

**Schwingungstechnischer Bericht Nr. 784.3**  
**„Haltestelle Proskauer Straße“**

<b>Thema:</b>	Neubau der Haltestelle Proskauer Straße mit gegenüberliegenden Haltestellenkaps im Rahmen der Grundinstandsetzung der Anlagen der Straßenbahnlinie 21 in der Eldenaer Straße von Liebigstraße bis vor Scheffelstraßenbrücke.  Einfluss der Baumaßnahme auf die Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen in benachbarten Gebäuden
<b>Auftraggeber:</b>	Ingenieurbüro Wosnitza und Knappe Rosenfelder Straße 15, 10315 Berlin  Tel.: 55 74 23-0 Fax: 55 74 23 18
<b>Anmerkung:</b>	Der Bericht umfasst insgesamt 26 Seiten:  Text                    Seiten     1   bis   18 Tabellen               Seiten    T 1   bis   T 8  Der Bericht soll nur in Gänze an Dritte weitergegeben werden. Ein auszugsweises Zitieren ist mit dem Verfasser abzustimmen.

Berlin-Charlottenburg,  
im August 2018



Dipl.-Ing. C. Imelmann

### **Inhaltsverzeichnis**

0	Vorbemerkung .....	3
1	Zusammenfassung .....	3
2	Beschreibung der Baumaßnahme aus schwingungstechnischer Sicht, Aufgabenstellung .....	5
3	Verwendete Unterlagen .....	6
4	Erläuterungen zu Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen .....	7
	4.1 Grundlagen und Begriffe .....	7
	4.2 Einflüsse und Minderungsmöglichkeiten .....	9
5	Regelwerk .....	10
6	Durchführung der Prognoserechnungen .....	12
	6.1 Untersuchte Gebäude .....	12
	6.2 Prognoseverfahren .....	13
	6.3 Schwingungstechnische Berechnungen .....	14
7	Ergebnisse der Schwingungstechnischen Berechnungen .....	17

### **Verzeichnis der Tabellen**

Tabelle 1	Oberbauarten und Abstände zwischen Häusern und Gleisachsen in Bestand und Planung .....	T 1
Tabelle 2	Emissionsspektren des Straßenbahnverkehrs, Bezugsabstand 8 m .....	T 2
Tabelle 3	Übertragungsfunktionen für Gebäude mit Holz- und Betondeckenaufbau .....	T 3
Tabelle 4.1.1	Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen Eldenaer Str. 13 (Analyse Bestand Gleis 1) .....	T 4
Tabelle 4.1.2	Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen Eldenaer Str. 13 (Analyse Bestand Gleis 2) .....	T 5
Tabelle 4.2.1	Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen Eldenaer Str. 13 (Prognose Planung Gleis 1) .....	T 6
Tabelle 4.2.2	Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen Eldenaer Str. 13 (Prognose Planung Gleis 2) .....	T 7
Tabelle 5	Ergebnisse der Schwingungstechnischen Berechnungen .....	T 8

## **0 Vorbemerkung**

Die vorliegende Schwingungstechnische Untersuchung ergänzt die Schalltechnische Untersuchung des Unterzeichners zum Neubau der Haltestelle Proskauer Straße (Schalltechnischer Bericht Nr. 783.3 „Haltestelle Proskauer Straße“).

Beide Untersuchungen basieren auf dem Bundes-Immissionsschutzgesetz.

Gegenstand der Schalltechnischen Untersuchung sind die Auswirkungen des geplanten Vorhabens auf die Luftschallimmissionen im Einwirkungsbereich der Baumaßnahme. Die Untersuchung wird im Hinblick auf die Frage durchgeführt, ob die Baumaßnahme zu Betroffenheiten führt und sich hieraus Anspruchsberechtigung auf passive Schallschutzmaßnahmen dem Grunde nach ergibt.

Gegenstand der Schwingungstechnischen Untersuchung sind die Auswirkungen des geplanten Vorhabens auf die Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen in schutzbedürftigen Räumen benachbarter Gebäude. Bei dieser Untersuchung steht die Frage im Vordergrund, ob die neuen Gleise der Straßenbahn mit zusätzlichen technischen Maßnahmen zur Minderung des Schwingungseintrages in den Boden ausgerüstet werden müssen, um eine wesentliche Erhöhung der bisherigen Immissionen (der Vorbelastung) auszuschließen.

Das Vorhaben wird im Schalltechnischen Bericht ausführlich beschrieben und anhand eines Lageplans verdeutlicht. Die Angaben werden hier nicht wiederholt.

## **1 Zusammenfassung**

Anlässlich der Grundinstandsetzung der Anlagen der Straßenbahnlinie 21 in der Eldenaer Straße von Liebigstraße bis vor Scheffelstraßenbrücke ist eine Aufweitung des Gleisachsabstandes unter Einsatz einer verbesserten Gleisbauart vorgesehen.

Durch die Aufweitung des Gleisachsabstandes ändern sich die Abstände zwischen den Gleisen und der benachbarten Bebauung. Die größten Horizontalverschiebungen der Gleise treten im Bereich der geplanten Haltestelle Proskauer Straße auf.

Als Regelbauart ist das „Neue Berliner Straßenbahngleis“ (NBS) vorgesehen. Es ersetzt in den geraden Gleisabschnitten das technisch überholte Großverbundplattengleis (GVP). Im Bereich der Gleisbögen westlich der Haltestelle Proskauer Straße ersetzt es die dort verbauten Rahmengleise.

Grundsätzlich führen Abstandsverminderungen infolge von Horizontalverschiebungen der Gleise zu einem Anstieg der Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen in benachbarten Gebäuden. Die Verbesserung der Oberbauart durch eine dem Stand der Technik entsprechende Konstruktion wirkt gegenläufig und führt zu einer Abnahme der Immissionen.

In der vorliegenden Schwingungstechnischen Untersuchung wird nun der Einfluss der geplanten Baumaßnahme auf die Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen in schutzbedürftigen Räumen benachbarter Gebäude prognostiziert. Hierzu werden fünf repräsentative Gebäude ausgewählt und die dort auftretenden Immissionen in den Szenarien Bestand (bisheriger Zustand) und Planung (künftiger Zustand) miteinander verglichen.

Die entsprechenden Immissionsberechnungen werden auf der Basis vorliegender Emissionsspektren nach einem Rechenverfahren auf Vorschlag der Deutschen Bahn AG durchgeführt. Dieses Verfahren ist gängig und führt zu Ergebnissen auf der sicheren Seite.

Die prognostizierten Änderungen der Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen werden ähnlich wie in der Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV bewertet. Die entsprechenden Kriterien der „wesentlichen Erhöhung“ sind

- ein Anstieg der bewerteten Schwingstärke  $KB_F$  um mindestens 25 % in Verbindung mit dem Erreichen oder Überschreiten der Zumutbarkeitsschwelle  $KB_{Fmax} = 0,4$

beziehungsweise

- ein Anstieg des A-bewerteten Sekundärluftschallpegels um mehr als 2 dB(A) in Verbindung mit dem Erreichen oder Überschreiten der Immissionsrichtwerte, die der Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung – 24. BImSchV zugrunde liegen.

Die Untersuchung kommt zu dem Ergebnis, dass die Verbesserung durch den Einsatz des NBS die geringe Verschlechterung infolge der Abstandsverminderungen bei weitem überwiegt. Vor diesem Hintergrund ist es nicht erforderlich, zusätzliche technische Maßnahmen im Gleisbereich zur Minderung von Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen vorzusehen.

## **2 Beschreibung der Baumaßnahme aus schwingungstechnischer Sicht, Aufgabenstellung**

Anlässlich der Grundinstandsetzung der Anlagen der Straßenbahnlinie 21 in der Eldenaer Straße von Liebigstraße bis vor Scheffelstraßenbrücke ist eine Aufweitung des Gleisachsabstandes unter Einsatz einer verbesserten Gleisbauart vorgesehen.

Einen Überblick über die bestehenden und geplanten Abstände der Gleisachsen sowie deren Verschiebungen gibt die folgende Tabelle. Die beispielhaft betrachteten Querschnitte liegen in der Mitte der Haltestelle sowie an den Grenzen des Untersuchungsbereiches gemäß Bild 1 aus der Schalltechnischen Untersuchung:

	Achsabstand		Verschiebung	
	Bestand	Planung	Gleis 1	Gleis 2
Geraden westlich der Hst. Proskauer Straße	ca. 2,64 m	3,00 m	ca. 0,39 m	ca. 0,03 m
Mitte Hst. Proskauer Straße	ca. 2,64 m	7,16 m	ca. 2,26 m	ca. 2,26 m
Geraden östlich der Hst. Proskauer Straße	ca. 2,64 m	3,00 m	ca. 0,03 m	ca. 0,39 m

Als Regeloberbau ist das „Neue Berliner Straßenbahngleis“ (NBS) vorgesehen. Das NBS besteht aus Rillenschienen mit elastischer Schienenfußummantelung auf einer Betonstragschicht mit eingegossenen, vorher justierten Zweiblockschwellen. Es wird mit einer Asphaltdeckung versehen.

Das NBS entspricht dem Stand der Technik und weist aufgrund seiner besonderen konstruktiven Merkmale positive schwingungstechnische Eigenschaften auf. Dies wurde durch zahlreiche Messungen des Unterzeichners an entsprechend aufgebauten Straßenbahnstrecken im Berliner Netz belegt. Das NBS ersetzt in den geraden

Gleisabschnitten das technisch überholte Großverbundplattengleis (GVP). In den Gleisbögen westlich der Haltestelle Proskauer Straße ersetzt es die dort verbauten Rahmengleise.

Grundsätzlich führen Abstandsverminderungen infolge von Horizontalverschiebungen der Gleise zu einem Anstieg der Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen in benachbarten Gebäuden. Die Verbesserung der Oberbauart durch den Einbau einer dem Stand der Technik entsprechenden Konstruktion wirkt gegenläufig und führt zu einer Abnahme der Immissionen.

Aufgabe der vorliegenden Untersuchung ist es nun, im Vorfeld der Baumaßnahme die zukünftigen Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen in Gebäuden mit schutzbedürftigen Aufenthaltsräumen zu prognostizieren und mit den ursprünglichen Immissionen (der Vorbelastung) zu vergleichen. Dies ermöglicht den Nachweis, dass Menschen in Gebäuden künftig keinen spürbar stärkeren Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen aus dem Straßenbahnverkehr im Sinne einer wesentlichen Erhöhung ausgesetzt sein werden, oder führt zu dem Ergebnis, dass besondere technische Schutzvorkehrungen im Gleisbereich erforderlich sind, um ein zulässiges Immissionsniveau nicht zu überschreiten.

### **3    *Verwendete Unterlagen***

Zur Bearbeitung der Aufgabe wurde vom Auftraggeber ein Lageplan M 1:250 aus der bestätigten Ausführungsplanung übergeben. Bearbeitungsstand ist der 16. Juli 2018.

Das Betriebsprogramm der Straßenbahnlinie 21 wurde dem künftigen Fahrplan entnommen (Recherche unter vbb.de für den beispielhaften Zeitraum vom 12. November 2018 bis 08. Dezember 2018). Hiernach ist je Richtung von 48 Fahrten tags (6 bis 22 Uhr) und 14 Fahrten nachts (22 bis 6 Uhr) auszugehen.

Die Schutzbedürftigkeit der Nachbarschaft im Einwirkungsbereich der Baumaßnahme wurde anhand der Karte „Reale Nutzung der bebauten Flächen 2015 aus dem Digitalen Umweltatlas Berlin (Karte 06.01) festgelegt. Hiernach gelten für die Wohnhäuser im betrachteten Bereich die Anhaltswerte für Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind

(vergleiche reines Wohngebiet BauNVO, § 3, allgemeine Wohngebiete BauNVO, § 4, Kleinsiedlungsgebiete BauNVO, § 2). Als besonders schutzbedürftige Einwirkungs-orte wurden die neu errichteten Kindertagesstätten (Klax Kinderkrippe Mondbär, Klax Kindergarten Elements) Eldenaer Str. 36 berücksichtigt.

Ergänzend wurden herangezogen:

- /1/ Körperschall- und Erschütterungsschutz – Leitfaden für den Planer: Beweissicherung, Prognose, Beurteilung und Schutzmaßnahmen, Deutsche Bahn AG, ZBT 511 München (Ausgabe August 1996, berichtigt Februar 1999)
- /2/ Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013
- /3/ DIN 4150-2, Ausgabe:1999-06 Erschütterungen im Bauwesen – Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden
- /4/ Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung - 16. BImSchV) vom 12. Juni 1990
- /5/ Vierundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung – 24. BImSchV) vom 4. Februar 1997

#### **4 Erläuterungen zu Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen**

##### **4.1 Grundlagen und Begriffe**

Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen (unter dem Oberbegriff Schwingungsimmissionen) haben ihre Ursache im wesentlichen in dynamischen Erregerkräften in der Kontaktzone zwischen den Rädern des fahrendes Zuges und der Schiene. Die Schwingungen werden über den Oberbau und den Unterbau in den Boden übertragen, breiten sich dort in Wellenform aus und werden über die Fundamente in benachbarte Gebäude eingeleitet. Dort können sie zu wahrnehmbaren Bewegungen der Geschossdecken (Erschütterungen) und zu Schwingungen der Raumbegrenzungsflächen führen, die ihrerseits wieder als Schall abgestrahlt werden (Sekundärer Luftschall).

Erschütterungen bezeichnen tieffrequente Schwingungen eines Gebäudes, die der Mensch – sofern die auftretende Schwinggeschwindigkeit oberhalb der Fühlschwelle um 0,1 mm/s liegt – mit seinem ganzen Körper wahrnehmen kann. Sie können insbesondere dann zu Belästigungen führen, wenn Geschossdecken in Resonanz angeregt werden. Hieraus resultiert eine deutliche Verstärkung der Schwingungen. Je nach Aufbau und Spannweite der Decken liegt der Hauptfrequenzbereich zwischen 10 Hz und 40 Hz. Zur Kennzeichnung der Erschütterungsimmissionen dient die bewertete Schwingstärke  $KB_F$ , die aus dem gleitenden Effektivwert der frequenzbewerteten Schwinggeschwindigkeit abgeleitet wird.

Anmerkung:

Im Zusammenhang mit den Erschütterungen können gewisse Erscheinungen auftreten, die oft störender sind als die Erschütterungen selbst (z.B. Gläserklirren). Es ist allerdings nicht möglich, hieraus einen Rückschluss auf die Höhe der Erschütterungen zu ziehen, da diese Effekte bereits bei den geringsten Erschütterungsimmissionen auftreten können, sogar bei solchen, die unterhalb der Fühlschwelle liegen. Sie sind aber im Regelfall auch leicht zu beseitigen, etwa durch geringfügiges Verschieben der Gläser an einen anderen Platz.

Sekundärer Luftschall entsteht durch Körperschallabstrahlung von Decken und Wänden und kann innerhalb von Gebäuden in der Nachbarschaft von Bahntrassen hörbar sein. Die sekundären Luftschallimmissionen treten meist im Frequenzbereich um 80 Hz auf und werden als dumpfes Grollen wahrgenommen. Zur Kennzeichnung des Sekundärschalls dient der A-bewertete Beurteilungspegel  $L_r$  in dB(A). Der sekundäre Luftschall wird manchmal – nicht ganz korrekt – auch als Körperschall bezeichnet.

Anmerkung:

Bei oberirdischem Schienenverkehr wird der Sekundärluftschall in den Räumen auf der Seite des Schienenweges meist durch den Luftschalleintrag durch die Fenster überlagert, so dass er (wenn er überhaupt als solcher zu hören ist) weniger störend empfunden wird und mit einfachen Mitteln nicht gezielt zu messen ist. Dies gilt insbesondere dann, wenn die Fenster nur eine geringe Schalldämmung aufweisen und der Schienenweg sehr nah ist. Dieser „primäre“ Luftschall ist Gegenstand der Schalltechnischen Untersuchung auf Grundlage der Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV.

#### **4.2 Einflüsse und Minderungsmöglichkeiten**

Die Stärke der auftretenden Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen wird maßgeblich bestimmt

- durch Art und Zustand von Fahrzeugen und Gleisen, insbesondere durch den Zustand der Kontaktflächen von Rad und Schiene,
- durch den Oberbau, Unterbau und den Untergrund,
- durch den Abstand zwischen dem Gleis und dem Gebäude mit schutzbedürftiger Nutzung,
- durch das Übertragungsverhalten des Bodens (Materialdämpfung),
- durch gebäudespezifische Übertragungsfaktoren,
- durch die Fahrgeschwindigkeit.

Da Erschütterungs- und Sekundärschallimmissionen zumeist mit Resonanzeffekten verbunden sind, ist nach Erfahrungen des Unterzeichners die Fahrgeschwindigkeit von geringerem Einfluss als bei den Luftschallimmissionen.

Zur Minderung von Erschütterungs- und Sekundärschallimmissionen sind über die regelmäßige Wartung der Rad-Schiene-Kontaktzone hinaus (Schleifen der Schienenoberfläche, Bearbeitung unrunder Räder)

- bauliche Maßnahmen im Bereich der Schienen- und Oberbaulagerung (z.B. Unterschottermatten, Elastische Schienen-Stützpunktlager, Kontinuierliche elastische Schienenlagerungen, Masse-Feder-Systeme, Elastische Lagerungen von Schwellen),
- Maßnahmen am Ausbreitungsweg (z.B. Abschirmmatten in Baugrundschnitten),
- Maßnahmen bei der Gebäudegründung und -konstruktion (z.B. Versteifung von Decken, Abfederung ganzer Gebäude)

möglich und im Einzelfall hinsichtlich ihrer Wirksamkeit nachgewiesen, teilweise aber mit großem baulichen und finanziellen Aufwand verbunden.

Grundsätzlich gilt, dass moderne Fahrzeuge mit wirksamer Primärfederung und guten Radlaufflächen zu deutlich geringeren Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen führen können als Fahrzeuge ohne Primärfederung. Dasselbe gilt für neu verlegte Gleise im Vergleich zu alten. Die Verbesserung bleibt aber nur bei sehr guter Gleis- und Radpflege dauerhaft erhalten.

## **5 Regelwerk**

Der geplante Neubau der Haltestelle Proskauer Straße liegt im Geltungsbereich des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG). Dies ist in der deutlich sichtbaren Veränderung der Straßenbahnanlagen im Bereich der Haltestelle, in den Gleisverschiebungen und der Änderung der Gleisbauart begründet, die eine Änderung der Immissionsverhältnisse im Einwirkungsbereich erwarten lassen.

Zweck des BImSchG ist es, Menschen und Sachgüter vor schädlichen Umwelteinwirkungen zu schützen und dem Entstehen schädlicher Umwelteinwirkungen vorzubeugen. Zu den Immissionen im Sinne des Gesetzes gehören Geräusche (hier zu verstehen als Luftschallabstrahlung innerhalb von Räumen infolge Körperschalleinleitung) und Erschütterungen.

Da allerdings in der Verordnungsermächtigung des § 43 Abs. 1 BImSchG, welche die Grundlage für die 16. BImSchV darstellt, Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen nicht angesprochen werden, fehlt im Verkehrsbereich die Rechtsgrundlage für den Erlass einer entsprechenden Verordnung. Dies betrifft insbesondere

- die fehlende Festlegung von Grenzwerten und der Verfahren zur Ermittlung der Emissionen und Immissionen,
- die fehlende Festlegung von Kriterien, wann ein erheblicher baulicher Eingriff zu einer wesentlichen Erhöhung der Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen führt, woraus das Erfordernis von entsprechenden Vorsorgemaßnahmen abgeleitet werden könnte.

In der Praxis sind bis zur endgültigen Klärung der rechtlichen und bewertungstechnischen Fragen Ersatzlösungen eingeführt. Sie sind im Leitfaden der Deutschen Bahn AG /1/ eingehend beschrieben. Hiernach darf beim Umbau oder Ausbau einer bestehenden Strecke – also im Fall mit Vorbelastung – nach der Fertigstellung der baulichen Maßnahme keine wesentliche Erhöhung der Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen auftreten.

#### *a) Beurteilung von Erschütterungsmissionen*

Unter einer wesentlichen Erhöhung der Erschütterungsmissionen wird eine Zunahme der maximalen bewerteten Schwingstärke  $KB_{Fmax}$  beziehungsweise der Beurteilungs-Schwingstärke  $KB_{FT}$  um mindestens 25 % der Vorbelastung verstanden. Erschütterungsmissionen unterhalb der Zumutbarkeitsschwelle  $KB_{Fmax} = 0,4$  werden als zulässig betrachtet. Bei einer wesentlichen Erhöhung sind die Anhaltswerte  $A_u$ ,  $A_o$  und  $A_r$  für die Beurteilung von Erschütterungsmissionen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen an oberirdischen Schienenwegen des ÖPNV gemäß DIN 4150-2 heranzuziehen.

#### *b) Beurteilung von Sekundärluftschallimmissionen*

Eine wesentliche Erhöhung des A-bewerteten Sekundärluftschallpegels wird analog zu den Regelungen der Verkehrslärmschutzverordnung - 16. BImSchV mit einer Differenz der Beurteilungspegel um mehr als 2 dB(A) definiert. Liegt eine wesentliche Erhöhung vor, sind die Beurteilungspegel in schutzbedürftigen Räumen – in Ermangelung rechtlich verbindlicher Grenzwerte – hilfsweise mit denselben Immissionsrichtwerten zu vergleichen, die auch der Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung - 24. BImSchV zugrunde liegen.

#### Anmerkungen:

- Die Immissionsrichtwerte der 24. BImSchV ergeben sich unter Anwendung eines Zuschlages von 3 dB(A) aus den Korrektursummanden D zur Berücksichtigung der Raumnutzung gemäß Tabelle 1 dieser Verordnung. Der Einfachheit halber werden in der vorliegenden Untersuchung nur die Immissionsrichtwerte für Wohnräume herangezogen sowie für Räume, die überwiegend zum Schlafen benutzt werden (40 dB(A) tags beziehungsweise 30 dB(A) nachts). Werden diese Immissionsrichtwerte eingehalten, gilt dies für weniger empfindliche Räume mit entsprechend höheren Immissionsrichtwerten allemal.

- Die Frage, ob auch bei den Sekundärschallimmissionen den Besonderheiten des Schienenverkehrs in Analogie zu den (früheren) Regelungen der 16. BImSchV durch einen Abschlag von 5 dB(A) Rechnung getragen werden soll, ist umstritten („Schienenbonus“). In der vorliegenden Untersuchung wird der Abschlag berücksichtigt, da aus Sicht des Unterzeichners die Ergebnisse der interdisziplinären Feldstudie zur Einführung des Schienenbonus' vom Ende der 1970er und Anfang der 1980er Jahre in weitgehend gleicher Weise sowohl für den primären als auch für den sekundären Luftschall gelten und keine gesicherten, einen neuen Kenntnisstand wiedergebende Forschungsergebnisse vorliegen, die gegen eine Berücksichtigung dieses Abschlages sprächen.

## **6 Durchführung der Prognoserechnungen**

Im Zentrum der Schwingungstechnischen Untersuchung stehen die rechnerische Ermittlung

- der maximalen bewerteten Schwingstärken  $KB_{Fmax}$  sowie der hieraus unter Berücksichtigung des Betriebsprogramms und getrennt für die Beurteilungszeiträume tags und nachts berechneten Beurteilungs-Schwingstärken  $KB_{FTr}$  (tags) und  $KB_{FTr}$  (nachts),
- der maximalen A-bewerteten Sekundärluftschallpegel  $L_{Amax}$  und der Beurteilungspegel  $L_r$  (tags) und  $L_r$  (nachts)

in schutzbedürftigen Räumen benachbarter Gebäude. Die Berechnung erfolgt nach einem von der DB AG beschriebenen Verfahren /1/ und wird für die Vergleichsfälle ohne Baumaßnahme (Analyse Bestand) und mit Baumaßnahme (Prognose Planung) vorgenommen. Sofern die Kriterien der wesentlichen Erhöhung nicht erfüllt sind, ist die Untersuchung mit diesem Vergleich beendet. Andernfalls sind die Beurteilungsgrößen für den Planfall mit den geltenden Anhalts- und Immissionsrichtwerten zu vergleichen.

### **6.1 Untersuchte Gebäude**

Der Einfluss der geplanten Baumaßnahme auf die Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen wird mit dem Ziel einer „worst-case-Betrachtung“ an denjenigen Gebäuden durchgeführt, die im Planfall den geringsten Abstand zu den Gleisen aufweisen oder bei denen die relativ größten Abstandsminderungen auftreten (siehe die Zusammenstellung in Tabelle 1). Hierdurch werden alle typischen Immissionsfälle erfasst.

Betrachtet werden die folgenden Häuser

- Proskauer Straße 20 Ecke Dolziger Straße 1, 1A  
Das Wohnhaus (Altbau) liegt in Höhe der Gleisbögen westlich der geplanten Haltestelle Proskauer Straße. Dort ersetzt das NBS das bestehende Rahmengleis.
- Dolziger Straße 2  
Das Wohnhaus (Altbau) liegt in Höhe der geplanten Haltestelle. Dort ersetzt das NBS die bestehende GVP.
- Eldenaer Straße 13  
Das Wohnhaus (Altbau) liegt in Höhe der Gleisaufweitung an der östlichen Haltestellenzufahrt. Dort ersetzt das NBS die bestehende GVP.
- Eldenaer Straße 14  
Das Wohnhaus (Altbau) liegt in Höhe der geraden Streckengleise östlich der Haltestelle Proskauer Straße). Dort ersetzt das NBS die bestehende GVP.
- Eldenaer Straße 36  
In Höhe des in jüngster Zeit errichteten Kita-Gebäudes (gegenüber Eldenaer Straße 14) ersetzt das NBS die bestehende GVP.

Gemäß der Karte „Stadtstruktur differenziert 2015“ aus dem Berliner Umweltatlas ist davon auszugehen, dass die Altbauten zwischen 1870 und 1918 errichtet worden sind (geschlossene Blockbebauung der Gründerzeit mit Seitenflügeln und Hinterhäusern, 5-geschossig, teilweise mit Dachausbau). Solche Häuser weisen typischerweise Holzbalkendecken auf. Beim Kita-Neubau wird von Betondecken ausgegangen.

## **6.2 Prognoseverfahren**

Die Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen in den untersuchten Gebäuden ergeben sich aus den Emissionsspektren des Straßenbahnverkehrs, der Abstands- und Materialdämpfung im Boden sowie den Übertragungsfunktionen, die zur Charakterisierung der gebäudespezifischen Eigenschaften angesetzt werden und die Schwingungsweiterleitung vom Boden ins Fundament und vom Fundament zu den Geschossdecken beschreiben. Durch Variation der Deckenresonanzfrequenzen werden die Ergebnisse in Form einer Spanne ermittelt. Für die Beurteilung der Immissionen werden die Höchstwerte herangezogen. Hierdurch liegen die Ergebnisse – unabhängig von den tatsächlichen Eigenschaften des jeweiligen Gebäudes – auf der sicheren Seite.

Anmerkung:

Überschreiten die Ergebnisse der Variationsrechnung die zur Beurteilung herangezogenen Immissionswerte, bedeutet das nicht, dass in den realen Gebäuden auch tatsächlich Überschreitungen auftreten. Es bedeutet nur, dass in ungünstigsten Fällen Überschreitungen nicht ausgeschlossen werden können.

Die Emissions-Terzpegelspektren zur Beschreibung der unterschiedlichen Oberbauarten wurden vom Unterzeichner an zahlreichen Fahrzeugen und Gleisen im Straßenbahnnetz der BVG unter betriebsüblichen Bedingungen gemessen. Die in dieser Untersuchung verwendeten Emissionsspektren für die Bauarten GVP, Rahmengleis und NBS zeigt Tabelle 2. Sie gelten für die Fahrgeschwindigkeit 50 km/h.

Die Übertragungsfunktionen für Gebäude mit Beton- und Holzbalkendeckenaufbau sind dem Leitfaden /1/ entnommen. Die beiden unter realen Verhältnissen maßgeblichen Übertragungsfunktionen für Betondecken und Holzbalkendecken sind in Tabelle 3 dargestellt.

Bei Gebäuden mit Holzbalkendeckenaufbau wird die Berechnung für die typischen Deckenresonanzfrequenzen 10 Hz, 12,5 Hz, 16 Hz und 20 Hz durchgeführt. Bei Gebäuden mit Betondeckenaufbau erfolgt die Berechnung für die Deckenresonanzfrequenzen 20 Hz, 25 Hz, 31,5 Hz und 40 Hz. Da der Deckenaufbau der untersuchten Gebäude in seinen Einzelheiten nicht bekannt ist, wurden die Höchstwerte aus den beiden Berechnungsvarianten „Holz“ beziehungsweise „Beton“ ausgewertet.

Für die Abstands- und Materialdämpfung wird gemäß dem Leitfaden /1/ eine frequenzabhängig abgestufte Pegelminderung zwischen 0 dB und 11,4 dB je Entfernungsverdopplung angesetzt. Wegen der Anwendung des Taktmaximalverfahrens auf Basis einer Taktdauer von 30 s gehen nur die Mindestentfernungen zwischen den Gebäuden und den Gleisachsen in die Berechnung ein.

### **6.3 Schwingungstechnische Berechnungen**

Die Schwingungstechnischen Berechnungen sind in den Tabellen 4.1.1 bis 4.2.2 beispielhaft dokumentiert. Die Berechnungen gelten für das Gebäude mit der relativ größten Abstandsminderung (Eldenaer Straße 13 in Höhe der Gleisaufweitung

an der östlichen Haltestellenzufahrt). Berechnet werden die Immissionen der bestehenden Gleise (Analyse Bestand) und der geplanten Gleise (Prognose Planung).

Die linke Seite der Tabellen zeigt die vollständige Einzelberechnung für die Übertragungsfunktion einer Holzbalkendecke gemäß Tabelle 3 mit einer typischen Deckenresonanzfrequenz von 16 Hz. Bei der Prognose der Immissionen vom geplanten Gleis 1 (Tabelle 4.2.1) ergeben sich

- die maximale bewertete Schwingstärke  $KB_{Fmax} = 0,072$
- der maximale A-bewertete Sekundärluftschallpegel  $L_{Amax} = 18,9 \text{ dB(A)}$ .

Die Ergebnisse der Mehrfachberechnung bei Variation der Übertragungsfunktionen und Deckenresonanzfrequenzen zeigt die rechte Seite der Tabelle in Form einer Matrix. Die oben genannten Werte von  $KB_{Fmax}$  und  $L_{Amax}$  finden sich in der Spalte für die Übertragungsfunktion ÜF 4 und in den Zeilen für die Deckenresonanzfrequenz  $f = 16 \text{ Hz}$  wieder. Die unterhalb der Matrix angegebenen Spannen gelten bei Berücksichtigung aller in /1/ dokumentierten Übertragungsfunktionen für Beton- und Holzbalkendecken (graue Zahlen) beziehungsweise bei Konzentration auf die unter realen Verhältnissen maßgeblichen Funktionen (schwarze Zahlen). Zieht man nun die Höchstwerte aus den realen Spannen für die Beurteilung der Immissionsverhältnisse heran, ergeben sich bei Holzbalkendecken die maximalen bewerteten Schwingstärken  $KB_{Fmax}$  und die maximalen A-bewerteten Sekundärluftschallpegel  $L_{Amax}$  der folgenden Tabelle:

	maximale bewertete Schwingstärke $KB_{Fmax}$	maximaler A-bewerteter Sekundärluftschallpegel $L_{Amax}$
Analyse Bestand Gl. 1	0,698	32,3 dB(A)
Prognose Planung Gl. 1	0,102	21,2 dB(A)
vorhabensbedingte Änderung	- 85,3 %	- 11,1 dB(A)
Analyse Bestand Gl. 2	0,851	36,0 dB(A)
Prognose Planung Gl. 2	0,202	30,4 dB(A)
vorhabensbedingte Änderung	- 76,3 %	- 5,6 dB(A)

Aus dem Vergleich der Analyse des Bestands mit der Prognose für das geplante Gleis 2 – die Immissionen vom weiter entfernten Gleis 1 können bei der Maximalwertbetrachtung vernachlässigt werden –, sind aus der Baumaßnahme eine Abnahme der maximalen bewerteten Schwingstärke  $KB_{Fmax}$  um 76 % und ein Rückgang des maximalen A-bewerteten Sekundärluftschallpegels  $L_{Amax}$  um mehr als 5 dB(A) zu erwarten. Der negative Einfluss aus der Abstandsminderung von 9,81 m auf 8,16 m spielt also im Vergleich zu der erheblichen Verbesserung durch den Einsatz des NBS anstelle des GVP keine Rolle.

Die Beurteilungs-Schwingstärken  $KB_{FTr}$  (tags) und  $KB_{FTr}$  (nachts) ergeben sich nach dem Taktmaximalverfahren aus den Höchstwerten  $KB_{Fmax}$  unter Berücksichtigung der Zugzahlen  $N_T$  (tags) und  $N_N$  (nachts) und unter Ansatz einer fiktiven Vorbeifahrtzeitdauer von 30 s. Hierbei gelten die Beziehungen

$$KB_{FTr,tags} = KB_{Fmax} \sqrt{\frac{N_T \cdot 30}{16 \cdot 60 \cdot 60}} \quad \text{und} \quad KB_{FTr,nachts} = KB_{Fmax} \sqrt{\frac{N_N \cdot 30}{8 \cdot 60 \cdot 60}}$$

Die analogen Ausdrücke zur Berechnung der Beurteilungspegel lauten

$$L_{r,tags} = L_{Amax} + 10 \log \frac{N_T \cdot 30}{16 \cdot 60 \cdot 60} \text{ dB(A)} \quad \dots \quad \text{und} \quad \dots \quad L_{r,nachts} = L_{Amax} + 10 \log \frac{N_N \cdot 30}{8 \cdot 60 \cdot 60} \text{ dB(A)}$$

Bei zweigleisigen Strecken müssen die Immissionen beider Gleise energetisch addiert werden. Mit  $N_T = 48$  Fahrten tags und  $N_N = 14$  Fahrten nachts je Richtung ergeben sich schließlich die Beurteilungsgrößen der folgenden Tabelle:

	Beurteilungs-Schwingstärke $KB_{FTr}$		Beurteilungspegel $L_r$	
	tags	nachts	tags	nachts
Analyse Bestand Gl. 1	0,110	0,084	16,3 dB(A)	13,9 dB(A)
Analyse Bestand Gl. 2	0,135	0,103	20,0 dB(A)	17,6 dB(A)
Summe Gl. 1 + 2	0,174	0,133	21,5 dB(A)	19,2 dB(A)
Prognose Planung Gl. 1	0,016	0,012	5,2 dB(A)	2,8 dB(A)
Prognose Planung Gl. 2	0,032	0,024	14,4 dB(A)	12,0 dB(A)
Summe Gl. 1 + 2	0,036	0,027	14,9 dB(A)	12,5 dB(A)
vorhabensbedingte Änderung	- 79,4 %	- 79,4 %	- 6,6 dB(A)	- 6,6 dB(A)

Da bei der Berechnung der Beurteilungsgrößen – im Gegensatz zu der anfangs durchgeführten Maximalwertbetrachtung – die Immissionen des jeweils weiter entfernten Gleises nicht vernachlässigt werden dürfen, sind die Änderungen der Beurteilungsgrößen in ihrer Tendenz zwar ähnlich wie die Änderung der Maximalwerte, aber nicht zahlenmäßig gleich.

## **7 Ergebnisse der Schwingungstechnischen Berechnungen**

Die Ergebnisse der Schwingungstechnischen Untersuchung sind in Tabelle 5 zusammengefasst. Der Inhalt der Spalten ist wie folgt:

- |                |     |   |
|----------------|-----|---|
| Spalten 1 bis  | 8:  | Allgemeine Angaben zum betrachteten Bezugspunkt und zu den benachbarten Gleisen (Abstände, Oberbau, Zugzahlen).   |
| Spalten 9 bis  | 11: | Maximale bewertete Schwingstärke $KB_{Fmax}$ und Beurteilungs-Schwingstärken $KB_{FTr}$ für tags und nachts für jedes Gleis und in der Summe (Zeile „ $\Sigma$ “). Prozentuale Veränderungen beim Vergleich zwischen Bestand und Planung.   |
| Spalten 12 bis | 17: | Gebietseinstufung und Festlegung der geltenden Anhaltswerte für die Beurteilung der Erschütterungsmissionen.  |
| Spalten 18 bis | 22: | Vergleich der $KB_{Fmax}$ und $KB_{FTr}$ im Planfall mit den Anhaltswerten tags und nachts. Die Einträge bedeuten: <ul style="list-style-type: none"><li>– Der Vergleich <math>KB_{FTr}</math> mit <math>A_r</math> ist nicht erforderlich, da <math>KB_{Fmax}</math> kleiner / gleich <math>A_u</math> ist.</li><li>&gt; <math>KB_{Fmax}</math> ist größer <math>A_u</math>, also muss <math>KB_{FTr}</math> mit <math>A_r</math> verglichen werden.</li><li>Ü Überschreitung.</li></ul> |
| Spalten 23 bis | 25: | Maximale A-bewertete Sekundärluftschallpegel $L_{Amax}$ und Beurteilungspegel $L_r$ tags und nachts für jedes Gleis und in der Summe (Zeile „ $\Sigma$ “). Pegeldifferenzen beim Vergleich zwischen Bestand und Planung.  |
| Spalten 26 bis | 27: | Vergleich der $L_r$ mit den Immissionsrichtwerten 40 dB(A) tags beziehungsweise 30 dB(A) nachts.  |

Die Auswertung der Ergebnisse zeichnet folgendes Bild:

An allen untersuchten Gebäuden im Einwirkungsbereich führt das Vorhaben zu einer Minderung der Beurteilungs-Schwingstärken und der sekundären Luftschallimmissionen.

Am Eckhaus Proskauer Straße 20 / Dolziger Straße 1, 1A kann unter ungünstigen Umständen eine geringfügige Zunahme der maximalen bewerteten Schwingstärke  $KB_{F_{max}}$  eintreten. Da der Anstieg kleiner als 25 % ist und die Zumutbarkeitsschwelle  $KB_{F_{max}} = 0,4$  nicht überschritten wird, liegt aber keine wesentliche Erhöhung vor.

Ergänzend wird darauf hingewiesen, dass im Planfall sowohl die geltenden Anhaltswerte zur Beurteilung der Erschütterungsimmissionen als auch die Immissionsrichtwerte zur Beurteilung der Sekundärluftschallimmissionen in allen untersuchten Gebäuden eingehalten werden. Immissionen in der prognostizierten Höhe lägen also auch beim Neubau einer Straßenbahnstrecke im zulässigen Rahmen.

Angesichts der vorliegenden Ergebnisse ist es nicht erforderlich, über den Einsatz des Neuen Berliner Straßenbahngleises NBS hinaus zusätzliche technische Maßnahmen zur Minderung von Erschütterungsimmissionen vorzusehen.

Die Schwingungstechnische Untersuchung ist mit diesem Hinweis beendet.

*Imelmann* *16.11.18*  
Anlagen Straßenbahn  
Der Betriebsleiter

Haus Nr.	Bezugspunkt	Gleis	Bestand		Planung		Gleisverschiebung		Bemerkungen
			Oberbau	Abstand	Oberbau	Abstand	absolut	relativ	
Proskauer Straße 20 / Doziger Straße 1 / 1A	Gebäudekante Nord	1	Rahmen	14,44 m	NBS	17,89 m	3,45 m	23,9 %	Gleisbögen westl. Haltestelle
		2	Rahmen	11,63 m	NBS	10,32 m	-1,31 m	-11,2 %	
Doziger Straße 2	Gebäudekante West	1	GVP	26,75 m	NBS	29,01 m	2,26 m	8,4 %	Haltestellenbereich
		2	GVP	24,12 m	NBS	21,86 m	-2,26 m	-9,4 %	
Eidenaer Straße 13	Gebäudekante West	1	GVP	12,43 m	NBS	14,49 m	2,06 m	16,5 %	Aufweitung östl. Haltestelle
		2	GVP	9,81 m	NBS	8,16 m	-1,65 m	-16,8 %	
Eidenaer Straße 14	Mitte Fassade	1	GVP	12,44 m	NBS	12,41 m	-0,03 m	-0,2 %	Standard Eidenaer Straße östl. Hst.
		2	GVP	9,80 m	NBS	9,41 m	-0,39 m	-4,0 %	
Eidenaer Straße 36 (Kira)	Gebäudekante Süd	1	GVP	12,90 m	NBS	12,93 m	0,03 m	0,2 %	Standard Eidenaer Straße östl. Hst.
		2	GVP	15,54 m	NBS	15,93 m	0,39 m	2,5 %	

Oberbauarten	Bestand		Planung	
	Rahmen	GVP	Rahmen	GVP
			Rahmengleis mit Asphaltendeckung Großverbundplatte	
		NBS	Neues Berliner Straßenbahngleis mit Asphaltendeckung	

Tabelle 1  
 Oberbauarten und Abstände zwischen Häusern und Gleisachsen in Bestand und Planung

	Mittlere Terzpegelspektren der Schnelle in dB (Vertikalkomponente)																				
	4 Hz	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	
Großverbundplatte	42,3	42,0	42,5	44,5	53,7	60,2	60,1	59,0	61,5	63,3	64,3	63,3	67,9	67,4	64,5	64,0	54,7	50,6			
Rahmengleis	31,8	33,3	33,5	35,7	36,7	40,8	43,8	45,9	48,6	51,9	55,8	58,3	61,8	64,0	65,4	63,0	60,2	54,4			
Neues Berliner Straßenbahngleis NBS	19,7	24,4	26,3	26,5	27,9	32,5	41,0	44,9	51,2	53,0	52,6	57,4	59,8	59,8	58,5	51,1	43,1	40,1			

Die Messungen der Emissionsspektren erfolgten zwischen 1998 und 2008

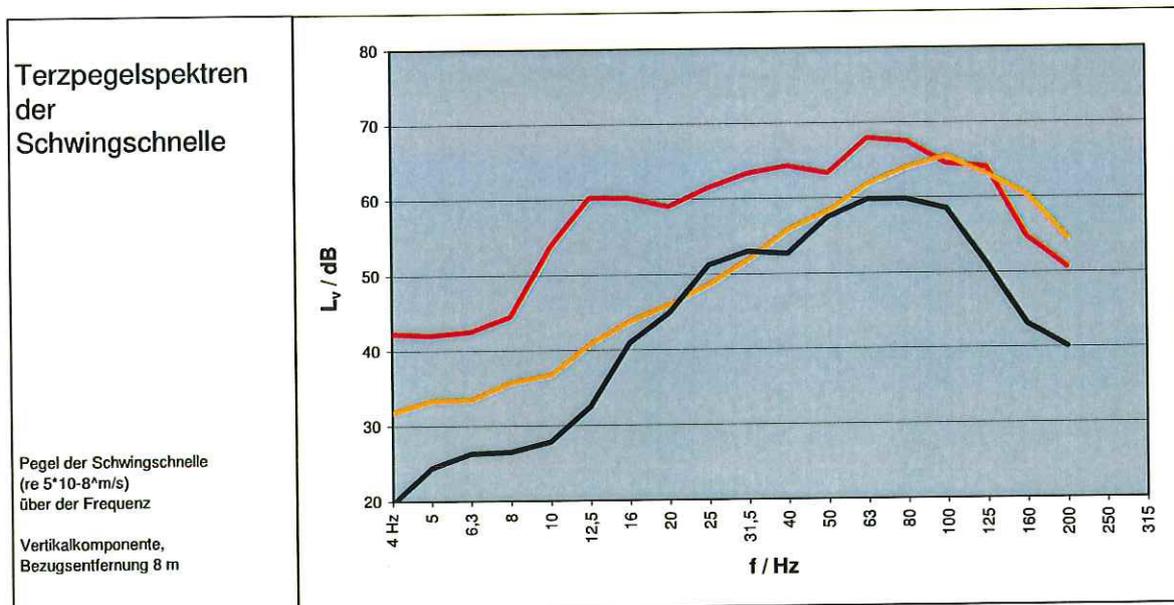


Tabelle 2  
Emissionsspektren des Straßenbahnverkehrs,  
Bezugsabstand 8 m

		$f / f_0 = \text{Verhältnis der betrachteten Frequenz zur Resonanzfrequenz der Decke}$																									
		0,063	0,08	0,1	0,125	0,16	0,2	0,25	0,315	0,4	0,5	0,63	0,8	1,0	1,25	1,6	2,0	2,5	3,15	4,0	5,0	6,3	8,0	10,0	12,5	16,0	20,0
<b>Beton</b> <sup>1)</sup>		-2	-2	-2	-2	-1	-1	-1	-1	0	1	2	6	13	4	0	-2	-2,5	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-11
<b>Holz</b> <sup>2)</sup>				0	0	1	2	3	4	5,5	7	10	17	21	11	6	2	-3	-5	-7	-9	-11	-13	-15	-17	-19	-21

- 1) Übertragungsmaß vom Baugrund zur Decke für Gebäude mit Betondeckenaufbau (Mittelwert in dB)  
2) dito für Gebäude mit Holzbalkendeckenaufbau

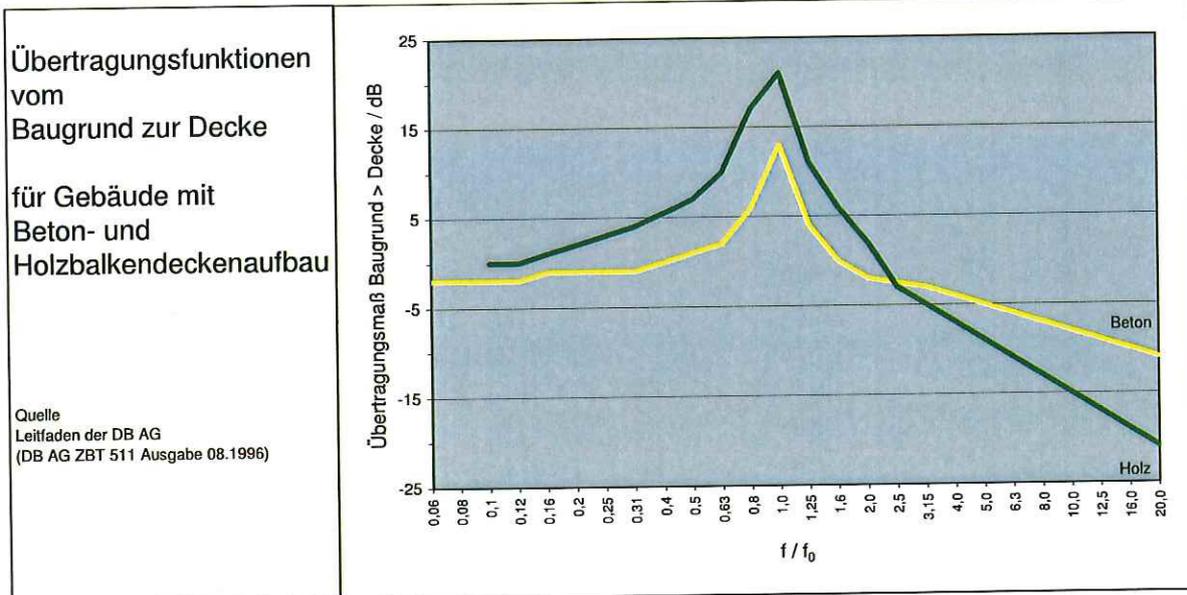


Tabelle 3  
Übertragungsfunktionen für Gebäude mit Holz- und Betondeckenaufbau

Kennziffer für die Übertragungsfunktion Beton (MW+Std -> 1/ MW -> 2 / MW-Std -> 3): Holz (2.OG -> 4 / 1. OG -> 5 / EG -> 6): Resonanzfrequenz d. Decke (f = 10 Hz ... 40 Hz)	1 12,43 m
Kennziffer für die Fahrbahnart GVP -> 1 / Rahmen -> 2 / NBS -> 5	5
Abstand Bezugspunkt / Gleisachse	12,43 m

Erschütterungsanalyse / Einzelberechnung										
Zelle 1:	LE	Emissionsspektrum								
Zelle 2:	LM	Einfügungsdämmung elastischer Lagerungen oder anderer dämmender Maßnahmen								
Zelle 3:	LB	Entfernungsbedingte Pegelabnahme								
Zelle 4:	LG	Übertragungsfunktion Gebäude außen -> innen								
Zelle 5:	LvR	Pegel der Deckenschnelle im Raum								
Zelle 6:	KB	KB-Bewertung								
Zelle 7:	LVRKB	KB-bewerteter Pegel der Deckenschnelle								
Zelle 8:	KBFmax	KB bewertete Deckenschnelle in mm/s (mittlerer Maximalwert)								

f / Hz	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	150	200	250	315	ges.	
1) LE	42,3	42,0	42,5	44,5	53,7	60,2	60,1	59,0	61,5	63,3	64,3	63,3	67,9	67,4	67,4	64,0	64,0	54,7	50,6	51,0	51,1	0,698
2) LM	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3) LB	0,0	0,0	0,0	0,0	-3,1	-3,1	-4,2	-4,2	-6,1	-6,1	-7,3	-7,3	-7,3	-7,3	-7,3	-7,3	-7,3	-7,3	-7,3	-7,3	-7,3	-7,3
4) LG	3,0	4,0	5,5	7,0	10,0	17,0	21,0	11,0	6,0	2,0	-3,0	-5,0	-7,0	-9,0	-11,0	-13,0	-15,0	-17,0	-17,0	-17,0	-17,0	-17,0
5) LVR	45,3	46,0	48,0	51,5	60,6	74,1	78,0	65,8	63,3	59,2	55,2	51,0	53,6	51,1	51,0	43,7	32,4	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3
6) KB	-4,7	-3,5	-2,5	-1,7	-1,2	-0,8	-0,5	-0,3	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7) LVRKB	40,6	42,5	45,5	49,8	59,5	73,3	77,5	65,5	63,1	59,0	55,1	51,0	53,6	51,1	51,0	43,7	32,4	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3
8) KBFmax																						

KBFmax	0,698
--------	-------

Erschütterungsanalyse / Mehrfachberechnung						
f / Hz:	1	2	3	4	5	6
10				0,340	0,223	0,121
12,5				0,615	0,339	0,157
16				0,698	0,368	0,168
20				0,640	0,350	0,166
25				0,597	0,255	0,117
31,5				0,558	0,300	0,130
40				0,582	0,309	0,137
				0,719	0,333	0,146
Spanne	0,117 .. 0,719			0,121 .. 0,698		
	0,255 .. 0,333			0,340 .. 0,698		

Sekundärluftschallanalyse / Mehrfachberechnung						
f / Hz:	1	2	3	4	5	6
10				25,5	33,0	32,9
12,5				27,6	33,9	33,8
16				29,9	34,8	34,5
20				32,3	36,0	35,2
25				35,0	38,0	37,2
31,5				37,1	39,4	38,4
40				38,7	40,5	39,5
Spanne	31,5 .. 46,5 dB(A)			25,5 .. 36,0 dB(A)		
	35,0 .. 38,7 dB(A)			25,5 .. 32,3 dB(A)		

Sekundärluftschallanalyse / Einzelberechnung																				
Zelle 6:	A-Bewertung																			
Zelle 7:	A-bewerteter Pegel der Deckenschnelle																			
Zelle 8:	A-bewerteter Schalldruckpegel																			
f / Hz	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	150	200	250	315	ges.					
1) LE	60,1	59,0	61,5	63,3	64,3	63,3	67,9	67,4	64,5	64,0	64,0	54,7	50,6	51,0	51,1					
2) LM	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0					
3) LB	-3,1	-4,2	-4,2	-6,1	-6,1	-7,3	-7,3	-7,3	-7,3	-7,3	-7,3	-7,3	-7,3	-7,3	-7,3					
4) LG	21,0	11,0	6,0	2,0	-3,0	-5,0	-7,0	-9,0	-11,0	-13,0	-15,0	-17,0	-17,0	-17,0	-17,0					
5) LVR	78,0	65,8	63,3	59,2	55,2	51,0	53,6	51,1	46,2	43,7	32,4	26,3	26,3	26,3	26,3					
6) A	-56,7	-50,5	-44,7	-39,4	-34,6	-30,2	-26,2	-22,5	-19,1	-16,1	-13,4	-10,9	-10,9	-10,9	-10,9					
7) LVR A	21,3	15,3	18,6	19,8	20,6	20,8	27,4	28,6	27,1	27,6	19,0	15,4	15,4	15,4	15,4					
8) L Amax																				

L Amax	29,9 dB(A)
--------	------------

Tabelle 4.1.1  
Erschütterungs- und Sekundärluftschallmissionen Eldenaer Straße 13  
(Analyse Bestand Gleis 1)

Kennziffer für die Übertragungsfunktion Beton (MW+Std -> 1/ MW -> 2/ MW-Std -> 3): Holz (2.OG -> 4/ 1.OG -> 5/ EG -> 6):	1 9,81 m
Resonanzfrequenz d. Decke (f = 10 Hz ... 40 Hz)	4 16 Hz

Kennziffer für die Fahrbahnart  
GVP -> 1/ Rahmen -> 2/ NBS -> 5  
Abstand Bezugspunkt / Gleisachse

Erschütterungsanalyse / Einzelberechnung		GVP														
Zelle 1: LE	Emissionsspektrum	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	ges.
Zelle 2: LM	Einfügungsdämmung elastischer Lagerungen oder anderer dämmender Maßnahmen	42,3	42,0	42,5	44,5	53,7	60,2	60,1	59,0	61,5	63,3	64,3	63,3	67,9	67,4	
Zelle 3: LB	Entfernungsdämmung elastischer Lagerungen oder anderer dämmender Maßnahmen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Zelle 4: LG	Übertragungsbedingte Pegelabnahme	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,4	-1,4	-1,4	-1,9	-1,9	-2,8	-2,8	-3,4	-3,4	-3,4	
Zelle 5: LVR	Pegel der Deckenschnelle im Raum	3,0	4,0	5,5	7,0	10,0	17,0	21,0	21,0	6,0	2,0	-3,0	-5,0	-7,0	-9,0	
Zelle 6: KB	KB-Bewertung	45,3	46,0	48,0	51,5	62,3	75,8	79,7	88,1	65,6	62,5	58,5	54,9	57,5	55,0	
Zelle 7: LVRKB	KB-bewerteter Pegel der Deckenschnelle	-4,7	-3,5	-2,5	-1,7	-1,2	-0,8	-0,5	-0,3	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1	0,0	0,0	
Zelle 8: KBFmax	KB bewertete Deckenschnelle in mm/s (mittlerer Maximalwert)	40,6	42,5	45,5	49,8	61,1	75,0	79,2	67,7	65,3	62,3	58,4	54,9	57,5	55,0	81,1
																0,851

KBFmax	0,851
--------	-------

Sekundärluftschallanalyse / Einzelberechnung		GVP														
Zelle 6: A	A-Bewertung	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	ges.
Zelle 7: LVRA	A-bewerteter Pegel der Deckenschnelle	60,1	59,0	61,5	63,3	64,3	63,3	67,9	67,4	64,5	64,0	54,7	50,6			
Zelle 8: LAmix	A-bewerteter Schalldruckpegel	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
1) LE		-1,4	-1,9	-1,9	-2,8	-2,8	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4			
2) LM		21,0	11,0	6,0	2,0	-3,0	-5,0	-7,0	-9,0	-11,0	-13,0	-15,0	-17,0			
3) LB		79,7	68,1	65,6	62,5	58,5	54,9	57,5	55,0	50,1	47,6	36,3	30,2			
4) LG		-56,7	-50,5	-44,7	-39,4	-34,6	-30,2	-26,2	-22,5	-19,1	-16,1	-13,4	-10,9			
5) LVR		23,0	17,6	20,9	23,1	23,9	24,7	31,3	32,5	31,0	31,5	22,9	19,3			33,6
6) A																
7) LVRKB																
8) LAmix																

LAmix	33,6 dB(A)
-------	------------

Erschütterungsanalyse / Mehrfachberechnung		GVP					
f/Hz:		1	2	3	4	5	6
10		Beton					
12,5		Holz					
16		0,747	0,421	0,207	0,412	0,263	0,166
20		0,851	0,450	0,222	0,747	0,421	0,207
25		0,816	0,458	0,223	0,851	0,450	0,222
31,5		0,792	0,338	0,155	0,816	0,458	0,223
40		0,893	0,401	0,172	0,792	0,401	0,172
		0,990	0,443	0,182	0,893	0,443	0,182
		1,056	0,485	0,212	1,056	0,485	0,212
Spanne		0,155 .. 1,056					
		0,338 .. 0,485					
		0,166 .. 0,851					
		0,412 .. 0,851					

Sekundärluftschallanalyse / Mehrfachberechnung		GVP					
f/Hz:		1	2	3	4	5	6
10		Beton					
12,5		Holz					
16		29,4	35,8	35,3	29,4	35,8	35,3
20		31,4	37,6	37,7	31,4	37,6	37,7
25		33,6	39,7	39,4	33,6	39,7	39,4
31,5		36,0	39,9	39,9	36,0	39,9	39,1
40		43,9	39,9	39,9	43,9	39,9	39,9
		49,5	41,0	35,3	49,5	41,0	35,3
		59,3	42,4	35,3	59,3	42,4	35,3
Spanne		35,3 .. 50,3 dB(A)					
		29,4 .. 39,9 dB(A)					
		38,9 .. 42,4 dB(A)					
		29,4 .. 36,0 dB(A)					

Tabelle 4.1.2  
Erschütterungs- und Sekundärluftschallmissionen Eidenauer Straße 13  
(Analyse Bestand Gleis 2)

Kennziffer für die Übertragungsfunktion Beton (MW+Std -> 1/ MW -> 2 / MW-Std -> 3): Holz (2.OG -> 4 / 1.OG -> 5 / EG -> 6):	4
Resonanzfrequenz d. Decke (f = 10 Hz ... 40 Hz)	16 Hz
Kennziffer für die Fahrbahnart GVP -> 1 / Rahmen -> 2 / NBS -> 5	5
Abstand Bezugspunkt / Gleisachse	14,49 m

Erschütterungsprognose / Einzelberechnung		NBS											
Zelle 1:	LE	Emissionsspektrum											
Zelle 2:	LM	Einfügungsdämmung elastischer Lagerungen oder anderer dämmender Maßnahmen											
Zelle 3:	LB	Entfernungsbedingte Pegelabnahme											
Zelle 4:	LG	Übertragungsfunktion Gebäudes außen -> innen											
Zelle 5:	LVR	Pegel der Deckenschwelle im Raum											
Zelle 6:	KB	KB-Bewertung											
Zelle 7:	LvRKB	KB-bewerteter Pegel der Deckenschwelle											
Zelle 8:	KBfmax	KB bewertete Deckenschwelle in mm/s (mittlerer Maximalwert)											

f / Hz	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	ges.
1) LE	19,7	24,4	26,3	26,5	27,9	32,5	41,0	44,9	51,2	53,0	52,6	57,4	59,8	59,8	
2) LM	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
3) LB	0,0	0,0	0,0	0,0	-4,1	-4,1	-4,1	-5,7	-5,7	-8,3	-8,3	-8,8	-8,8	-9,8	
4) LG	3,0	4,0	5,5	7,0	10,0	17,0	21,0	11,0	6,0	2,0	-3,0	-5,0	-7,0	-9,0	
5) LVR	22,7	28,4	31,8	33,5	33,8	45,4	57,9	50,2	51,5	46,7	41,3	42,6	43,0	41,0	
6) KB	-4,7	-3,5	-2,5	-1,7	-1,2	-0,8	-0,5	-0,3	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1	0,0	0,0	
7) LvRKB	18,0	24,9	29,3	31,8	32,6	44,6	57,4	49,9	51,3	46,6	41,3	42,5	43,0	41,0	59,6
8) KBfmax															0,072

KBfmax	0,072
--------	-------

Sekundärluftschallprognose / Einzelberechnung		
Zelle 6:	A	A-Bewertung
Zelle 7:	LvRA	A-bewerteter Pegel der Deckenschwelle
Zelle 8:	LAmAx	A-bewerteter Schalldruckpegel

f / Hz	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	ges.
1) LE	41,0	44,9	51,2	53,0	52,6	57,4	59,8	59,8	58,5	51,1	43,1	40,1			
2) LM	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
3) LB	-4,1	-5,7	-5,7	-6,3	-6,3	-6,3	-6,3	-6,3	-6,3	-6,3	-6,3	-6,3			
4) LG	21,0	11,0	6,0	2,0	-3,0	-5,0	-7,0	-9,0	-11,0	-13,0	-15,0	-17,0			
5) LVR	57,9	50,2	51,5	46,7	41,3	42,6	43,0	41,0	37,7	28,3	18,3	13,3			
6) A	-56,7	-50,5	-44,7	-39,4	-34,6	-30,2	-26,2	-22,5	-19,1	-16,1	-13,4	-10,9			
7) LvRA	1,2	-0,3	6,8	7,3	6,7	12,4	16,8	18,5	18,6	12,2	4,9	2,4			18,9
8) LAmAx															18,9 dB(A)

LAmAx	18,9 dB(A)
-------	------------

Erschütterungsprognose / Mehrfachberechnung						
f / Hz:	10	Beton		Holz		
	12,5	0,027	0,031	0,027	0,031	0,026
	16	0,040	0,037	0,040	0,037	0,027
	20	0,072	0,050	0,072	0,050	0,030
	25	0,102	0,065	0,102	0,065	0,034
31,5	0,161	0,073	0,161	0,073	0,030	
40	0,159	0,074	0,159	0,074	0,031	
UF:		1	2	3	4	5
Spanne		0,023 .. 0,173		0,026 .. 0,102		
Spanne		0,049 .. 0,076		0,027 .. 0,102		

Sekundärluftschallprognose / Mehrfachberechnung						
f / Hz:	10	Beton		Holz		
	12,5	14,8	22,0	14,8	22,0	21,9
	16	16,8	22,9	16,8	22,9	22,8
	20	18,9	23,8	18,9	23,8	23,5
	25	21,2	24,9	21,2	24,9	23,9
31,5	24,0	21,9	24,0	21,9	21,2	
40	25,0	21,2	25,0	21,2	21,2	
UF:		1	2	3	4	5
Spanne		19,6 .. 35,3 dB(A)		14,8 .. 24,9 dB(A)		
Spanne		24,0 .. 27,3 dB(A)		14,8 .. 21,2 dB(A)		

LAmAx	18,9 dB(A)
-------	------------

Tabelle 4.2.1  
Erschütterungs- und Sekundärluftschallmissionen Eidenauer Straße 13  
(Prognose Planung Gleis 1)

Kennziffer für die Übertragungsfunktion Beton (MW+Std -> 1/ MW -> 2 / MW-Std -> 3):		5
Holz (2.OG -> 4 / 1. OG -> 5 / EG -> 6):		8,16 m
Resonanzfrequenz d. Decke (f = 10 Hz ... 40 Hz)		4 16 Hz

Kennziffer für die Fahrbahnart GVP -> 1 / Rahmen -> 2 / NBS -> 5		5
Abstand Bezugspunkt / Gleisachse		8,16 m

Erschütterungsprognose / Einzelberechnung		NBS										
Zelle 1:	LE	Emissionsspektrum										
Zelle 2:	LM	Einfügungsdämmung elastischer Lagerungen oder anderer dämmender Maßnahmen										
Zelle 3:	LB	Entfernungsbedingte Pegelabnahme										
Zelle 4:	LG	Übertragungsfunktion Gebäude außen -> innen										
Zelle 5:	LvR	Pegel der Deckenschnelle im Raum										
Zelle 6:	KB	KB-Bewertung										
Zelle 7:	LvRKB	KB-bewerteter Pegel der Deckenschnelle										
Zelle 8:	KBFmax	KB bewertete Deckenschnelle in mm/s (mittlerer Maximalwert)										

f / Hz	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	ges.
1) LE	19,7	24,4	26,3	26,5	27,9	32,5	41,0	44,9	51,2	53,0	52,6	57,4	59,8	59,8	
2) LM	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
3) LB	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,2	-0,2	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	
4) LG	3,0	4,0	5,5	7,0	10,0	17,0	21,0	11,0	6,0	2,0	-3,0	-5,0	-7,0	-9,0	
5) LvR	22,7	28,4	31,8	33,5	37,8	49,4	61,9	55,7	57,0	54,7	49,3	52,1	52,5	50,5	
6) KB	-4,7	-3,5	-2,5	-1,7	-1,2	-0,8	-0,5	-0,3	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1	0,0	0,0	
7) LvRKB	18,0	24,9	29,3	31,8	36,6	48,6	61,4	55,4	56,8	54,6	49,2	52,0	52,4	50,5	64,9
8) KBFmax															0,132

KBFmax	0,132
--------	-------

Erschütterungsprognose / Mehrfachberechnung						
f / Hz:	10	Beton			Holz	
	12,5	0,053	0,077	0,078	0,089	0,074
16	0,132	0,113	0,055	0,132	0,113	0,078
20	0,281	0,157	0,064	0,202	0,147	0,086
25	0,362	0,157	0,076	0,420	0,166	0,076
31,5	0,462	0,198	0,085	0,055 .. 0,462	0,053 .. 0,202	
40				0,113 .. 0,198	0,053 .. 0,202	
Spanne						

Sekundärluftschallprognose / Einzelberechnung	
Zelle 6:	A
Zelle 7:	LvRA
Zelle 8:	LAmAx

f / Hz	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	ges.
1) LE	41,0	44,9	51,2	53,0	52,6	57,4	59,8	59,8	58,5	51,1	43,1	40,1	40,1	40,1	
2) LM	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
3) LB	-0,1	-0,2	-0,2	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	
4) LG	21,0	11,0	6,0	2,0	-3,0	-5,0	-7,0	-9,0	-11,0	-13,0	-15,0	-17,0	-17,0	-17,0	
5) LvR	61,9	55,7	57,0	54,7	49,3	52,1	52,5	50,5	47,2	37,8	27,8	22,8	22,8	22,8	
6) A	-56,7	-50,5	-44,7	-39,4	-34,6	-30,2	-26,2	-22,5	-19,1	-16,1	-13,4	-10,9	-10,9	-10,9	
7) LvRA	5,2	12,3	15,3	14,7	14,7	21,9	26,3	28,0	28,1	21,7	14,4	11,9	11,9	11,9	28,3
8) LAmAx															28,3

LAmAx	28,3 dB(A)
-------	------------

Sekundärluftschallprognose / Mehrfachberechnung						
f / Hz:	10	Beton			Holz	
	12,5	24,2	31,4	26,2	32,3	32,3
16	28,3	33,3	28,3	33,3	32,9	
20	30,4	34,3	30,4	34,3	33,4	
25	42,8	53,4	31,4	43,2	34,4	
31,5	43,6	35,4	29,0	43,6	35,4	
40	44,6	36,6	29,1	44,6	36,6	
Spanne						
		29,0 .. 44,6 dB(A)			24,2 .. 34,3 dB(A)	
		33,4 .. 36,6 dB(A)			24,2 .. 30,4 dB(A)	

Tabelle 4.2.2  
Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen Eidenauer Straße 13  
(Prognose Planung Gleis 2)

1	2	3	4	5	6	7	8	Auswertung Erschütterungen										Auswertung Sekundärer Luftschall											
								9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27			
Bezugspunkt	Fall	Gleis	Emissionspektrum	Linien	Anzahl Züge tags	Anzahl Züge nachts	Abstand Haus Gleisachse	KBFmax	KBFT <sub>r</sub> tags	KBFT <sub>r</sub> nachts	Gebiet	Au tags	Ar tags	Ao nachts	Au nachts	Ar nachts	KBFmax <= Au tags	KBFT <sub>r</sub> <= Ar tags	KBFmax <= Ao nachts	KBFmax <= Au nachts	KBFT <sub>r</sub> <= Ar nachts	LA max	L <sub>r</sub> tags	L <sub>r</sub> nachts	L <sub>r</sub> tags <= 40 dB(A)	L <sub>r</sub> nachts <= 30 dB(A)			
Proskauer Str. 20 / Dolziger Str. 1, 1A	Bestand	1	Rahmengleis	21	48	14	14,44 m	0,113	0,018	0,014													27,6 dB(A)	11,6 dB(A)	9,2 dB(A)				
		2	Rahmengleis	21	48	14	11,63 m	0,145	0,023	0,017													31,2 dB(A)	15,2 dB(A)	12,8 dB(A)				
		Σ			96	28		0,145	0,029	0,022													31,2 dB(A)	16,8 dB(A)	14,4 dB(A)				
Proskauer Str. 20 / Dolziger Str. 1, 1A	Planung	1	NBS	21	48	14	17,89 m	0,081	0,013	0,010													17,9 dB(A)	1,9 dB(A)	-0,5 dB(A)				
		2	NBS	21	48	14	10,32 m	0,152	0,024	0,018													26,6 dB(A)	10,6 dB(A)	8,2 dB(A)				
		Σ			96	28		0,152	0,027	0,021	WA	0,22	0,10	0,30	0,15	0,07	ok	-	ok	>	ok		26,6 dB(A)	11,1 dB(A)	8,8 dB(A)	ok	ok		
Proskauer Str. 20 / Dolziger Str. 1, 1A	Änderung							5,1%	-6,2%	-6,2%													-4,6 dB(A)	-5,6 dB(A)	-5,6 dB(A)				
		Dolziger Str. 2	Bestand	1	GVP	21	48	14	26,75 m	0,372	0,059	0,045													21,0 dB(A)	5,0 dB(A)	2,6 dB(A)		
				2	GVP	21	48	14	24,12 m	0,404	0,064	0,049													22,5 dB(A)	6,5 dB(A)	4,1 dB(A)		
Σ					96	28		0,404	0,087	0,066													22,5 dB(A)	8,8 dB(A)	6,5 dB(A)				
Dolziger Str. 2	Planung	1	NBS	21	48	14	29,01 m	0,048	0,008	0,006													10,4 dB(A)	-5,6 dB(A)	-8,0 dB(A)				
		2	NBS	21	48	14	21,86 m	0,065	0,010	0,008													14,7 dB(A)	-1,3 dB(A)	-3,7 dB(A)				
		Σ			96	28		0,065	0,013	0,010	WA	0,22	0,10	0,30	0,15	0,07	ok	-	ok	ok	-		14,7 dB(A)	0,1 dB(A)	-2,3 dB(A)	ok	ok		
Dolziger Str. 2	Änderung							-84,0%	-85,4%	-85,4%														-7,8 dB(A)	-8,8 dB(A)	-8,8 dB(A)			
		Eidenaer Str. 13	Bestand	1	GVP	21	48	14	12,43 m	0,698	0,110	0,084													32,3 dB(A)	16,3 dB(A)	13,9 dB(A)		
				2	GVP	21	48	14	9,81 m	0,851	0,135	0,103													36,0 dB(A)	20,0 dB(A)	17,6 dB(A)		
Σ					96	28		0,851	0,174	0,133													36,0 dB(A)	21,5 dB(A)	19,2 dB(A)				
Eidenaer Str. 13	Planung	1	NBS	21	48	14	14,49 m	0,102	0,016	0,012													21,2 dB(A)	5,2 dB(A)	2,8 dB(A)				
		2	NBS	21	48	14	8,16 m	0,202	0,032	0,024													30,4 dB(A)	14,4 dB(A)	12,0 dB(A)				
		Σ			96	28		0,202	0,036	0,027	WA	0,22	0,10	0,30	0,15	0,07	ok	-	ok	>	ok		30,4 dB(A)	14,9 dB(A)	12,5 dB(A)	ok	ok		
Eidenaer Str. 13	Änderung							-76,3%	-79,4%	-79,4%														-5,6 dB(A)	-6,6 dB(A)	-6,6 dB(A)			
		Eidenaer Str. 14	Bestand	1	GVP	21	48	14	12,44 m	0,697	0,110	0,084													32,3 dB(A)	16,3 dB(A)	13,9 dB(A)		
				2	GVP	21	48	14	9,80 m	0,852	0,135	0,103													36,0 dB(A)	20,0 dB(A)	17,6 dB(A)		
Σ					96	28		0,852	0,174	0,133													36,0 dB(A)	21,5 dB(A)	19,2 dB(A)				
Eidenaer Str. 14	Planung	1	NBS	21	48	14	12,41 m	0,122	0,019	0,015													23,7 dB(A)	7,7 dB(A)	5,3 dB(A)				
		2	NBS	21	48	14	9,41 m	0,170	0,027	0,020													28,1 dB(A)	12,1 dB(A)	9,7 dB(A)				
		Σ			96	28		0,170	0,033	0,025	WA	0,22	0,10	0,30	0,15	0,07	ok	-	ok	>	ok		28,1 dB(A)	13,4 dB(A)	11,1 dB(A)	ok	ok		
Eidenaer Str. 14	Änderung							-80,1%	-81,0%	-81,0%														-7,9 dB(A)	-8,1 dB(A)	-8,1 dB(A)			
		Eidenaer Str. 36 (Kita)	Bestand	1	GVP	21	48	14	12,90 m	0,314	0,050	0,038													38,1 dB(A)	22,1 dB(A)	19,7 dB(A)		
				2	GVP	21	48	14	15,54 m	0,235	0,037	0,028													35,1 dB(A)	19,1 dB(A)	16,7 dB(A)		
Σ					96	28		0,314	0,062	0,047													38,1 dB(A)	23,8 dB(A)	21,5 dB(A)				
Eidenaer Str. 36 (Kita)	Planung	1	NBS	21	48	14	12,93 m	0,092	0,014	0,011													29,1 dB(A)	13,1 dB(A)	10,7 dB(A)				
		2	NBS	21	48	14	15,93 m	0,065	0,010	0,008													25,7 dB(A)	9,7 dB(A)	7,3 dB(A)				
		Σ			96	28		0,092	0,018	0,014	SO	0,15	0,07	0,22	0,15	0,07	ok	-	ok	ok	-		29,1 dB(A)	14,7 dB(A)	12,4 dB(A)	ok	ok		
Eidenaer Str. 36 (Kita)	Änderung							-70,9%	-71,4%	-71,4%														-9,0 dB(A)	-9,1 dB(A)	-9,1 dB(A)			

Tabelle 5  
Ergebnisse der Schwingungstechnischen Berechnungen