

Schalltechnischer Bericht Nr. 783.3
„Haltestelle Proskauer Straße“

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|--|------|--------|-----|-----|----|----------|--------|-----|-----|-----|--------|--------|-----|-----|-----|
| Thema: | <p>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.</p> <p>Untersuchungen auf Grundlage der Verkehrslärmschutzverordnung - 16. BImSchV einschließlich einer Summenpegelbetrachtung.</p> | | | | | | | | | | | | | | | |
| Auftraggeber: | <p>Ingenieurbüro Wosnitza und Knappe Rosenfelder Straße 15, 10315 Berlin</p> <p>Tel.: 55 74 23-0 Fax: 55 74 23 18</p> | | | | | | | | | | | | | | | |
| Anmerkung: | <p>Der Bericht umfasst insgesamt 23 Seiten:</p> <table><tr><td>Text</td><td>Seiten</td><td>1</td><td>bis</td><td>15</td></tr><tr><td>Tabellen</td><td>Seiten</td><td>T 1</td><td>bis</td><td>T 6</td></tr><tr><td>Bilder</td><td>Seiten</td><td>B 1</td><td>und</td><td>B 2</td></tr></table> <p>Der Bericht soll nur in Gänze an Dritte weitergegeben werden. Ein auszugsweises Zitieren ist mit dem Verfasser abzustimmen.</p> | Text | Seiten | 1 | bis | 15 | Tabellen | Seiten | T 1 | bis | T 6 | Bilder | Seiten | B 1 | und | B 2 |
| Text | Seiten | 1 | bis | 15 | | | | | | | | | | | | |
| Tabellen | Seiten | T 1 | bis | T 6 | | | | | | | | | | | | |
| Bilder | Seiten | B 1 | und | B 2 | | | | | | | | | | | | |

Berlin-Charlottenburg,
im August 2018



Dipl.-Ing. C. Imelmann

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|---|--|----|
| 0 | Zusammenfassung | 3 |
| 1 | Beschreibung der Baumaßnahmen aus akustischer Sicht, Aufgabenstellung | 4 |
| 2 | Verwendete Unterlagen | 6 |
| 3 | Festlegung der maßgebenden Immissionsorte | 9 |
| 4 | Durchführung der Schalltechnischen Berechnungen | 9 |
| 5 | Ergebnisse | 12 |
| | 5.1 Schallimmissionspläne | 12 |
| | 5.2 Untersuchung auf wesentliche Änderung | 13 |

Verzeichnis der Bilder und Tabellen

| | | |
|-----------|--|----------|
| Tabelle 1 | Emissionsspektren des Straßenbahnverkehrs | |
| | Tabelle 1.1 Großverbundplatte | T 1 |
| | Tabelle 1.2 Straßenbündiger Bahnkörper | T 2 |
| | Tabelle 1.3 Straßenbündiger Bahnkörper / Kurve | T 3 |
| Tabelle 2 | Emissionspegel des Kfz-Verkehrs | T 4 |
| Tabelle 3 | Beurteilungspegel, Untersuchung auf wesentliche Änderung, Anspruchsberechtigung dem Grunde nach | T 5, T 6 |
| Bild 1 | Schalltechnischer Lageplan mit Eintrag der maßgebenden Immissionsorte (M 1:750, DIN A 3) | B 1 |
| Bild 2 | Einfluss des Bauvorhabens auf die Schallimmissionsverhältnisse | B 2 |

0 Zusammenfassung

Im Rahmen der geplanten Grundinstandsetzung der Straßenbahnstrecke in der Eldenaer Straße sind der Einsatz einer verbesserten Gleisbauart und der Neubau der Haltestelle Proskauer Straße mit gegenüberliegenden Haltestellenkaps vorgesehen. Die Maßnahme führt zu deutlich sichtbaren Verschiebungen der Gleise und geringen Verschiebungen der Fahrstreifen für den Kfz-Verkehr, die eine Änderung der Schallimmissionsverhältnisse im Einwirkungsbereich erwarten lassen. Hiernach stellt das geplante Vorhaben einen „erheblichen baulichen Eingriff“ in den Schienenweg der Straßenbahn und die Straße im Sinne der Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV dar und liegt als ein solcher im Geltungsbereich dieser Verordnung.

Gemäß den Festlegungen der 16. BImSchV ist bei einem erheblichen baulichen Eingriff zu untersuchen, ob die erwarteten Änderungen der Schallimmissionsverhältnisse die Kriterien gemäß 16. BImSchV für eine „wesentliche Änderung“ erfüllen und durch Überschreiten der geltenden Immissionsgrenzwerte Maßnahmen der Lärmvorsorge ausgelöst werden.

Hierzu werden in der Nachbarschaft der Haltestelle die Beurteilungspegel vom Straßenbahn- und vom Kfz-Verkehr für die Szenarien ohne und mit Baumaßnahme („Nullfall“ und „Planfall“) berechnet und miteinander verglichen. Die Berechnungen erfolgen für die Schallimmissionen vom Straßenbahn- und Kfz-Verkehr zunächst getrennt; ergänzend wird auf Grundlage der Summenpegel eine Gesamtlärmbetrachtung vorgenommen.

Da das Vorhaben nicht auf eine Steigerung der verkehrlichen Leistungsfähigkeit abzielt und zu keinem Anstieg der Verkehrsbelegung führt, erfolgen die Berechnungen für den Nullfall und den Planfall mit ein und derselben Verkehrsbelegung. Grundlage der Berechnungen sind das Betriebsprogramm der BVG für die Straßenbahnlinie 21 sowie die Ergebnisse der letzten Berliner Verkehrserhebung 2014.

Die Schalltechnischen Berechnungen erfolgen nach dem Teilstückverfahren gemäß den Richtlinien Schall 03 und RLS-90. Hierzu wurde das Programmsystem IMMI 2017 (Update 2, Entwicklungsstand 28. Februar 2018) der Fa. Wölfel Meßsysteme

Software GmbH + Co. KG eingesetzt. Dieses Programm arbeitet regelkonform und erfüllt nachweislich die Anforderungen der offiziellen Testaufgaben zu den genannten Richtlinien.

Gemäß den Festlegungen der 11. Änderung des BImSchG vom 2. Juli 2013 darf mit Wirkung vom 1. Januar 2019 der 5 dB(A)-Abschlag („Schienenbonus“) bei Straßenbahnen nicht mehr angewendet werden. Die vorliegende Untersuchung verzichtet im Vorgriff hierauf auf die Anwendung des Schienenbonus'. Hierdurch vergrößert sich der Einfluss der Schallimmissionen vom Straßenbahnverkehr bei der Berechnung der Summenpegel.

Die Ergebnisse dokumentieren in erster Linie die erhebliche Verbesserung, die durch den Einsatz eines dem Stand der Technik entsprechenden straßenbündigen Gleises – im vorliegenden Fall das „Neue Berliner Straßenbahngleis – NBS“ – anstelle der bisherigen Großverbundplatten GVP erzielt wird. Der Tatbestand der wesentlichen Änderung im Sinne der 16. BImSchV wird an keinem Immissionsort im Einwirkungsbereich der Baumaßnahme erfüllt. Dies gilt für die Beurteilungspegel aus dem Straßenbahn- und Kfz-Verkehr sowie für die Summenpegel.

Zusammengefasst führt der geplante Bau der Haltestelle Proskauer Straße nicht zu Betroffenheiten und löst keine Maßnahmen der Lärmvorsorge aus. Anspruchsbeurteilung auf passiven Schallschutz dem Grunde nach oder auf Entschädigung wegen verbleibender Beeinträchtigungen entsteht nicht.

1 Beschreibung der Baumaßnahmen aus akustischer Sicht, Aufgabenstellung

Im Rahmen der geplanten Grundinstandsetzung der Straßenbahnstrecke in der Eldenaer Straße von Liebigstraße bis vor Scheffelstraßenbrücke an der Bezirksgrenze zwischen Friedrichshain-Kreuzberg OT Friedrichshain und Pankow OT Prenzlauer Berg sind der Einsatz einer verbesserten Gleisbauart und der Neubau der Haltestelle Proskauer Straße mit gegenüberliegenden Haltestellenkaps vorgesehen.

Einen Überblick über den in der vorliegenden Untersuchung betrachteten Bereich mit den gewählten Untersuchungsgrenzen gibt der Schalltechnische Lageplan in Bild 1.

Die wesentlichen Merkmale des Vorhabens sind wie folgt:

- Änderung der Fahrbahnart (Oberbauart)

Einsatz des „Neuen Berliner Straßenbahngleises“ NBS mit Asphalteindeckung anstelle der bislang in den Geraden verbauten und technisch überholten Großverbundplatten GVP beziehungsweise anstelle der in den Gleisbögen westlich der Haltestelle Proskauer Straße verbauten eingedeckten Rahmingleise.

- Aufweitung des Gleisachsabstandes in den geraden Abschnitten

Der Gleisachsabstand in den Geraden wird von ca. 2,64 m auf 3,00 m vergrößert. Im Bereich der Haltestelle Proskauer Straße wird der Gleisachsabstand von 2,64 m auf 7,16 m vergrößert, so dass die Gleise der Straßenbahn bis an die vorgezogenen Borde der Haltestellenkaps heranreichen.

- Änderung von Radien

In den Gleisbögen westlich der Haltestelle Proskauer Straße ändern sich die Mindestradien wie folgt:

| | Bestand | Planung |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Gleis 1 (nach Westen) | 48,60 m ¹⁾ | 120,00 m |
| Gleis 2 (nach Osten) | 51,40 m ¹⁾ | 50,00 m ¹⁾ |

¹⁾ Bei diesen Radien kann ein Auftreten von Kurvenquietschen nicht ausgeschlossen werden.

- Eingriffe in die Straßenfahrbahn

Die Eingriffe beschränken sich im wesentlichen auf das Vorziehen der Borde an den Haltestellenkaps. Der Fahrradverkehr wird künftig über die Haltestelle geführt. Der geplante Abstand der Borde im Bereich der Haltestelle beträgt 9,50 m, so dass dort weiterhin ein separater Linksabbiegestreifen für den Kfz-Verkehr angeordnet werden kann.

Die geplante Baumaßnahme trägt in erster Linie dem Erfordernis der technischen Erneuerung der Anlagen der Straßenbahnlinie 21 Rechnung. Darüber hinaus zielt der Bau der Haltestellenkaps auf eine Verbesserung des Komforts und der Sicherheit für die ein- und aussteigenden Fahrgäste ab.

Die Maßnahme dient nicht der Steigerung der verkehrlichen Leistungsfähigkeit im Sinne einer Verdichtung der Zugfolge der Straßenbahn oder eines Einsatzes längerer Fahrzeuge. Ein Einfluss auf den Kfz-Verkehr ist nicht zu erwarten.

Im Hinblick auf die Anwendung der Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV wird die geplante Baumaßnahme als „erheblicher baulicher Eingriff“ eingestuft. Mangels einer entsprechenden Definition stützt sich diese Einschätzung auf die Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes - VLärmSchR 97, die dann von einem erheblichen baulichen Eingriff spricht, wenn dieser über Maßnahmen der Erhaltung (Unterhaltung, Instandsetzung, Erneuerung) hinausgeht und zu einer „deutlich sichtbaren“ Veränderung des Verkehrsweges führt. Diese Bedingung ist im vorliegenden Fall erfüllt.

Als erheblicher baulicher Eingriff liegt das Vorhaben im Geltungsbereich der 16. BImSchV. Hiernach ist es erforderlich, die Auswirkungen der Baumaßnahme auf die Schallimmissionen vom Straßenbahn- und Kfz-Verkehr im Einwirkungsbereich der Haltestelle zu untersuchen. Die vorliegende Untersuchung schließt eine zusätzliche Gesamtlärbetrachtung auf der Grundlage von Summenpegeln aus dem Straßenbahnverkehr und dem Kfz-Verkehr ein.

2 *Verwendete Unterlagen*

a) Lagepläne

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

Für den Hintergrund des Schalltechnischen Lageplans und der Schallimmissionspläne wurden Rasterdaten aus der digitalen Karte von Berlin M 1:5.000 importiert (K5RD). Die Modellierung der Gebäude erfolgte auf Grundlage eines vorliegenden ALK-Auszuges (beide Stand Oktober 2013). Das in jüngster Zeit errichtete Kita-Gebäude Eldenaer Straße wurde gemäß Eintag im amtlichen Liegenschaftskataster nachgetragen.

b) Verkehrsbelegung

Das Betriebsprogramm der Straßenbahnlinie 21 wurde dem Fahrplan der BVG 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 Verkehrsbelegung (Durchschnittliche Tägliche Verkehrsstärken DTV Kfz und DTV Lkw) der öffentlichen Straßen (Eldenaer Straße westlich und östlich der Proskauer Straße, Proskauer Straße) wurden im FIS-Broker der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen recherchiert und mit den Verkehrsmengenkarten 2014 der VMZ Berlin Betreibergesellschaft mbH abgeglichen. Die zur Aufbereitung der Werte erforderlichen Faktoren sind in den „Hinweisen und Faktoren zur Umrechnung von Verkehrsmengen“ der Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz VII A, März 2017 vorgegeben.

Die Belegungszahlen sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.

| | DTV in Kfz / 24h | Lkw-Anteile p > 2,8t |
|---|---------------------|-------------------------|
| Eldenaer Straße westlich Proskauer Straße | 9.450 | 3 % |
| Eldenaer Straße östlich Proskauer Straße | 6.930 | 3 % |
| Proskauer Straße | 9.180 | 4 % |

Da das Bauvorhaben nicht zu einer Steigerung der verkehrlichen Leistungsfähigkeit des Schienenweges oder der Straße führt, werden für die Vergleichsfälle ohne und mit Baumaßnahme dieselben Belegungen angesetzt.

c) Immissionsempfindlichkeiten

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 Untersuchungsbereich (Proskauer Str. 20 Ecke Dolziger Str. 1/1A, Dolziger Str. 2, Eldenaer Str. 13, 14, 15 und 16) die Immissionsgrenzwerte gemäß 16. BImSchV, § 2 Absatz 1 Nr. 2 in reinen und allgemeinen Wohngebiete und Kleinsiedlungsgebiete 59 dB(A) tags und 49 dB(A) nachts.

Das jüngst errichtete Gebäude mit den Kindertagesstätten Mondbär und Sonnenkäfer Eldenaer Str. 36 wird (unabhängig von der Lage in einem Mischgebiet gemäß Bebauungsplan 3-9) als besonders schutzbedürftig eingestuft. Hierfür gilt der Immissionsgrenzwert gemäß 16. BImSchV, § 2 Absatz 1 Nr. 1 an Krankenhäusern, Schulen, Kurheimen und Altenheime 57 dB(A) tags.

d) Gesetze, Verordnungen, Richtlinien

- Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV) vom 12. Juni 1990, zuletzt geändert am 18. Dezember 2014
- Begründung der Bundesregierung zum Entwurf der Verkehrslärmschutzverordnung - 16. BImSchV
- BMVI; Erläuterungen zur Anlage 2 der Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV; Berechnung des Beurteilungspegels für Schienenwege (Schall 03); Teil 1: Erläuterungsbericht (Stand 19. Dezember 2014)
- dito; Teil 2: Testaufgaben (Stand 23. Februar 2015)
- Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen – RLS-90, Ausgabe 1990
- Rechenbeispiele zu den Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen (RBLärm-92), Ausgabe 1992
- Testaufgaben für die Überprüfung von Rechenprogrammen nach den Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen – TEST-94, Ausgabe 1994

- Eisenbahn-Bundesamt, Fachstelle Umwelt „Umwelt-Leitfaden zur eisenbahnrechtlichen Planfeststellung und Plangenehmigung sowie für Magnet-schwebebahnen – Stand: Dezember 2012 – Teil VI Schutz vor Schallimmissionen aus Schienenverkehr“
- Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes – VLärmSchR 97, Stand 27. Mai 1997

3 Festlegung der maßgebenden Immissionsorte

Gemäß Regelwerk liegen die für die Berechnung des Beurteilungspegels maßgebenden Immissionsorte bei Gebäuden in Höhe der Geschossdecke (0,2 m über der Fensteroberkante) an der Außenfassade des zu schützenden Raumes beziehungsweise oberhalb der Balkonbrüstung.

Die Immissionsorte wurden an den meistbetroffenen Fassaden der Wohnhäuser auf der Südseite der Eldenaer Straße und am neu gebauten Kita-Gebäude samt zugehöriger Freifläche auf der Nordseite der Eldenaer Straße festgelegt. Sie sind im Schalltechnischen Lageplan Bild 1 als blauer Punkt eingetragen und können anhand der Hausnummer und des jeweiligen Kennbuchstabens eindeutig identifiziert werden.

Zur Berechnung von Schallimmissionsplänen wurden Immissionsorte in einem Gitternetz von 1 m * 1 m in einer Höhe von 4 m über dem Gelände definiert. Diese Höhe entspricht der üblichen Bezugshöhe für die Kartierung von Umgebungslärm.

4 Durchführung der Schalltechnischen Berechnungen

Die Berechnung der Schallimmissionen vom Straßenbahnverkehr erfolgt auf Grundlage von Anlage 2 zu § 4 der 16. BImSchV (Schall 03). Die Schallimmissionen vom Kfz-Verkehr werden gemäß der Richtlinie RLS-90 berechnet.

Die Berechnungen erfolgen jeweils in zwei Schritten. Der erste Schritt besteht in der Berechnung der Emissionsspektren des Straßenbahnverkehrs beziehungsweise der Emissionspegel des Kfz-Verkehrs. Die Emissionen kennzeichnen die Stärke des von den Verkehrswegen abgestrahlten Schalls.

Im zweiten Schritt werden die Beurteilungspegel an den maßgebenden Immissionsorten berechnet. Grundlage sind die vorher berechneten Emissionsspektren bzw. Emissionspegel sowie die Einflüsse des Schallausbreitungsweges (Entfernungsdämpfung, Abschirmung, Reflexion usw.).

a) Emissionsspektren und Emissionspegel

Die Berechnung der Emissionsspektren des Straßenbahnverkehrs und der Emissionspegel des Kfz-Verkehrs ist in den Tabellen 1.1 bis 1.3 beziehungsweise 2 vollständig dokumentiert.

Zur Berechnung der Emissionsspektren des Straßenbahnverkehrs werden folgende Hinweise gegeben:

- Großverbundplatten GVP

Die bauartbedingte Verstärkung des beim Befahren von Großverbundplatten GVP abgestrahlten Schalls wird durch einen besonderen Zuschlag zum Fahrgeräusch von 5 dB(A) berücksichtigt. Die Höhe dieses Zuschlags geht im wesentlichen auf die Untersuchungen von Fürst¹ sowie den Beitrag von Brüdigam et al.² zurück und kann durch frühere Messungen des Unterzeichners bestätigt werden.

Der Austausch bestehender Großverbundplatten durch ein dem Stand der Technik entsprechendes straßenbündiges Gleis wie dem NBS führt zu einer deutlichen spürbaren Verbesserung. Daher gilt der Austausch bestehender Großverbundplatten als wirksame Maßnahme der Lärmsanierung und wird in der Lärminderungsplanung von Berlin ausdrücklich empfohlen.

¹ Fürst „Untersuchungen von Schall und Schwingungen, verursacht durch Straßenbahnen unter besonderer Berücksichtigung der Oberbaukonstruktion und des Zustandes der Schienenfahrfläche“, Dissertation HfV Dresden 1990

² Brüdigam, Damaschke, Nickel „Straßenbahn im innerstädtischen Bereich auf abgedecktem Querschwellengleis“, DIE STRASSE (Berlin, DDR), 28. Jahrgang (1988) Nr. 7, S.203-205

- Kurvenquietschen

Da bei Radien unter ca. 50 m das Auftreten von auffälligen Kurvengeräuschen („Kurvenquietschen“) nicht restlos ausgeschlossen werden kann, wird der 4 dB(A)-Zuschlag gemäß Schall 03 im Bestand bei Gleis 1 und 2 (Radien 48,6 m beziehungsweise 51,4 m) sowie in der Planung bei Gleis 2 (Radius 50 m) berücksichtigt. Bei Gleis 1 (Radius 120 m) ist nicht mit besonderes auffälligen Kurvengeräuschen zu rechnen, so dass der Zuschlag dort nicht gerechtfertigt wäre. Die entsprechenden Gleisbögen sind im Schalltechnischen Lageplan Bild 1 eingetragen.

b) Beurteilungspegel

Die Berechnung der Beurteilungspegel an den maßgebenden Immissionsorten erfolgte nach dem Teilstückverfahren der Schall 03 beziehungsweise RLS-90. Hierzu wurde das Programmsystem IMMI 2017 (Update 2, Entwicklungsstand 28. Februar 2018) der Fa. Wölfel Meßsysteme Software GmbH + Co. KG eingesetzt. Dieses Programm arbeitet regelkonform und erfüllt nachweislich die Anforderungen der offiziellen Testaufgaben zu den genannten Richtlinien.

c) Summenpegel

Die Summenpegel $L_{r, \text{Summe}}$ werden aus den Beurteilungspegeln des Straßenbahnverkehrs $L_{r, \text{Tram}}$ und des Kfz-Verkehrs $L_{r, \text{Kfz}}$ wie folgt berechnet:

$$L_{r, \text{Summe}} = 10 \cdot \log \left\{ 10^{\frac{L_{r, \text{Kfz}}}{10}} + 10^{\frac{L_{r, \text{Tram}}}{10}} \right\} \text{ dB(A)}$$

Es wird darauf hingewiesen, dass es sich hierbei um eine sogenannte energetische Addition handelt. Bei dieser werden nicht die Pegel, sondern die Schallenergien beider Schallquellen addiert.

5 Ergebnisse

Die Ergebnisse werden zunächst qualitativ anhand von zwei Schallimmissionsplänen erläutert. Sodann erfolgt im Rahmen der Untersuchung auf wesentliche Änderung die Auswertung der Beurteilungspegel beziehungsweise der Pegeldifferenzen an den maßgebenden Immissionsorten.

5.1 Schallimmissionspläne

Die Schallimmissionspläne in Bild 2 sind jeweils aus der Differenz von zwei Schallimmissionsplänen entstanden, welche die Schallimmissionsverhältnisse mit und ohne Baumaßnahme beschreiben. Sie kennzeichnen also unmittelbar den Einfluss des Bauvorhabens auf die Höhe der Schallimmissionen. Das obere Bild gilt für die Schallimmissionen vom Straßenbahnverkehr, das untere für die Schallimmissionen vom Kfz-Verkehr.

Anmerkungen:

- Die Schallimmissionspläne sind insofern vereinfacht, als der Einfluss von Gebäuden (in Form von Abschirmung und Reflexion) auf die Schallausbreitung unberücksichtigt blieb, aber sie zeigen das Wesentliche.
- Da die Schallimmissionspläne aus der Differenz von jeweils zwei Plänen entstanden sind, enthalten sie keine Information über die Abnahme der Beurteilungspegel mit der Entfernung und lassen keine Aussage über die Höhe der Lärmbelastung zu. Auch ein Rückschluss auf die realen Schallimmissionsverhältnisse an Gebäuden ist nur begrenzt möglich.

Die Farben kennzeichnen die Differenz der Beurteilungspegel. Sie in Schritten von 1 dB(A) bei Straßenbahn beziehungsweise 0,5 dB(A) bei der Straße abgestuft. Die gelb und grün eingefärbten Flächen kennzeichnen Bereiche mit abnehmendem Beurteilungspegel, die rot und blau eingefärbten Flächen solche mit zunehmendem Pegel. Auf den grauen Flächen bleiben die Beurteilungspegel unverändert oder sind nur sehr geringen Veränderungen unterworfen.

a) Schallimmissionen vom Straßenbahnverkehr

Der Plan dokumentiert die erhebliche Verbesserung durch den Einsatz des NBS anstelle der bislang verbauten Großverbundplatte GVP. Diese Verbesserung ist im gesamten Untersuchungsbereich wirksam. Im Umfeld der Gleisbögen westlich der Haltestelle treten auch positive Pegeldifferenzen auf, die allerdings räumlich eng begrenzt sind und sich nicht bis zur Randbebauung auswirken. Sie sind in den dortigen Gleisverschiebungen und den unterschiedlichen Radien begründet.

b) Schallimmissionen vom Kfz-Vverkehr

Das Vorhaben ändert die Schallimmissionen vom Kfz-Verkehr nur im Bereich der Haltestellenkaps, deren Bau zur Verschiebung der Fahrstreifen in Richtung zur Straßenmitte führt. Entsprechend steigen dort die Schallimmissionen vom Kfz-Verkehr an, während sie zur Seite hin abnehmen. Der Effekt ist lokal begrenzt und wirkt sich nicht auf die Randbebauung aus.

5.2 Untersuchung auf wesentliche Änderung

Die Ergebnisse der Pegelberechnungen an den maßgebenden Immissionsorten und der herauf aufbauenden Untersuchungen sind in Tabelle 3 zusammengefasst.

Der Inhalt der Spalten ist wie folgt:

| | |
|-----------------|---|
| Spalten 1 bis 3 | Beschreibung des maßgebenden Immissionsorts Adresse, Kennung (zur Identifikation im Lageplan), Geschoss. |
| Spalten 4 bis 6 | Art des Gebiets oder der Anlage, Immissionsgrenzwerte gemäß 16. BImSchV, § 2 Absatz 1. |

| | |
|---------------------|--|
| Spalten 101 und 102 | Beurteilungspegel vom Straßenbahnverkehr bei bestehender Gleislage (Nullfall). |
| Spalten 103 und 104 | Beurteilungspegel vom Straßenbahnverkehr bei geplanter Gleislage (Planfall). |
| Spalten 105 und 106 | Einfluss der Gleisverschiebungen auf die Beurteilungspegel (Differenz zwischen Planfall und Nullfall) |
| Spalte 107 | Untersuchung auf wesentliche Änderung für den Beurteilungszeitraum tags. Kriterium: Pegeldifferenz gemäß Spalte 105 größer als +2,0 dB(A) oder Anstieg des Beurteilungspegels gemäß Spalte 103 über 70 dB(A). |
| Spalte 108 | ditto für den Beurteilungszeitraum nachts. Kriterium: Pegeldifferenz gemäß Spalte 106 größer als +2,0 dB(A) oder Anstieg des Beurteilungspegels gemäß Spalte 104 über 60 dB(A). |
| Spalte 109 | Auslösung von Anspruchsberechtigung auf passiven Schallschutz dem Grunde nach für Wohnräume und andere schutzbedürftige Räume, die tags genutzt werden, sowie auf Entschädigung wegen verbleibender Beeinträchtigungen durch Immissionsgrenzwertüberschreitung auf Balkonen, Loggien und auf unbebauten Außenwohnbereichen. Kriterium: wesentliche Änderung gemäß Spalte 107 und Überschreitung des Immissionsgrenzwertes gemäß Spalte 5 durch den Beurteilungspegel gemäß Spalte 103. |
| Spalte 110 | Auslösung von Anspruchsberechtigung auf passiven Schallschutz dem Grunde nach für Räume, die überwiegend zum Schlafen genutzt werden. Kriterium: wesentliche Änderung gemäß Spalte 108 und Überschreitung des Immissionsgrenzwertes gemäß Spalte 6 durch den Beurteilungspegel gemäß Spalte 104. |

Der Inhalt der Spalten 201 bis 210 (Schallimmissionen vom Kfz-Verkehr) sowie der Spalten 301 bis 310 (Gesamtlärbetrachtung) entspricht sinngemäß den Spalten 101 bis 110, allerdings sind bei der Gesamtlärbetrachtung die Kriterien der wesentlichen Änderung etwas modifiziert:

| | |
|------------|--|
| Spalte 307 | Untersuchung auf wesentliche Änderung für den Beurteilungszeitraum tags. Kriterium: Pegeldifferenz gemäß Spalte 305 größer als +0,4 dB(A) und Anstieg des Beurteilungspegels gemäß Spalte 303 über 70 dB(A). |
| Spalte 308 | ditto für den Beurteilungszeitraum nachts. Kriterium: Pegeldifferenz gemäß Spalte 306 größer als +0,4 dB(A) und Anstieg des Beurteilungspegels gemäß Spalte 304 über 60 dB(A). |

Die Spalten 401 bis 404 fassen die Ergebnisse zusammen:

| | |
|------------|--|
| Spalte 401 | resultierende Anspruchsberechtigung dem Grunde nach bei Nutzung tags wird ausgelöst, sobald mindestens eine der Spalten 109, 209 oder 309 Anspruchsberechtigung ausweist. |
| Spalte 402 | resultierende Anspruchsberechtigung dem Grunde nach bei Nutzung nachts wird ausgelöst, sobald mindestens eine der Spalten 110, 210 oder 310 Anspruchsberechtigung ausweist. |
| Spalte 403 | Beurteilungspegel für die Prüfung und Dimensionierung des passiven Schallschutzes sowie für die Berechnung von Entschädigungen bei ausgewiesener Anspruchsberechtigung tags. Auf ganze dB(A) aufgerundeter Summenpegel gemäß Spalte 303. |
| Spalte 404 | Beurteilungspegel für die Prüfung und Dimensionierung des passiven Schallschutzes bei ausgewiesener Anspruchsberechtigung nachts. Auf ganze dB(A) aufgerundeter Summenpegel gemäß Spalte 304. |

Mit der Fehlanzeige in den Spalten 401 bis 404 liefert die Untersuchung den Nachweis, dass der Einfluss der Gleis- und Fahrstreifenverschiebungen auf die Höhe der Schallimmissionen im Einwirkungsbereich der Haltestelle Proskauer Straße so gering ist, dass die Kriterien für eine wesentliche Änderung gemäß Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV an keinem Immissionsort erfüllt sind.

Zusammengefasst ergeben sich aus dem geplanten Vorhaben keine Betroffenheiten im Sinne von Immissionsgrenzwertüberschreitungen. Anspruchsberechtigung auf passiven Lärmschutz dem Grunde nach oder auf Entschädigung wegen verbleibender Beeinträchtigungen werden nicht ausgelöst.

Die Schalltechnische Untersuchung ist mit diesem Ergebnis beendet.

Anlagen Straßenbahn
Der Betriebsleiter
Plamann *M.M.P.*

Emissionen des Schienenverkehrs nach Schall 03 (2012)
Zusammenstellung der Eingangsgrößen für Straßenbahnen

| Kat. | Quelle Nr. | Fahrgeräusche | Quell- höhe | normiertes Emissionsspektrum | | | | | | | | |
|--------|------------|--------------------------------------|----------------|------------------------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|----|
| | | | | 63 Hz | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1 kHz | 2 kHz | 4 kHz | 8 kHz | A |
| Kat21 | 1+2 | Niederflurfahrzeuge ohne Klimaanlage | 0 m | 32 | 41 | 46 | 56 | 64 | 59 | 54 | 46 | 66 |
| Kat21K | 1+2 | Niederflurfahrzeuge mit Klimaanlage | 0 m | 32 | 41 | 46 | 56 | 64 | 59 | 54 | 46 | 66 |
| Kat22 | 1+2 | Hochflurfahrzeuge | 0 m | 34 | 43 | 49 | 55 | 64 | 59 | 54 | 47 | 66 |

| Kat. | Quelle Nr. | Aggregatgeräusche | Quell- höhe | normiertes Emissionsspektrum | | | | | | | | |
|--------|------------|--------------------------------------|----------------|------------------------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|----|
| | | | | 63 Hz | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1 kHz | 2 kHz | 4 kHz | 8 kHz | A |
| Kat21 | 4 | Niederflurfahrzeuge ohne Klimaanlage | 4 m | 13 | 24 | 28 | 31 | 34 | 33 | 29 | 28 | 39 |
| Kat21K | 4 | Niederflurfahrzeuge mit Klimaanlage | 4 m | 21 | 32 | 36 | 39 | 42 | 41 | 37 | 36 | 47 |
| Kat22 | 3 | Hochflurfahrzeuge | 0 m | 13 | 24 | 28 | 31 | 34 | 33 | 29 | 28 | 39 |

| Zeile | zu Quelle Nr. | Korrektur für Geschwindigkeit | Geschwindigkeitsfaktor b | | | | | | | | |
|-------|------------------|-------------------------------|--------------------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|--|
| | | | 63 Hz | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1 kHz | 2 kHz | 4 kHz | 8 kHz | |
| 1 | 1, 2 | bzgl. Fahrgeräusche | 0 | 0 | -5 | 5 | 20 | 15 | 15 | 20 | |
| 2 | 3, 4 | bzgl. Aggregatgeräusche | -10 | -10 | -10 | -10 | -10 | -10 | -10 | -10 | |

| Zeile | zu Quelle Nr. | Korrektur für Fahrbahnart | Pegelkorrektur c1 | | | | | | | | |
|-------|------------------|--|-------------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|--|
| | | | 63 Hz | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1 kHz | 2 kHz | 4 kHz | 8 kHz | |
| 1 | 1, 2 | Schwellengleise im Schotterbett | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 2 | 1, 2 | Straßenbündelger Bahnkörper und feste Fahrbahn | 2 | 3 | 2 | 5 | 8 | 4 | 2 | 1 | |
| 3 | 1, 2 | Grüngleis mit tief liegender Vegetationsebene | -2 | -4 | -3 | -1 | -1 | -1 | -1 | -3 | |
| 4 | 1, 2 | Grüngleis mit hoch liegender Vegetationsebene | 1 | -1 | -3 | -4 | -4 | -7 | -7 | -5 | |
| 5 | 1, 2 | GVP | 7 | 8 | 7 | 10 | 13 | 9 | 7 | 6 | |

| Zeile | zu Quelle Nr. | Korrektur für Brücken- und Fahrbahnart | KBr- Kl.m |
|-------|------------------|--|--------------|
| | | | |
| 1 | 1, 2 | Brücken mit stählernem Überbau, Gleise direkt aufgelagert | 12 |
| 2 | 1, 2 | ditto lärmgemindert | 6 |
| 3 | 1, 2 | Brücken mit stählernem Überbau und Schwellengleise im Schotterbett | 6 |
| 4 | 1, 2 | ditto lärmgemindert | 3 |
| 5 | 1, 2 | Brücken mit stählernem Überbau oder massiver Fahrbahnplatte, Gleise in Straßenfahrbahn eingebettet (Füllschiene) | 4 |
| 7 | 1, 2 | Brücken mit massiver Fahrbahnplatte oder mit besonderem stählernem Überbau, Gleise auf Schwellengleise im Schotterbett | 3 |
| 8 | 1, 2 | ditto lärmgemindert | 0 |
| 9 | 1, 2 | Brücken mit massiver Fahrbahnplatte, Gleise direkt aufgelagert (feste Fahrbahn) | 4 |

| Zeile | zu Quelle Nr. | Zuschlag für Kurvengeräusche | K |
|-------|------------------|------------------------------|---|
| | | | |
| 1 | 1, 2 | auffälliges Kurvengeräusch | 4 |

Berechnungen

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|---|-------------------------------------|----|--------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Niederflurfahrzeug mit Klimaanlage, 6 Achsen, 50 km/h, Großverbundplatte, Linie 21 mit insges. 48 Fahrten / Richtung tags | | | | 63 Hz | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1 kHz | 2 kHz | 4 kHz | 8 kHz | L'WA |
| Höhe 0 m | Fahrgeräusch normiert | | kat21K | 32,01 | 41,01 | 46,01 | 56,01 | 64,01 | 59,01 | 54,01 | 46,01 | 76,2 |
| | Anzahl der Achsen je Fahrzeug | 6 | | -1,25 | -1,25 | -1,25 | -1,25 | -1,25 | -1,25 | -1,25 | -1,25 | |
| | Fahrgeschwindigkeit in km/h | 50 | | 0,00 | 0,00 | 1,51 | -1,51 | -6,02 | -4,52 | -4,52 | -6,02 | |
| | Fahrbahnart | 5 | | 7,00 | 8,00 | 7,00 | 10,00 | 13,00 | 9,00 | 7,00 | 5,00 | |
| | Brücken- und Fahrbahnart | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| | auffälliges Kurvengeräusch | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| | Anzahl der Fahrzeuge / Tag | 48 | | 4,77 | 4,77 | 4,77 | 4,77 | 4,77 | 4,77 | 4,77 | 4,77 | |
| Emissionsspektrum Fahrgeräusche | | | | 42,53 | 52,53 | 58,04 | 68,03 | 74,51 | 67,02 | 60,02 | 49,51 | |
| Höhe 4 m | Aggregatgeräusch normiert | | | 21,00 | 32,00 | 36,00 | 39,00 | 42,00 | 41,00 | 37,00 | 36,00 | 54,9 |
| | Fahrgeschwindigkeit in km/h | | | 3,01 | 3,01 | 3,01 | 3,01 | 3,01 | 3,01 | 3,01 | 3,01 | |
| | Anzahl der Fahrzeuge / Tag | | | 4,77 | 4,77 | 4,77 | 4,77 | 4,77 | 4,77 | 4,77 | 4,77 | |
| | Emissionsspektrum Aggregatgeräusche | | | | 28,78 | 39,78 | 43,78 | 46,78 | 49,78 | 48,78 | 44,78 | |
| Kontrollwert | | | | | | | | | | | | 76,22 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|---|-------------------------------------|----|--------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Niederflurfahrzeug mit Klimaanlage, 6 Achsen, 50 km/h, Großverbundplatte, Linie 21 mit insges. 14 Fahrten / Richtung tags | | | | 63 Hz | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1 kHz | 2 kHz | 4 kHz | 8 kHz | L'WA |
| Höhe 0 m | Fahrgeräusch normiert | | kat21K | 32,01 | 41,01 | 46,01 | 56,01 | 64,01 | 59,01 | 54,01 | 46,01 | 73,8 |
| | Anzahl der Achsen je Fahrzeug | 6 | | -1,25 | -1,25 | -1,25 | -1,25 | -1,25 | -1,25 | -1,25 | -1,25 | |
| | Fahrgeschwindigkeit in km/h | 50 | | 0,00 | 0,00 | 1,51 | -1,51 | -6,02 | -4,52 | -4,52 | -6,02 | |
| | Fahrbahnart | 5 | | 7,00 | 8,00 | 7,00 | 10,00 | 13,00 | 9,00 | 7,00 | 5,00 | |
| | Brücken- und Fahrbahnart | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| | auffälliges Kurvengeräusch | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| | Anzahl der Fahrzeuge / Nacht | 14 | | 2,43 | 2,43 | 2,43 | 2,43 | 2,43 | 2,43 | 2,43 | 2,43 | |
| Emissionsspektrum Fahrgeräusche | | | | 40,19 | 50,19 | 55,70 | 65,69 | 72,17 | 64,68 | 57,68 | 47,17 | |
| Höhe 4 m | Aggregatgeräusch normiert | | | 21,00 | 32,00 | 36,00 | 39,00 | 42,00 | 41,00 | 37,00 | 36,00 | 52,5 |
| | Fahrgeschwindigkeit in km/h | | | 3,01 | 3,01 | 3,01 | 3,01 | 3,01 | 3,01 | 3,01 | 3,01 | |
| | Anzahl der Fahrzeuge / Nacht | | | 2,43 | 2,43 | 2,43 | 2,43 | 2,43 | 2,43 | 2,43 | 2,43 | |
| | Emissionsspektrum Aggregatgeräusche | | | | 26,44 | 37,44 | 41,44 | 44,44 | 47,44 | 46,44 | 42,44 | |
| Kontrollwert | | | | | | | | | | | | 73,88 |

Tabelle 1.1
Emissionsspektren des Straßenbahnverkehrs
Großverbundplatte

Emissionen des Schienenverkehrs nach Schall 03 (2012)
Zusammenstellung der Eingangsgrößen für Straßenbahnen

| Kat. | Quelle Nr. | Fahrgeräusche | Quell- höhe | normiertes Emissionsspektrum | | | | | | | | A |
|--------|------------|--------------------------------------|----------------|------------------------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|----|
| | | | | 63 Hz | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1 kHz | 2 kHz | 4 kHz | 8 kHz | |
| Kat21 | 1+2 | Niederflurfahrzeuge ohne Klimaanlage | 0 m | 32 | 41 | 46 | 56 | 64 | 59 | 54 | 46 | 66 |
| Kat21K | 1+2 | Niederflurfahrzeuge mit Klimaanlage | 0 m | 32 | 41 | 46 | 56 | 64 | 59 | 54 | 46 | 66 |
| Kat22 | 1+2 | Hochflurfahrzeuge | 0 m | 34 | 43 | 49 | 55 | 64 | 59 | 54 | 47 | 66 |

| Kat. | Quelle Nr. | Aggregatgeräusche | Quell- höhe | normiertes Emissionsspektrum | | | | | | | | A |
|--------|------------|--------------------------------------|----------------|------------------------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|----|
| | | | | 63 Hz | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1 kHz | 2 kHz | 4 kHz | 8 kHz | |
| Kat21 | 4 | Niederflurfahrzeuge ohne Klimaanlage | 4 m | 13 | 24 | 28 | 31 | 34 | 33 | 29 | 28 | 39 |
| Kat21K | 4 | Niederflurfahrzeuge mit Klimaanlage | 4 m | 21 | 32 | 36 | 39 | 42 | 41 | 37 | 36 | 47 |
| Kat22 | 3 | Hochflurfahrzeuge | 0 m | 13 | 24 | 28 | 31 | 34 | 33 | 29 | 28 | 39 |

| Zeile | ZU Quelle Nr. | Korrektur für Geschwindigkeit | Geschwindigkeitsfaktor b | | | | | | | |
|-------|------------------|-------------------------------|--------------------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|
| | | | 63 Hz | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1 kHz | 2 kHz | 4 kHz | 8 kHz |
| 1 | 1, 2 | bzgl. Fahrgeräusche | 0 | 0 | -5 | 5 | 20 | 15 | 15 | 20 |
| 2 | 3, 4 | bzgl. Aggregatgeräusche | -10 | -10 | -10 | -10 | -10 | -10 | -10 | -10 |

| Zeile | ZU Quelle Nr. | Korrektur für Fahrbahnart | Pegalkorrektur c1 | | | | | | | |
|-------|------------------|---|-------------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|
| | | | 63 Hz | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1 kHz | 2 kHz | 4 kHz | 8 kHz |
| 1 | 1, 2 | Schwellengleise im Schotterbett | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 1, 2 | Straßenbündiger Bahnkörper und feste Fahrbahn | 2 | 3 | 2 | 5 | 8 | 4 | 2 | 1 |
| 3 | 1, 2 | Grüngleis mit tief liegender Vegetationsebene | -2 | -4 | -3 | -1 | -1 | -1 | -1 | -3 |
| 4 | 1, 2 | Grüngleis mit hoch liegender Vegetationsebene | 1 | -1 | -3 | -4 | -4 | -7 | -7 | -5 |
| 5 | 1, 2 | GVP | 7 | 8 | 7 | 10 | 13 | 9 | 7 | 6 |

| Zeile | ZU Quelle Nr. | Korrektur für Brücken- und Fahrbahnart | KBr+ KLM |
|-------|------------------|---|-------------|
| | | | |
| 1 | 1, 2 | Brücken mit stählerem Überbau, Gleise direkt aufgelagert | 12 |
| 2 | 1, 2 | ditto lärmgemindert | 6 |
| 3 | 1, 2 | Brücken mit stählerem Überbau und Schwellengleis im Schotterbett | 6 |
| 4 | 1, 2 | ditto lärmgemindert | 3 |
| 5 | 1, 2 | Brücken mit stählerem Überbau oder massiver Fahrbahnplatte, Gleise in Straßenfahrbahn eingebettet (Rillenschiene) | 4 |
| 7 | 1, 2 | Brücken mit massiver Fahrbahnplatte oder mit besonderem stählernen Überbau, Gleise auf Schwellengleis im Schotterbett | 3 |
| 8 | 1, 2 | ditto lärmgemindert | 0 |
| 9 | 1, 2 | Brücken mit massiver Fahrbahnplatte, Gleise direkt aufgelagert (feste Fahrbahn) | 4 |

| Zeile | ZU Quelle Nr. | Zuschlag für Kurvengeräusche | K |
|-------|------------------|------------------------------|---|
| | | | |
| 1 | 1, 2 | auffälliges Kurvengeräusch | 4 |

Berechnungen

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|---|-------------------------------------|----|--------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Niederflurfahrzeug mit Klimaanlage, 6 Achsen, 50 km/h, NBS, Linie 21 mit insges. 48 Fahrten / Richtung tags | | | | 63 Hz | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1 kHz | 2 kHz | 4 kHz | 8 kHz | L'WA |
| Höhe 0 m | Fahrgeräusch normiert | | kat21K | 32,01 | 41,01 | 46,01 | 56,01 | 64,01 | 59,01 | 54,01 | 46,01 | 71,2 |
| | Anzahl der Achsen je Fahrzeug | | 6 | -1,25 | -1,25 | -1,25 | -1,25 | -1,25 | -1,25 | -1,25 | -1,25 | |
| | Fahrgeschwindigkeit in km/h | | 50 | 0,00 | 0,00 | 1,51 | -1,51 | -6,02 | -4,52 | -4,52 | -6,02 | |
| | Fahrbahnart | | 2 | 2,00 | 3,00 | 2,00 | 5,00 | 8,00 | 4,00 | 2,00 | 1,00 | |
| | Brücken- und Fahrbahnart | | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| | auffälliges Kurvengeräusch | | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| Anzahl der Fahrzeuge / Tag | | 48 | 4,77 | 4,77 | 4,77 | 4,77 | 4,77 | 4,77 | 4,77 | 4,77 | 4,77 | |
| Emissionsspektrum Fahrgeräusche | | | | 37,53 | 47,53 | 53,04 | 63,03 | 69,51 | 62,02 | 55,02 | 44,51 | |
| Höhe 4 m | Aggregatgeräusch normiert | | | 21,00 | 32,00 | 36,00 | 39,00 | 42,00 | 41,00 | 37,00 | 36,00 | 54,9 |
| | Fahrgeschwindigkeit in km/h | | | 3,01 | 3,01 | 3,01 | 3,01 | 3,01 | 3,01 | 3,01 | 3,01 | |
| | Anzahl der Fahrzeuge / Tag | | | 4,77 | 4,77 | 4,77 | 4,77 | 4,77 | 4,77 | 4,77 | 4,77 | |
| | Emissionsspektrum Aggregatgeräusche | | | 28,78 | 39,78 | 43,78 | 46,78 | 49,78 | 48,78 | 44,78 | 43,78 | |
| Kontrollwert | | | | | | | | | | | | 71,29 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|---|-------------------------------------|----|--------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Niederflurfahrzeug mit Klimaanlage, 6 Achsen, 50 km/h, NBS, Linie 21 mit insges. 14 Fahrten / Richtung tags | | | | 63 Hz | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1 kHz | 2 kHz | 4 kHz | 8 kHz | L'WA |
| Höhe 0 m | Fahrgeräusch normiert | | kat21K | 32,01 | 41,01 | 46,01 | 56,01 | 64,01 | 59,01 | 54,01 | 46,01 | 68,8 |
| | Anzahl der Achsen je Fahrzeug | | 6 | -1,25 | -1,25 | -1,25 | -1,25 | -1,25 | -1,25 | -1,25 | -1,25 | |
| | Fahrgeschwindigkeit in km/h | | 50 | 0,00 | 0,00 | 1,51 | -1,51 | -6,02 | -4,52 | -4,52 | -6,02 | |
| | Fahrbahnart | | 2 | 2,00 | 3,00 | 2,00 | 5,00 | 8,00 | 4,00 | 2,00 | 1,00 | |
| | Brücken- und Fahrbahnart | | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| | auffälliges Kurvengeräusch | | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| Anzahl der Fahrzeuge / Nacht | | 14 | 2,43 | 2,43 | 2,43 | 2,43 | 2,43 | 2,43 | 2,43 | 2,43 | 2,43 | |
| Emissionsspektrum Fahrgeräusche | | | | 35,19 | 45,19 | 50,70 | 60,69 | 67,17 | 59,68 | 52,68 | 42,17 | |
| Höhe 4 m | Aggregatgeräusch normiert | | | 21,00 | 32,00 | 36,00 | 39,00 | 42,00 | 41,00 | 37,00 | 36,00 | 52,5 |
| | Fahrgeschwindigkeit in km/h | | | 3,01 | 3,01 | 3,01 | 3,01 | 3,01 | 3,01 | 3,01 | 3,01 | |
| | Anzahl der Fahrzeuge / Nacht | | | 2,43 | 2,43 | 2,43 | 2,43 | 2,43 | 2,43 | 2,43 | 2,43 | |
| | Emissionsspektrum Aggregatgeräusche | | | 28,44 | 37,44 | 41,44 | 44,44 | 47,44 | 46,44 | 42,44 | 41,44 | |
| Kontrollwert | | | | | | | | | | | | 68,95 |

Tabelle 1.2
Emissionsspektren des Straßenbahnverkehrs
Straßenbündiger Bahnkörper

Emissionen des Schienenverkehrs nach Schall 03 (2012)
Zusammenstellung der Eingangsgrößen für Straßenbahnen

| Kat. | Quelle Nr. | Fahrgeräusche | Quell- höhe | normiertes Emissionsspektrum | | | | | | | | A |
|--------|------------|--------------------------------------|----------------|------------------------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|----|
| | | | | 63 Hz | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1 kHz | 2 kHz | 4 kHz | 8 kHz | |
| Kat21 | 1+2 | Niederflurfahrzeuge ohne Klimaanlage | 0 m | 32 | 41 | 46 | 56 | 64 | 59 | 54 | 46 | 66 |
| Kat21K | 1+2 | Niederflurfahrzeuge mit Klimaanlage | 0 m | 32 | 41 | 46 | 56 | 64 | 59 | 54 | 46 | 66 |
| Kat22 | 1+2 | Hochflurfahrzeuge | 0 m | 34 | 43 | 49 | 55 | 64 | 59 | 54 | 47 | 66 |

| Kat. | Quelle Nr. | Aggregatgeräusche | Quell- höhe | normiertes Emissionsspektrum | | | | | | | | A |
|--------|------------|--------------------------------------|----------------|------------------------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|----|
| | | | | 63 Hz | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1 kHz | 2 kHz | 4 kHz | 8 kHz | |
| Kat21 | 4 | Niederflurfahrzeuge ohne Klimaanlage | 4 m | 13 | 24 | 28 | 31 | 34 | 33 | 29 | 28 | 39 |
| Kat21K | 4 | Niederflurfahrzeuge mit Klimaanlage | 4 m | 21 | 32 | 36 | 39 | 42 | 41 | 37 | 36 | 47 |
| Kat22 | 3 | Hochflurfahrzeuge | 0 m | 13 | 24 | 28 | 31 | 34 | 33 | 29 | 28 | 39 |

| Zeile | zu Quelle Nr. | Korrektur für Geschwindigkeit | Geschwindigkeitsfaktor b | | | | | | | |
|-------|------------------|-------------------------------|--------------------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|
| | | | 63 Hz | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1 kHz | 2 kHz | 4 kHz | 8 kHz |
| 1 | 1, 2 | bzgl. Fahrgeräusche | 0 | 0 | -5 | 5 | 20 | 15 | 15 | 20 |
| 2 | 3, 4 | bzgl. Aggregatgeräusche | -10 | -10 | -10 | -10 | -10 | -10 | -10 | -10 |

| Zeile | zu Quelle Nr. | Korrektur für Fahrbahnart | Pegelkorrektur c1 | | | | | | | |
|-------|------------------|---|-------------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|
| | | | 63 Hz | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1 kHz | 2 kHz | 4 kHz | 8 kHz |
| 1 | 1, 2 | Schwellengleise im Schotterbett | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 1, 2 | Straßenbündiger Bahnkörper und feste Fahrbahn | 2 | 3 | 2 | 5 | 8 | 4 | 2 | 1 |
| 3 | 1, 2 | Grüngleis mit tief liegender Vegetationsebene | -2 | -4 | -3 | -1 | -1 | -1 | -1 | -3 |
| 4 | 1, 2 | Grüngleis mit hoch liegender Vegetationsebene | 1 | -1 | -3 | -4 | -4 | -7 | -7 | -5 |
| 5 | 1, 2 | GVP | 7 | 8 | 7 | 10 | 13 | 9 | 7 | 6 |

| Zeile | zu Quelle Nr. | Korrektur für Brücken- und Fahrbahnart | KBr+ K _{Lm} |
|-------|------------------|--|-------------------------|
| | | | |
| 1 | 1, 2 | Brücken mit stählernem Überbau, Gleise direkt aufgelagert | 12 |
| 2 | 1, 2 | dito lärmgemindert | 6 |
| 3 | 1, 2 | Brücken mit stählernem Überbau und Schwellengleise im Schotterbett | 6 |
| 4 | 1, 2 | dito lärmgemindert | 3 |
| 5 | 1, 2 | Brücken mit stählernem Überbau oder massiver Fahrbahnplatte, Gleise in Straßenfahrbahn eingebettet (Rillenschiene) | 4 |
| 7 | 1, 2 | Brücken mit massiver Fahrbahnplatte oder mit besonderem stählernem Überbau, Gleise auf Schwellengleise im Schotterbett | 3 |
| 8 | 1, 2 | dito lärmgemindert | 0 |
| 9 | 1, 2 | Brücken mit massiver Fahrbahnplatte, Gleise direkt aufgelagert (feste Fahrbahn) | 4 |

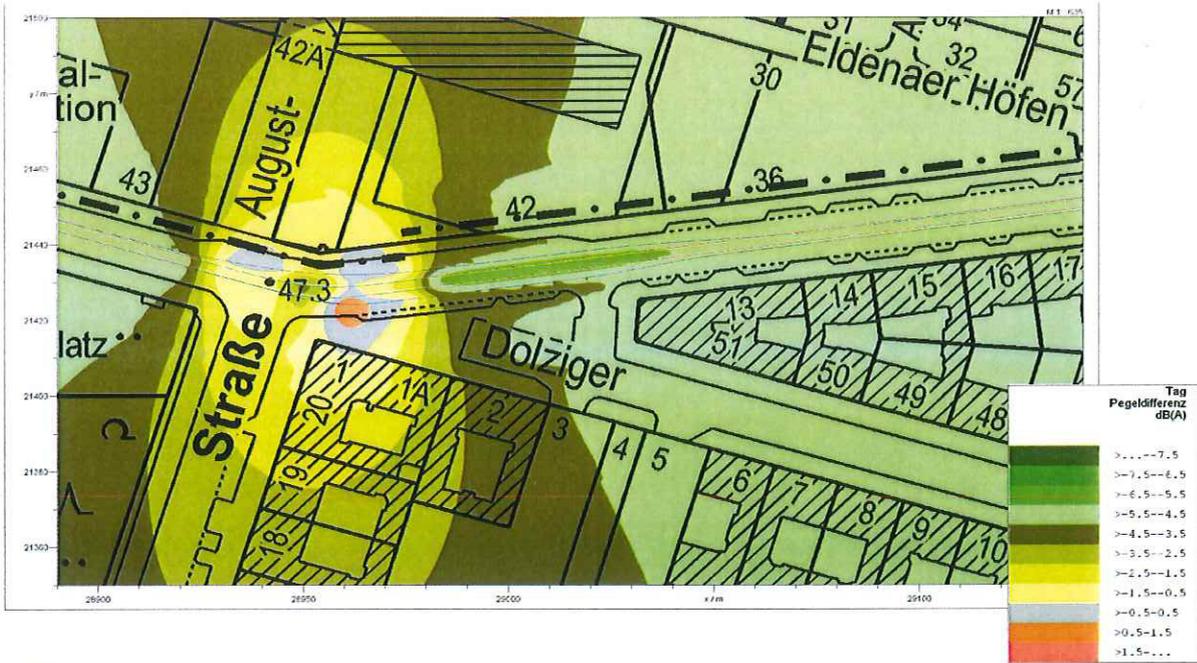
| Zeile | zu Quelle Nr. | Zuschlag für Kurvengeräusche | K |
|-------|------------------|------------------------------|---|
| | | | |
| 1 | 1, 2 | auffälliges Kurvengeräusch | 4 |

Berechnungen

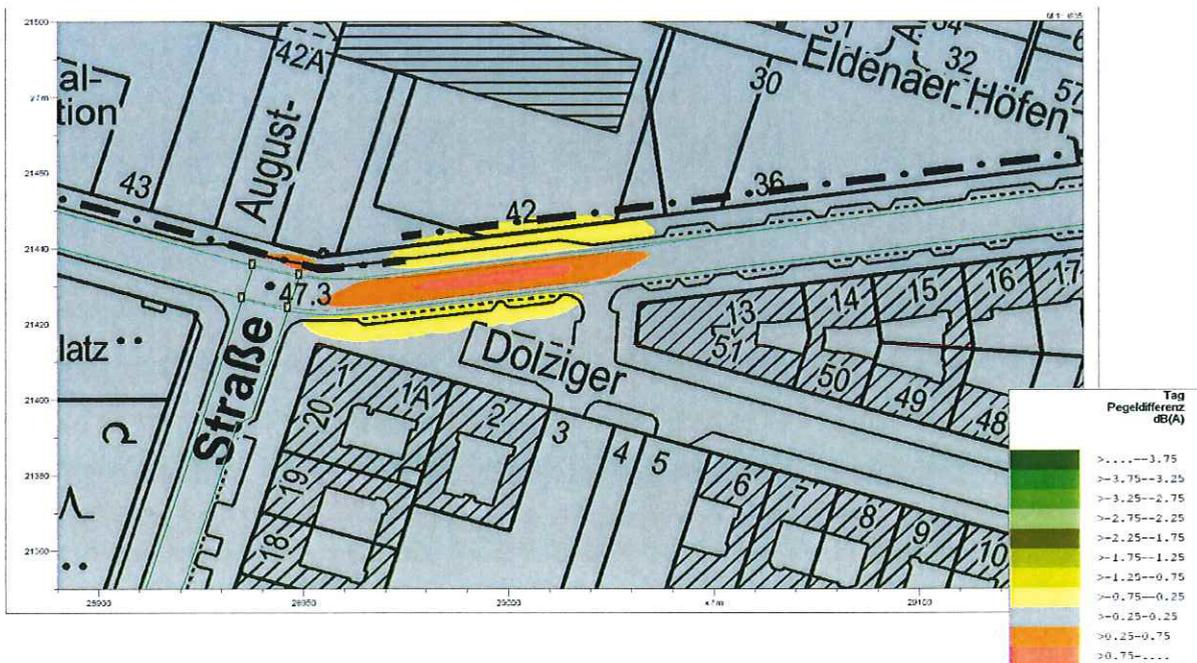
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|---|-------------------------------------|---|---|--------|---|-------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Niederflurfahrzeug mit Klimaanlage, 6 Achsen, 50 km/h, NBS, Linie 21 mit insges. 48 Fahrten / Richtung tags | | | | | | 63 Hz | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1 kHz | 2 kHz | 4 kHz | 8 kHz | L'WA |
| Höhe 0 m | Fahrgeräusch normiert | | | kat21K | | 32,01 | 41,01 | 46,01 | 56,01 | 64,01 | 59,01 | 54,01 | 46,01 | |
| | Anzahl der Achsen je Fahrzeug | | | 6 | | -1,25 | -1,25 | -1,25 | -1,25 | -1,25 | -1,25 | -1,25 | -1,25 | |
| | Fahrgeschwindigkeit in km/h | | | 50 | | 0,00 | 0,00 | 1,51 | -1,51 | -6,02 | -4,52 | -4,52 | -6,02 | |
| | Fahrbahnart | | | 2 | | 2,00 | 3,00 | 2,00 | 5,00 | 8,00 | 4,00 | 2,00 | 1,00 | |
| | Brücken- und Fahrbahnart | | | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| | auffälliges Kurvengeräusch | | | 1 | | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | |
| | Anzahl der Fahrzeuge / Tag | | | 48 | | 4,77 | 4,77 | 4,77 | 4,77 | 4,77 | 4,77 | 4,77 | 4,77 | |
| Emissionsspektrum Fahrgeräusche | | | | | | 41,53 | 51,53 | 57,04 | 67,03 | 73,51 | 66,02 | 59,02 | 48,51 | 75,2 |
| Höhe 4 m | Aggregatgeräusch normiert | | | | | 21,00 | 32,00 | 36,00 | 39,00 | 42,00 | 41,00 | 37,00 | 36,00 | |
| | Fahrgeschwindigkeit in km/h | | | | | 3,01 | 3,01 | 3,01 | 3,01 | 3,01 | 3,01 | 3,01 | 3,01 | |
| | Anzahl der Fahrzeuge / Tag | | | | | 4,77 | 4,77 | 4,77 | 4,77 | 4,77 | 4,77 | 4,77 | 4,77 | |
| | Emissionsspektrum Aggregatgeräusche | | | | | 28,78 | 39,78 | 43,78 | 46,78 | 49,78 | 48,78 | 44,78 | 43,78 | 54,9 |
| | Kontrollwert | | | | | | | | | | | | | 75,23 |

| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|---|-------------------------------------|---|---|--------|---|-------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Niederflurfahrzeug mit Klimaanlage, 6 Achsen, 50 km/h, NBS, Linie 21 mit insges. 14 Fahrten / Richtung tags | | | | | | 63 Hz | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1 kHz | 2 kHz | 4 kHz | 8 kHz | L'WA |
| Höhe 0 m | Fahrgeräusch normiert | | | kat21K | | 32,01 | 41,01 | 46,01 | 56,01 | 64,01 | 59,01 | 54,01 | 46,01 | |
| | Anzahl der Achsen je Fahrzeug | | | 6 | | -1,25 | -1,25 | -1,25 | -1,25 | -1,25 | -1,25 | -1,25 | -1,25 | |
| | Fahrgeschwindigkeit in km/h | | | 50 | | 0,00 | 0,00 | 1,51 | -1,51 | -6,02 | -4,52 | -4,52 | -6,02 | |
| | Fahrbahnart | | | 2 | | 2,00 | 3,00 | 2,00 | 5,00 | 8,00 | 4,00 | 2,00 | 1,00 | |
| | Brücken- und Fahrbahnart | | | 0 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| | auffälliges Kurvengeräusch | | | 1 | | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | |
| | Anzahl der Fahrzeuge / Nacht | | | 14 | | 2,43 | 2,43 | 2,43 | 2,43 | 2,43 | 2,43 | 2,43 | 2,43 | |
| Emissionsspektrum Fahrgeräusche | | | | | | 39,19 | 49,19 | 54,70 | 64,69 | 71,17 | 63,68 | 56,68 | 46,17 | 72,8 |
| Höhe 4 m | Aggregatgeräusch normiert | | | | | 21,00 | 32,00 | 36,00 | 39,00 | 42,00 | 41,00 | 37,00 | 36,00 | |
| | Fahrgeschwindigkeit in km/h | | | | | 3,01 | 3,01 | 3,01 | 3,01 | 3,01 | 3,01 | 3,01 | 3,01 | |
| | Anzahl der Fahrzeuge / Nacht | | | | | 2,43 | 2,43 | 2,43 | 2,43 | 2,43 | 2,43 | 2,43 | 2,43 | |
| | Emissionsspektrum Aggregatgeräusche | | | | | 26,44 | 37,44 | 41,44 | 44,44 | 47,44 | 46,44 | 42,44 | 41,44 | 52,5 |
| | Kontrollwert | | | | | | | | | | | | | 72,89 |

Tabelle 1.3
Emissionsspektren des Straßenbahnverkehrs
Straßenbündiger Bahnkörper / Kurve



Umbau der Gleise



Umbau der Straße

Bild 2
 Einfluss des Bauvorhabens auf die Schallimmissionsverhältnisse