlungsgebiete § 2 BauNVO)	0,15	3	0,07	0,1	0,6	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	0,6	0,05
Die Werte für Ao nachts sind für Schienenverkehr auf 0,6 angehoben.							

Tabelle 2: Anhaltswerte der DIN 4150-2 (3), zur Beurteilung der Beeinflussung von Menschen durch Erschütterungen aus Schienenverkehr

Zur Einordnung der KB_{Fmax} Werte wird im Folgenden die Wahrnehmbarkeit der Erschütterungen aufgeführt.

Bewertete Schwingstärke KB	Wahrnehmung
< 0,1	Nicht spürbar
0,1	Fühlschwelle
0,1 - 0,4	Gerade spürbar
0,4 - 1,6	Gut spürbar
1,6 - 6,3	Stark spürbar
6,3 - 100	Sehr stark spürbar

Tabelle 3: Zuordnung der Schwingstärke zur Wahrnehmung (4)

5.3 Sekundärer Luftschall

Die für die Bewertung des sekundären Luftschalls heranzuziehenden Pegel für die Schädlichkeitsgrenze sind nicht verbindlich geregelt. Folgende Regelwerke geben Hinweise auf eine mögliche Bewertungsrundlage:

TA Lärm

Die TA Lärm gibt für Immissionen, die durch Körperschall in Gebäuden hervorgerufen werden, Immissionsrichtwerte an. Diese liegen bei 35 dB(A) tags und 25 dB(A) nachts. Einzelne kurzfristige Geräusche dürfen die Immissionsrichtwerte um nicht mehr als 10 dB überschreiten. Die Vorgaben der technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm „TA Lärm“ gelten aber ausdrücklich nur für gewerbliche Anlagen.

VDI 2719

Die VDI 2719 gibt, für von außen eindringenden Schall in Aufenthaltsräume, Anhaltswerte für anzustrebende Innenraumpegel an, siehe Tabelle 4. Für Schlafräume liegen diese im Pegelbereich von 25 dB(A) bis 35 dB(A), für Wohnräume tagsüber bei 30 bis 40 dB(A). Einzelne kurzfristige Geräusche dürfen die Mittelungspegel um nicht mehr als 10 dB überschreiten.

Raumart	Mittelungspegel Lm [dB(A)]	Mittlerer Maximal- pegel Lmax [dB(A)]
Schlafräume nachts		
in reinen und allgemeinen Wohngebieten, Krankenhaus und Kurgeländen	25 – 30	35 - 40
in allen übrigen Gebieten	30 - 35	40 - 45
Wohnräume tagsüber		
in reinen und allgemeinen Wohngebieten, Krankenhaus und Kurgeländen	30 - 35	40 - 45
in allen übrigen Gebieten	35 - 40	45 - 50
Kommunikations- und Arbeitsräume tagsüber		
Unterrichtsräume, ruhebedürftige Einzel- büros, wissenschaftliche Arbeitsräume, Bibliotheken, Konferenz- und Vortrags- räume, Arztpraxen, Operationsräume, Kir- chen, Aulen	30 - 40	40 - 50
Büros für mehrere Personen	35 - 45	45 - 55
Großraumbüros, Gaststätten, Schalter- räume, Laden	40 - 50	50 - 60

Tabelle 4: Anhaltswerte für anzustrebende Innenschallpegel nach Tabelle 6 der VDI 2719 (5)

24. BImSchV

Als Anhaltspunkt für die Beurteilung des sekundären Luftschalls könnte des Weiteren die 24. BImSchV (6) herangezogen werden. Die Verordnung legt die notwendigen Schallschutzmaßnahmen für schutzbedürftige Räume in baulichen Anlagen, gegenüber Luftschall von Verkehrsgeräuschen, fest. Folgt man dem Urteil des 7. Senat des Bundesverwaltungsgerichts (BVerwG, Urteil vom 21.12.2010 - 7 A 14.09) wären Innenraumpegel von 30 dB(A) für Schlafräume und 40 dB(A) für Wohnräume tagsüber zulässig.

5.4 Zusammenfassung

Für die Bewertung der von Schienenverkehrswegen ausgehenden Erschütterungs- und sekundären Luftschallimmissionen existieren keine rechtlich bindenden Immissionsgrenzwerte. Des Weiteren handelt es sich bei dem vorliegenden Gutachten um eine Änderung einer bestehenden Gleisanlage. Gemäß der ständigen Rechtsprechung wirken sich bestehende Vorbelastungen schutzmindernd aus. Für den Betroffenen besteht im Regelfall kein Anspruch auf Verbesserung der Erschütterungsimmissionen. Im Zuge des Vorhabens ist daher sicherzustellen, dass keine wesentliche Erhöhung der Immissionen erfolgt.

Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Für die Erschütterungseinwirkungen ist davon auszugehen, dass es sich ab einer Zunahme der Beurteilungsschwingstärke von mehr als 25 % um eine wesentliche Erhöhung handelt und einen Schutzanspruch auslöst:

Unter Berücksichtigung der Ausführungen der DIN 4150-2 zum Umgang mit Erschütterungen aus dem ÖPNV, siehe Punkt 5.2, ergibt sich die folgende Bewertungsmatrix:

- $KB_{F_{max}} < 1,5 * Au$: Keine weitere Betrachtung erforderlich. Die Anforderungen der DIN4150 Teil 2 sind eingehalten.
- $KB_{F_{max}} > 1,5 * Au$ und $KB_{F_{Tr}} < 1,5 * Ar$: Die erschütterungstechnischen Anforderungen werden ebenfalls eingehalten.
- $KB_{F_{Tr}} > 1,5 * Ar$, und die Erhöhung der Erschütterungsimmissionen der $KB_{F_{Tr}}$ -Werte im Prognose-Fall $< 25 \%$ gegenüber der Belastung im Prognose-Nullfall: Es liegt keine wesentliche Erhöhung vor und die Anforderungen sind eingehalten.
- $KB_{F_{Tr}} > 1,5 * Ar$, und erhöht der $KB_{F_{Tr}}$ sich im Prognose-Fall um mehr als 25 % gegenüber der Belastung im Prognose-Nullfall: Es liegt eine wesentliche Erhöhung vor.

Sekundärer Luftschall

Für den sekundären Luftschall wird analog davon ausgegangen, dass bei einer Überschreitung der, aus der vierundzwanzigsten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (24. BImSchV) abgeleiteten, Innenpegel von 30 dB(A) / 40 dB(A) zu prüfen ist, ob eine wesentliche Erhöhung des Innenraumpegels vorliegt. Eine Erhöhung ist im Regelfall wesentlich, wenn der Innenraumpegel um mehr als 3 dB erhöht wird. Dies entspricht zum Beispiel dem Vorgehen zur Bewertung der Luftschallimmissionen der 16. BImSchV oder des anlagenbezogenen Fahrverkehrs der TA Lärm.

6 Bewertung

Eine Übersicht der im Folgenden diskutierten Bereiche kann der Anlage 9.2 entnommen werden.

6.1 Spittlertorgraben (Baustellenprovisorium)

Bereich Spittlertormauer

Der Abstand zu den Gebäuden in Richtung Innenstadt beträgt 60 Meter. Eine wesentliche Erhöhung der Immissionen (Erschütterungen, sekundärer Luftschall) kann ausgeschlossen werden.

Bereich Am Plärrer 2, Spittlertorgraben 3

Durch die neue Gleisanlage in einem Abstand von ca. 10 Metern zum Gebäude kommt es zu spürbaren Erschütterungen in den betreffenden Gebäuden. Während der Zeit der Baustelle wird ein Richtungsgleis über das Baustellenprovisorium geführt. Im späteren Regelbetrieb findet keine regelmäßige Nutzung des betreffenden Gleises statt. Während der Nutzung des Baustellenprovisoriums kann nicht vollständig ausgeschlossen werden, dass die Vorgaben hinsichtlich der DIN 4150-2 (Erschütterungen) und 24. BImSchV (sekundärer Luftschall) im Gebäude überschritten werden. Im Falle des finalen Regelbetriebes werden die Vorgaben hinsichtlich der DIN 4150-2 (Erschütterungen) und 24. BImSchV (sekundärer Luftschall) eingehalten werden.

Folgt man der Rechtsprechung bezüglich temporär veränderter Lärmbelastungen, siehe z.B. Urteil BVerwG 9 A 8.10 vom 03.03.2011, dürfte davon ausgegangen werden, dass durch die temporär vorliegenden Erschütterungen und sekundären Luftschalleinwirkungen kein Anspruch auf Erschütterungsschutz ausgelöst wird. Die temporäre Veränderung der Erschütterungsbelastung ist aber als abwägungsrelevanter Belang im Rahmen der Planfeststellung zu beurteilen.

6.2 Dennerstraße

Im Bereich der Dennerstraße ist eine neue Weiche (W659) inklusive Kreuzung (KR659) als Abzweig zum Baustellenprovisoriums geplant. Im Ist-Zustand befindet sich hier ein durchgehendes Gleis. Ein kurzes Teilstück (siehe Anlage 9.1, Bereich B) ist in diesem Bereich mit einem elastischen Zwischenlager ausgeführt. Genauere Daten über die Art des Zwischenlagers liegen nicht vor.

In einem Abstand von 21 Metern zum geplanten Bauwerk (W659, KR659) befinden sich Gebäude mit Wohnnutzung (Spittlertorgraben 15). Durch die Überfahrt der Herzstückklücke kommt es zu Erhöhungen der Erschütterungsimmissionen. Die Zunahme der Erschütterungseinwirkungen wird eventuell über dem Kriterium zur wesentlichen Erhöhung liegen. Für den Weichen- und Schienenkreuzungsbereich wird der Einbau einer elastischen Schienenlagerung empfohlen.

6.3 Am Plärrer (nördlich)

Im Bereich der Gebäude „Am Plärrer 2 bis 6“ wird in einem Abstand von ca. 17 Metern ein neues Richtungsgleis errichtet. Laut Planung fungiert es als Wendeschleife und wird nur im Nachtzeitraum von einer Straßenbahn befahren. Auf Grund der geringen Auslastung und des Abstandes zu den Gebäuden, sowie der Gebäudeart, kann davon ausgegangen werden, dass die Vorgaben hinsichtlich der DIN 4150-2 (Erschütterungen) und 24. BImSchV (sekundärer Luftschall) eingehalten werden.

6.4 Alle weiteren Bereiche

Im restlichen Planbereich weisen die geplanten Gleiskörper einen Abstand von mehr als 25 Metern zur Bebauung auf, bzw. entspricht die Lage der geplanten Gleiskörper und Weichen (z.B. W658) in etwa der Lage der bestehenden Gleise und Weichen. Erfahrungsgemäß können spürbare Erschütterungen und Überschreitungen der Anhaltswerte der DIN 4150-2 bei Abständen kleiner 25 Metern auftreten (7). Es kann davon ausgegangen werden, dass die Vorgaben hinsichtlich der DIN 4150-2 (Erschütterungen) und 24. BImSchV (sekundärer Luftschall) eingehalten werden, bzw. dass die Kriterien zur wesentlichen Erhöhung nicht überschritten werden.

7 Maßnahmen

Wie dem Punkt 6.2 entnommen werden kann, sollte für die geplante Weiche mit Trassenkreuzung im Bereich Dennerstraße / Spittlertorgraben eine Maßnahme zur Entkopplung vorgesehen werden. In der DIN 45673 Teil 1 werden Oberbausysteme mit elastischen Elementen wie folgt klassifiziert:

- Masse-Feder-Systeme
- Unterschottermatten
- Schienenlagerung
- Schwellenlagerung

Die Einfüge-Dämpfung der Maßnahmen ist vor allem Abhängig von den Massen im System und dem Elastizitätsmodul des Entkopplungselementes. Das gewählte Elastizitätsmodul hat hierbei einen direkten Einfluss auf die maximale Auslenkung der Schiene. Bei elastischen Schienenlagerungen muss daher ein dementsprechend härteres Entkopplungselement gewählt werden, um, vor allem bei Oberbauten mit geschlossener Fahrbahn, die vorgegebenen maximalen Schienenauslenkungen einzuhalten.

Die maximale Einfüge-Dämpfung kann, auf Grund der hohen Massen, mit einem Masse-Feder System erreicht werden.

Auf Grund der Abstände zur schützenswerten Nutzung und der Vorbelastung ist für diesen Bereich mindestens eine elastische Schienenlagerung vorzusehen.

Bei der Wahl des Entkopplungssystems sind folgende Kriterien zu erfüllen:

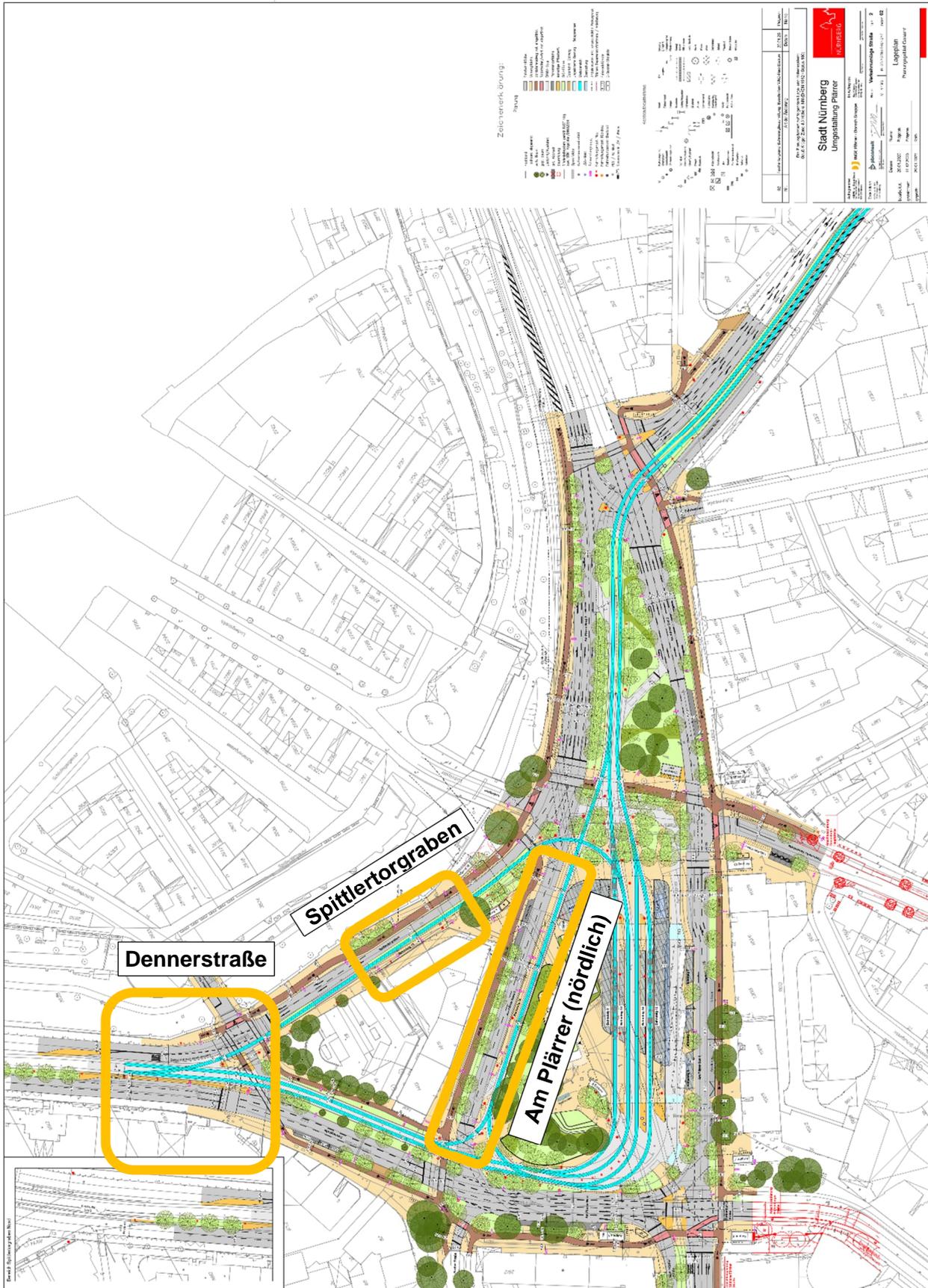
Es müssen die 1,5-fachen Anhaltswerte der DIN 4150-2 eingehalten werden. Alternativ muss die Anhebung der Erschütterungsimmissionen im Vergleich zur Vorbelastung weniger als 25 % betragen. Die Körperschallimmissionen müssen unterhalb der maßgeblichen Innenpegel der VDI 2719 liegen, oder die Anhebung der Körperschallimmissionen im Vergleich zur Vorbelastung muss weniger als 3 dB betragen.

Die genaue Auslegung des Entkopplungssystems ist in der Ausführungsplanung rechnerisch zu bestimmen und festzulegen.

8 Literaturverzeichnis

1. **LAI Länderausschuss für Immissionsschutz.** *Hinweise zur Messung, Beurteilung und Verminderung von Erschütterungsimmissionen.* 06.03.2018.
2. **DIN 4150-3:2016-12.** "Erschütterungen im Bauwesen - Teil 3: Einwirkung auf bauliche Anlagen".
3. **DIN 4150-2:1999-06.** "Erschütterungen im Bauwesen - Teil 2: Einwirkung auf Menschen in Gebäuden".
4. **VDI 2057, Blatt 3:1987-05.** Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen.
5. **VDI 2719:1987-08.** "Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen".
6. **24. BImSchV.** *Vierundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrswege- Schallschutzmaßnahmenverordnung - 24. BImSchV).* s.l. : Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 04.02.1997.
7. **DIN 4150-1:2022-12.** "Erschütterungen im Bauwesen - Teil 1: Vorermittlung von Schwingungsgrößen".
8. **DIN 45669-1:1995-06.** "Messung von Schwingungsimmissionen - Teil 1: Schwingungsmesser; Anforderungen, Prüfung".

9.2 Lageplan - Planung



Das Gutachten darf ohne die schriftliche Zustimmung der BEKON Lärmschutz & Akustik GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

LS18.02.25 08:36

LP18.02.25 08:38

G:\2023\LA23-294-Nuernberg-Umgestaltung-Plaerrerr\1Gut\G04-Erschütterungen\LA23-294-G04-03.docx

Änderung: 016 17.10..2023 JS