

UNTERLAGE ~~8.5~~ 8.6

Schalltechnische Untersuchung

Unterlage	Bezeichnung
8.5.1 8.6.1	Erschütterungsprognose
8.5.2 8.6.2	Schallimmissionsprognose
8.5.3 8.6.3	Schallimmissionen (Baulärm)

UNTERLAGE ~~8.5.1~~ 8.6.1

Erschütterungsprognose

Unterlage

Bezeichnung

Zusammenfassung Erschütterungsprognose

Erläuterungsbericht Erschütterungsprognose

Erschütterungsprognose für den Bau und den Betrieb eines Straßenbahnbetriebshofs in Berlin Adlershof

Begutachtung Erschütterungsemissionen Bauphase

Während der Bauphase sind Erschütterungen durch Abbrucharbeiten, das Einbringen von Spundbohlen mittels Vibrationsrammung und Bodenverdichtungsmaßnahmen möglich. Erd- und Bohrarbeiten rufen keine relevanten Erschütterungen hervor. Der minimale Abstand zwischen Baufeld und der angrenzenden Bebauung beträgt je nach betrachtetem Nachbargebäude ca. 10 m bis 80 m.

Erschütterungsbedingte Schäden während der **Abbrucharbeiten** sind an der Nachbarbebauung nicht zu erwarten. Im Abstand von 50 m werden kurzzeitig leichte Vibrationen auf den Geschossdecken wahrnehmbar sein, die jedoch deutlich unterhalb der geregelten Grenzwerte liegen (DIN 4150-3). Es sind keine besonderen Schutzmaßnahmen hinsichtlich der Erschütterungen für die Abbrucharbeiten erforderlich.

Bei **Bodenverdichtungsarbeiten** treten gegenüber den Abbrucharbeiten vergleichsweise große und langandauernde Erschütterungen auf, die bei Annäherung an die Nachbargebäude ab 30 m auf Basis der Berechnungen zu Überschreitungen der Anhaltswerte führen können (DIN 4150-3). Die Überschreitung der Anhaltswerte lässt sich gerätetechnisch und logistisch vermeiden.

Das **Einbringen von Spundbohlen** ist auf dem Grundstück unter Einhaltung der Anhaltswerte nach DIN 4150-3 möglich. Die Einhaltung der Grenzwerte kann gerätetechnisch und logistisch erreicht werden.

Die Durchführung von begleitenden Schwingungsmessungen als Kontrollmessung ist bei diesen Arbeiten zu empfehlen.

Einzelheiten zur Logistik werden im Logistikkonzept berücksichtigt.

Begutachtung Erschütterungsemissionen Betriebsphase

Die durchgeführten Schwingungsmessungen infolge des angrenzenden Bahnverkehrs wurden analysiert und bewertet. Die Erschütterungswirkung im Freifeld liegt bereits im Abstand von 16 m unter der Erheblichkeitsschwelle. Die Erheblichkeitsschwelle wird nur zu 12% bis 80% erreicht. Erst ab dieser Größenordnung sind die Einwirkungen relevant.

Die direkt angrenzende Bebauung befindet sich auf Flächen, die teils als Gewerbegebiet ausgewiesen sind. Lediglich in zweiter Reihe befinden sich Gebäude auf Flächen, die als Sondergebiet – Medien ausgewiesen sind. Die Berechnungen ergeben, dass bei Betrieb des Straßenbahnbetriebshofes die Anforderungen der DIN 4150-2 für Einwirkungen durch Erschütterungen auf Menschen in Gebäuden und der DIN 4150-3 für Einwirkungen durch Erschütterungen auf bauliche Anlagen in den benachbarten zu schützenden Gebäuden unter Berücksichtigung der Gebietseinteilung gemäß aktuellem Bebauungsplan (B-Plan) eingehalten werden.

Unter Berücksichtigung der Gebietseinstufungen gemäß B-Plan sind keine baulichen schwingungsmindernden Maßnahmen erforderlich.

Darüber hinaus ist davon auszugehen, dass die Gebäude, die vor 2008 errichtet worden sind, bereits unter Berücksichtigung des im B-Plan festgesetzten Bahngeländes erbaut wurden.

Beratung
Entwurf
Planung
Bauüberwachung



GuD Planungsgesellschaft
für Ingenieurbau mbH



GuD Planungsgesellschaft mbH • Wilhelm-Kabus-Str. 9 • 10829 Berlin

BERATENDE INGENIEURE

Wilhelm-Kabus-Str. 9 • 10829 Berlin
Tel.: +49 (0)30 832148-0
Fax: +49 (0)30 832148-99
e-mail: berlin@gudplanung.de
www.gudplanung.de

Entwurf, Projektierung und Konstruktion im Ingenieurbau

Ingenieurbauwerke, Baugruben,
Tunnel- und Wasserbauten,
Hochbauten, Bestandssanierung,
Beweis- und Qualitätssicherung

Erschütterungsprognose für den Bau und den Betrieb eines Straßenbahnbetriebshofs in Berlin Adlershof

[Index A]

PS 19/10

BAUVORHABEN: BFADL – Neubau Straßenbahnbetriebshof Adlershof
Köpenicker Straße 1
12489 Berlin

AUFTRAGGEBER: Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) AöR
Holzmarktstraße 15-17
10119 Berlin

FACHPLANER: GuD Planungsgesellschaft für Ingenieurbau mbH
Wilhelm-Kabus-Str. 9
10829 Berlin



PROJEKTLEITER: Dipl.-Ing. Oskar H. Pekoll
BEARBEITER: Dipl.-Ing. Alexander Borns (GuD)
Dr.-Ing. Ulf Lichte (Büro Lichte)
Yang Xu, M.Sc. (GuD)

Berlin, 17.06.2020 [Index A], 09.12.2019 [Index 0]
Dieses Dokument umfasst 38 Seiten

K:\PS19-10 Adler Schwingungsmessung\5 Gutachten_Bauteilkatalog\5.1 Intern\Körperschall\200617_Adlershof_PS 19-10_Erschütterungsprognose.docx

Handelsregister:
HRB 73 852
Berlin-Charlottenburg

Commerzbank AG
BIC: DRESDEFF100
IBAN: DE83 1008 0000 0400 7992 00

Geschäftsführender
Gesellschafter:
Dipl.-Ing. Oskar-H. Pekoll



■ D-10829 Berlin • Wilhelm-Kabus-Straße 9
Tel. +49 (0)30 832148-0 Fax +49 (0)30 832148-99
■ D-20537 Hamburg • Wendenstraße 279
Tel. +49 (0)40 248278920 Fax +49 (0)40 2482789-29
■ A-1090 Wien • Ruffgasse 9/25
Tel. +43 (0)1 319151919 Fax +43 (0)1 3191522

Seitennummerierung

Die Seitennummerierung erfolgt fortlaufend.

Nachträgliche Ergänzungen (Einschubseiten) werden durch Abtrennen mit einem Punkt hinter der Seitennummer fortlaufend nummeriert, z. B.: Seite 15.1, 15.2 usw. sind die Einschubseiten 1 und 2 hinter Seite 15.

Austauschseiten werden mit einem Buchstabenindex versehen (von a fortlaufend im Alphabet), z. B.: Seite 15a ersetzt Seite 15, Seite 15b ersetzt Seite 15a usw.

Mit der ersten Änderung bekommt das Dokument den Index A. Der aktuelle Index ist dem Deckblatt zu entnehmen.

Das Revisionsverzeichnis gibt zu jeder Änderung einen Überblick über die geänderten, neu ein- oder angefügten und ungültigen Seiten. Dabei erhält die erste Seite des Revisionsverzeichnisses des Index A die Nummerierung R-A.1. Die zweite Seite des Revisionsverzeichnisses des Index B hat die Nummerierung R-B.2 usw.

Mit jedem neuen Index wird ein Vorwort eingefügt, in welchem die Änderungen ergänzend zum Revisionsverzeichnis textlich beschrieben sind. Die erste Seite des Vorwortes zum Index A erhält die Nummerierung V-A.1. Die zweite Seite des Vorwortes zum Index B bekommt die Nummerierung V-B.2 usw.

**Revisionsverzeichnis**

Index	Seiten	Ersteller	Datum	Unterschrift Ersteller	Projektleiter	Datum	Unterschrift Projektleiter
	a) geänderte Seiten b) neu ein- oder angefügte Seiten c) ungültige Seiten						
A	Erschütterungsprognose für den Bau und den Betrieb eines Straßenbahnbetriebshofs in Berlin Adlershof	ABO	17.06.2020	<i>A. Böger</i>	OP	17.06.2020	<i>Opweid P. Müller</i>
	a) Deckblatt, Seiten 3a, 4a, 6a, 7a, 10a bis 13a, 15a, 18a, 19a, 22a, 23a, 25a, 30a, 31a b) Seite R-A.1, Seite V-A.1						



Revisionsverzeichnis

Index	Seiten	Ersteller	Datum	Unterschrift Ersteller	Projektleiter	Datum	Unterschrift Projektleiter
	a) geänderte Seiten b) neu ein- oder angefügte Seiten c) ungültige Seiten						
0	Erschütterungsprognose für den Bau und den Betrieb eines Straßenbahnbetriebshofs in Berlin Adlershof	ABo	09.12.2019	<i>A. Boes</i>	OP	09.12.2019	<i>Oliver Pelwell</i>



Vorwort zum Index A

Mit dem Index A wurde die Unterlage im Zuge des Prüfumlaufes bei der BVG redaktionell überarbeitet.

Dem Revisionsverzeichnis für den Index A können sämtliche geänderte, neu ein- oder angefügte sowie ungültige Seiten der Fortschreibung des Index A entnommen werden.

Inhaltsverzeichnis

1	Unterlagen	1
2	Aufgabe.....	3
3	Veranlassung.....	4
4	Beurteilungsgrundlagen	6
4.1	Einwirkungen auf Bauwerke	6
4.1.1	Allgemeines	6
4.1.2	Kurzzeitige Erschütterungen	7
4.1.3	Dauererschütterungen	8
4.2	Einwirkung auf Menschen in Gebäuden	10
4.2.1	Einwirkung auf Menschen in Gebäuden, allgemeine Situation	10
4.2.2	Einwirkung auf Menschen in Gebäuden, Bautätigkeiten	12
4.2.3	Gebrauchstauglichkeit bei der Planung von Gebäuden.....	14
4.2.4	Sekundärer Luftschall	17
5	Begutachtung Erschütterungsemissionen Bauphase.....	19
5.1	Allgemeines	19
5.2	Abbrucharbeiten.....	20
5.3	Erdbauarbeiten und Bodenverdichtung	22
6	Begutachtung Erschütterungsemissionen Betriebsphase	25
6.1	Allgemeines	25
6.2	Anlage und Durchführung der Schwingungsmessungen	26
6.2.1	Erschütterungsquellen	26
6.2.2	Messgeräte	26
6.2.3	Messorte und Messpunkte	27
6.3	Begutachtung.....	30

1 Unterlagen

Tabelle U – Verträge, Pläne, Berichte

U(1)	180719_VI-LP_Vermessung-Bestandslageplan_v3
U(2)	BFADL Werkstatt Schnitt Stand 26.09.2018
U(3)	Grundriss 1.OG M100
U(4)	Grundriss EG M100
U(5)	Lageplan 1 zu 500 vom 4.09.2018
U(6)	Speicher, Gruben, Tiefgarage
U(7)	Flächennutzungsplan Berlin
U(8)	Adresse Berlin; Geoportal berlin (FIS-Broker); 09.12.2019

Tabelle R – Gesetze, Normen, Richtlinien, Vorschriften

[BImSchG]	BImSchG:2013-05-17 Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge
[TA Lärm]	TA Lärm:1998-08 Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundesimmissionsschutzgesetz
[DIN 4150-1]	DIN 4150-1:2001-06 Erschütterungen im Bauwesen – Teil 1: Vorermittlung von Schwingungsgrößen
[DIN 4150-2]	DIN 4150-2:1999-06 Erschütterungen im Bauwesen – Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden
[DIN 45669-1]	DIN 45669-1:2010-09 Messung von Schwingungsimmissionen – Teil 1: Schwingungsmesser-Anforderungen und Prüfungen
[DIN 45669-2]	DIN 45669-2:2005-06

- Messung von Schwingungsimmissionen – Teil 2: Messverfahren
- [DIN 45672-1] DIN 45672-1:2009-12
Schwingungsmessung in der Umgebung von Schienenverkehrswegen –
Teil 1: Messverfahren
- [DIN 45672-2] DIN 45672-2:1995-07
Schwingungsmessung in der Umgebung von Schienenverkehrswegen –
Teil 2: Auswerteverfahren
- [VDI 2038 Blatt 1] VDI 2038 Blatt 1:2012-06
Gebrauchstauglichkeit von Bauwerken bei dynamischen Einwirkungen -
Untersuchungsmethoden und Beurteilungsverfahren der Baudynamik –
Grundlagen – Methoden, Vorgehensweisen und Einwirkungen
- [VDI 2038 Blatt 2] VDI 2038 Blatt 2:2013-01
Gebrauchstauglichkeit von Bauwerken bei dynamischen Einwirkungen -
Untersuchungsmethoden und Beurteilungsverfahren der Baudynamik –
Schwingungen und Erschütterungen – Prognose, Messung, Beurteilung
und Minderung
- [VDI 2038 Blatt 3] VDI 2038 Blatt 3:2013-11
Gebrauchstauglichkeit von Bauwerken bei dynamischen Einwirkungen -
Untersuchungsmethoden und Beurteilungsverfahren der Baudynamik –
Sekundärer Luftschall – Grundlagen, Prognose, Messung sowie Beurtei-
lung und Minderung
- [VDI 3837] VDI 3837:2013-01
Erschütterungen in der Umgebung von oberirdischen Schienenverkehrswegen –
Spektrales Prognoseverfahren
- [DB Leitfaden Planer] Körperschall- und Erschütterungsschutz - Leitfaden für den Planer, DB AG,
August 1996

2 Aufgabe

- Durchführung von Schwingungsmessungen auf einem Grundstück in Berlin Adlershof zur Erfassung der Erschütterungsimmissionen, welche bei der Erstellung einer Erschütterungsprognose infolge des zukünftigen Straßenbahnverkehrs auf dem Straßenbahnhof benötigt werden
- Erschütterungsprognose sowie Begutachtung der auftretenden Erschütterungen im laufenden Betrieb *und* während der Bauphase in den naheliegenden gewerblichen Ansiedlungen, Studios und Bürogebäuden
- Erarbeitung von Hinweisen für einen ausreichenden Immissionsschutz infolge der Erschütterungseinwirkungen aus dem Straßenbahnverkehr

3 Veranlassung

In Berlin Adlershof ist die Errichtung eines Straßenbahnhofs geplant. Das Grundstück befindet sich zwischen der Straße Am Studio und der zweigleisigen S-Bahn-Strecke.

An der Straße Am Studio befinden sich Büros, Gewerbebauten und Studios, die im Wesentlichen im Zusammenhang mit Film- und Fernsehproduktion stehen.

Die GuD Planungsgesellschaft für Ingenieurbau mbH wurde durch den Bauherren

Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) AöR

Holzmarktstraße 15-17

10119 Berlin

damit beauftragt, für den geplanten Betriebsbahnhof des Grundstücks Köpenicker Straße 1 in 12489 Berlin-Adlershof eine Erschütterungsprognose für den Bau und den Betrieb eines Straßenbahnhofs in Berlin Adlershof zu erarbeiten.

Sowohl während des Baus des Straßenbahnhofs als auch im Betrieb desselben werden neben Schallemissionen auch Erschütterungen emittiert. Die Intensität hängt von der jeweiligen Bau- bzw. Betriebssituation ab. Erschütterungen haben eine Wirkung auf Bauwerke und können diese baulich beeinträchtigen. Ferner kann von Erschütterungen eine Belästigungswirkung für die Menschen in Gebäuden oder für technische Vorgänge in den Gebäuden ausgehen. Um ebendieser vorzubeugen, sind eine Vorermittlung der zu erwartenden Erschütterungen sowie deren Bewertung notwendig. Damit können im Vorfeld geeignete Maßnahmen vorgesehen werden, damit die Erschütterungsemissionen während der Bauphase als auch während der späteren Betriebsphase verträglich mit der Nachbarschaft sind.

Die örtlichen Gegebenheiten und die Lage der Messpunkte sind in Abbildung 3-1 dargestellt.

Das Gutachten enthält einen Teil für die Beurteilung der Bauphase und einen Teil während des Betriebs des Straßenbahnhofs.

Die Erschütterungsprognose wurde in Zusammenarbeit mit Lichte - Beratender Ingenieur - Sachverständigen- und Ingenieurbüro Dr.-Ing. Ulf Lichte erstellt.

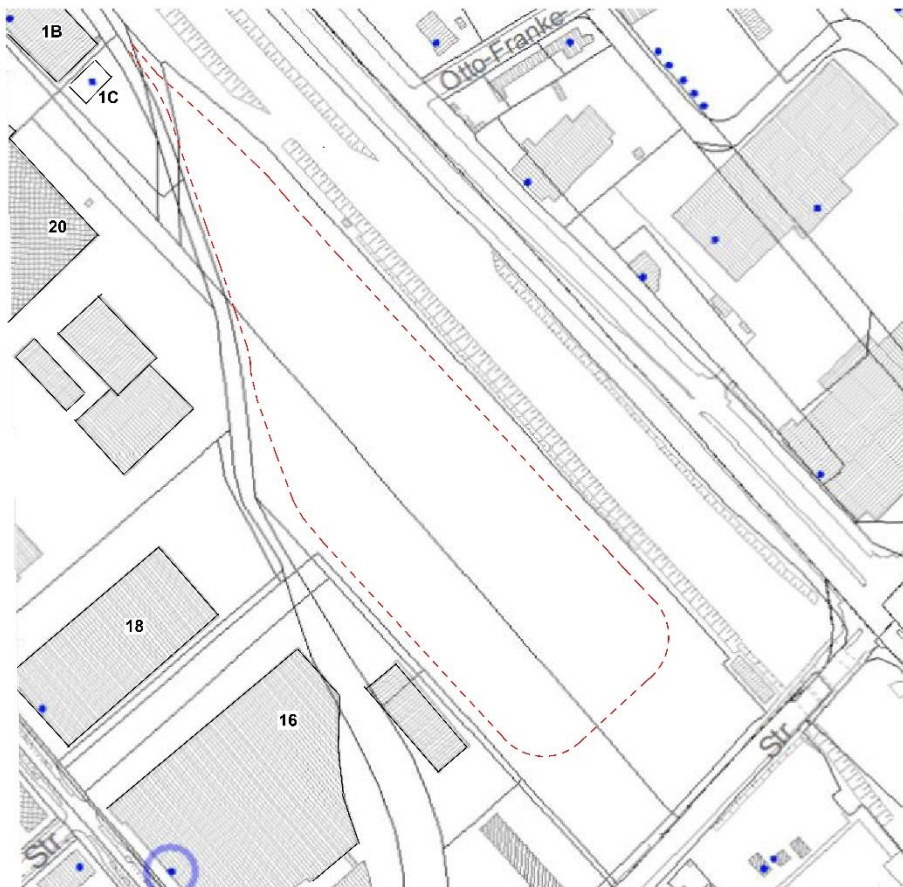


Abbildung 3-1: Lageplan (Geoportal-Berlin, U(8))

4 Beurteilungsgrundlagen

4.1 Einwirkungen auf Bauwerke

4.1.1 Allgemeines

In der [DIN 4150-3] sind Verfahren für die Ermittlung und Beurteilung der durch Erschütterungen auf bauliche Anlagen, welche für vorwiegend ruhende Beanspruchungen bemessen sind, festgelegt. Als Erschütterungen werden mechanische Schwingungen fester Körper mit potentiell belästigender Wirkung für den Menschen oder schädigender Wirkung für bauliche Anlagen verstanden. Schäden sind dabei bleibende Folgen einer Einwirkung, die eine Verminderung des Gebrauchswertes eines Bauwerkes oder Bauteils im Hinblick auf seine Nutzung sind.

Da es im Bauwesen eine Vielzahl von Schadensursachen gibt, von denen Erschütterungen nur eine ist, ist es notwendig abzugrenzen bis zu welcher Größe Erschütterungen keine maßgebende Ursache darstellen. In den Tabelle 1 und 2 sind Anhaltswerte der Schwinggeschwindigkeit angegeben, bei deren Einhaltung ein Schaden nicht eintritt. Werden die Anhaltswerte eingehalten, so bedeutet dies nicht, dass keine Schäden auftreten. Nur sind dann andere Ursachen als die Erschütterungen maßgebend. Es sind dann keine erschütterungsbedingten Schäden. Werden die Anhaltswerte überschritten, so kann andersherum daraus nicht zwangsläufig gefolgert werden, dass erschütterungsbedingte Schäden auftreten. In diesem Fall der Schadensmutmaßung sind genauere Untersuchungen anzustellen.

Bei Erschütterungseinwirkungen wird unterschieden zwischen kurzzeitigen Erschütterungen und Dauererschütterungen. Kurzzeitige Erschütterungen sind solche, deren Häufigkeit des Auftretens a) nicht ausreichen, um Materialermüdungserscheinungen hervorzurufen, und b) deren zeitliche Abfolge und Dauer nicht geeignet sind, in der Struktur wesentliche resonanzbedingte Vergrößerungen der Schwingungen hervorzurufen. Dauererschütterungen sind alle diejenigen, auf die die Definition der kurzzeitigen Erschütterungen nicht zutrifft.

Für die Beurteilung des Gesamtbauwerkes sind die horizontalen Schwinggeschwindigkeiten in der obersten Deckenebene maßgebend. Dies sind in der Regel die maximalen Schwingungsantworten auf die Anregung im Fundamentbereich. Die oberste Geschossdecke ist die, welche auf tragenden Wänden aufliegt und die in der Regel eine aussteifende Wirkung in den beiden horizontalen Richtungen aufweist. Wird ein Bauwerk bei Dauererschütterungen in einer Ober-

schwingung angeregt, so sind bei Messungen diese in mehreren Geschossen gleichzeitig zu erfassen, um die größten Amplituden zuverlässig zu erhalten. Bei Gebäuden mit maximal drei Vollgeschossen oberhalb der Geländeoberkante genügt in der Regel die Betrachtung der obersten Deckenebene.

Bei der Beurteilung von Gebäuden werden drei Gebäudearten unterschieden:

1. („Zeile 1“) Gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten.
2. („Zeile 2“) Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder Nutzung gleichartige Bauten. Dazu gehören auch gewerblich genutzte Bürogebäude.
3. („Zeile 3“) Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschütterungsempfindlichkeit nicht den vorgenannten entsprechen und besonders erhaltenswert sind. Unter besonders erschütterungsempfindlich wird dabei die Eigenschaft eines Bauwerks verstanden, dass bereits geringe Erschütterungen leichte Schäden hervorrufen.

Eine Verminderung des Gebrauchswertes durch Erschütterungen im Sinne der [DIN 4150-3] ist die Beeinträchtigung der Standsicherheit von Gebäuden und die Verminderung der Tragfähigkeit von Decken und Bauteilen. Bei Gebäuden nach den vorgenannten „Zeilen 2 und 3“ ist eine Verminderung des Gebrauchswertes auch gegeben, wenn z. B. Risse im Putz auftreten, vorhandene Risse sich vergrößern, Trenn- und Zwischenwände von tragenden Wänden oder Decken abreißen. Diese Schäden werden auch als leichte Schäden bezeichnet.

4.1.2 Kurzzeitige Erschütterungen

Für kurzzeitige Erschütterungen sind die Anhaltswerte am maßgebenden Ort in der obersten Deckenebene in Tabelle 1 Spalte 5 angegeben. Alternativ zur obersten Deckenebene kann für die Beurteilung kurzzeitiger Erschütterungen auch die Erschütterung am Gebäudefundament herangezogen werden. Um die Übertragung dieser Ersatzpunkte auf die oberste Deckenebene hin zu berücksichtigen, sind die Fundamentanhaltswerte in den Spalten 2 bis 4 frequenzabhängig angegeben. Für Decken sind die Anhaltswerte nach Spalte 6 anzuwenden.

Tabelle 1: Anhaltswerte zur Beurteilung der Wirkung von kurzzeitige Erschütterungen

Zeile	Gebäudeart	Anhaltswerte für $v_{i, \max}$ in mm/s				
		Fundament			Oberste Deckenebene	Decken,
		alle Richtungen $i=x, y, z$			horizontal $i=x, y$	vertikal $i=z$
		1 Hz bis 10 Hz	10 Hz bis 50 Hz	50 Hz bis 100 Hz ^{*)}	alle Frequenzen	alle Frequenzen
	1	2	3	4	5	6
1	Gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten	20	20 bis 40	40 bis 50	40	20
2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder Nutzung gleichartige Bauten	5	5 bis 15	15 bis 20	15	20
3	Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschütterungsempfindlichkeit nicht denen nach Zeile 1 und 2 entsprechen <u>und</u> besonders erhaltenswert (z.B. unter Denkmalschutz stehend) sind	3	3 bis 8	8 bis 10	8	20 ^{**)}
Anmerkung: Auch bei Einhaltung der Anhaltswerte nach Zeile 1, Spalten 2 bis 5 können leichte Schäden nicht ausgeschlossen werden						
^{*)} Bei Frequenzen über 100 Hz dürfen mindestens die Anhaltswerte für 100 Hz angesetzt werden ^{**)} DIN 4150-3 Abschnitt 5.1.2 Absatz 2 ist zu beachten: Es kann zur Verminderung leichter Schäden eine deutliche Abminderung dieses Anhaltswertes notwendig werden						

4.1.3 Dauererschütterungen

Für Dauererschütterungen sind die Anhaltswerte am maßgebenden Ort in der obersten Deckenebene in Tabelle 2 Spalte 2 angegeben. Bei Dauererschütterungen gibt es keine Fundamentanhaltswerte. Ersatzweise können bei länger andauernden Erschütterungsüberwachungen auch Messpunkte im Fundamentbereich genutzt werden. Voraussetzung ist, dass hierfür das Übertragungsverhalten vom Fundament auf die oberste Deckenebene zuvor ausreichend genau be-

stimmt wurde. Bei Gebäuden mit bis zu drei Vollgeschossen oberhalb der Geländeoberkante genügt in der Regel die Betrachtung in der obersten Decke. Bei Anregung in Oberschwingungen ist die Betrachtung auf das Obergeschoss mit den größten Erschütterungen anzuwenden.

Für Decken sind die Anhaltswerte nach Spalte 3 anzuwenden.

Tabelle 2: Anhaltswerte zur Beurteilung der Wirkung von Dauererschütterungen

Zeile	Gebäudeart	Anhaltswerte für $v_{i, max}$ in mm/s	
		Fundament	Decken,
		alle Richtungen $i=x, y, z$	vertikal $i=z$
		alle Frequenzen	alle Frequenzen
	1	2	3
1	Gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten	10	10
2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder Nutzung gleichartige Bauten	5	10
3	Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschütterungsempfindlichkeit nicht denen nach Zeile 1 und 2 entsprechen und besonders erhaltenswert (z.B. unter Denkmalschutz stehend) sind	2,5	10 ^{*)}
Anmerkung: Auch bei Einhaltung der Anhaltswerte nach Zeile 1, Spalten 2 können leichte Schäden nicht ausgeschlossen werden			
*) DIN 4150-3 Abschnitt 5.1.2 Absatz 2 ist zu beachten: Es kann zur Verminderung leichter Schäden eine deutliche Abminderung dieses Anhaltswertes notwendig werden			

4.2 Einwirkung auf Menschen in Gebäuden

4.2.1 Einwirkung auf Menschen in Gebäuden, allgemeine Situation

In der [DIN 4150-2] werden Anforderungen und Anhaltswerte genannt, „bei deren Einhaltung erwartet werden kann, dass in der Regel erhebliche Belästigungen von Menschen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen vermieden werden“. Der Bewertung dienen die in Tabelle 3 zusammengestellten Anhaltswerte A_u , A_o und A_r .

- A_u unterer Anhaltswert der maximalen Schwingstärke
gibt ein Niveau an, unterhalb dessen die Erschütterungen unerheblich sind
- A_o oberer Anhaltswert der maximalen Schwingstärke
gibt das Niveau an, oberhalb dessen Erschütterungseinwirkungen per Definition als erheblich belästigend eingestuft werden
- A_r zeitbewerteter Anhaltswert der Schwingstärke
gibt das einzuhaltende Niveau an, dass die hinsichtlich Zeit und Intensität gemittelte Beurteilungsschwingstärke maximal haben darf

Diesen Anhaltswerten werden die Werte der Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} bzw. der maximalen bewerteten Schwingstärke KB_{Fmax} gegenübergestellt. Die Schwingstärke wird aus dem Schwinggeschwindigkeits-Zeit-Verlauf über eine Filterung mit einem in [DIN 45669-1] definierten KB-Filter des gleitenden Effektivwertes ermittelt.

Dabei gilt die Norm grundsätzlich als eingehalten, wenn gilt:

$$(KB_{Fmax} \leq A_u) \text{ ODER } ((KB_{Fmax} \leq A_o) \text{ UND } (KB_{FTr} \leq A_r)) = \text{Wahr}$$

Sie ist demnach nicht eingehalten, wenn $KB_{Fmax} \geq A_o$ ist.

Das Nachweisprozedere lässt sich folgendermaßen skizzieren:

Der Nachweis erfolgt nur für Räume, in denen sich auch Menschen aufhalten. Ausschlaggebend sind die Geschossdecken, auf denen Menschen betroffen sind. Der Nachweis auf Einhaltung erfolgt jeweils für die die Beurteilungszeiträume tagsüber 6:00 Uhr bis 22:00 Uhr und nachts 22:00 Uhr bis 6:00 Uhr. Entsprechen des Gebäudestandortes werden die Anhaltswerte A_u , A_o und A_r nach Tabelle 3 festgelegt.

Für die Beurteilungszeiträume tags und nachts wird die zu erwartende maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} ermittelt. Die Norm gilt als eingehalten, wenn $KB_{Fmax} \leq A_u$ ist, also das Einwirkungs-niveau unterhalb einer gewissen Erheblichkeitsschwelle liegt.

Ist die bewertete Schwingstärke $KB_{Fmax} > A_u$ und auch $KB_{Fmax} > A_o$, wird ein Maß überschritten, oberhalb dessen Erschütterungsimmissionen grundsätzlich eine erhebliche Belästigungswirkung unterstellt wird. Der Nachweis ist dann nicht erbracht.

Für den Fall $A_u < KB_{Fmax} \leq A_o$ ist zu prüfen, ob für die intensitäts- und zeitgewichtete Beurteilungsschwingstärke mit $KB_{FTr} \leq A_r$ der Nachweis erbracht wird. Andernfalls können die Erschütterungen von deren Dauer und/oder Intensität eine erhebliche Belästigungswirkung haben.

Anmerkung: Das Nachweisprozedere basiert auf Erfahrungswissen und dient der Quantifizierung der Erschütterungsimmissionen. Die Menschen in ihrem Wahrnehmen bzw. Empfinden halten sich nicht unbedingt an diese Norm. Dennoch wird eine solche zahlenmäßige Abgrenzung als Handhabe notwendig.

Tabelle 3: Anhaltswerte A für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen nach [DIN 4150-2]

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

4.2.2 Einwirkung auf Menschen in Gebäuden, Bautätigkeiten

Für die Beurteilung von Erschütterungen während Bauvorgängen wird davon ausgegangen, dass sich diese Arbeiten vielfach nur über Wochen bis Monate, selten über Jahre erstrecken, wovon die Zeiten mit Erschütterungsimmissionen noch geringer sind. Außer dem Schutzziel der Vermeidung von erheblichen Belästigungen von Menschen in Gebäuden muss bei den Bauarbeiten eine Abwägung zwischen der Zumutbarkeit und der Vermeidung unangemessener Kosten erfolgen. Es erfolgt daher eine spezielle Bewertung der durch die Bauarbeiten allein verursachten Erschütterungen. In Abhängigkeit von ihrer Größe und Einwirkungsdauer werden die Erschütterungsimmissionen in drei Stufen I, II und III eingeteilt und entsprechende organisatorische Maßnahmen verlangt (Abbildung 2).

Die Bereichsgrenzen dieser Stufen und ihre Bewertung sind in den Tabellen 4 zusammengestellt.

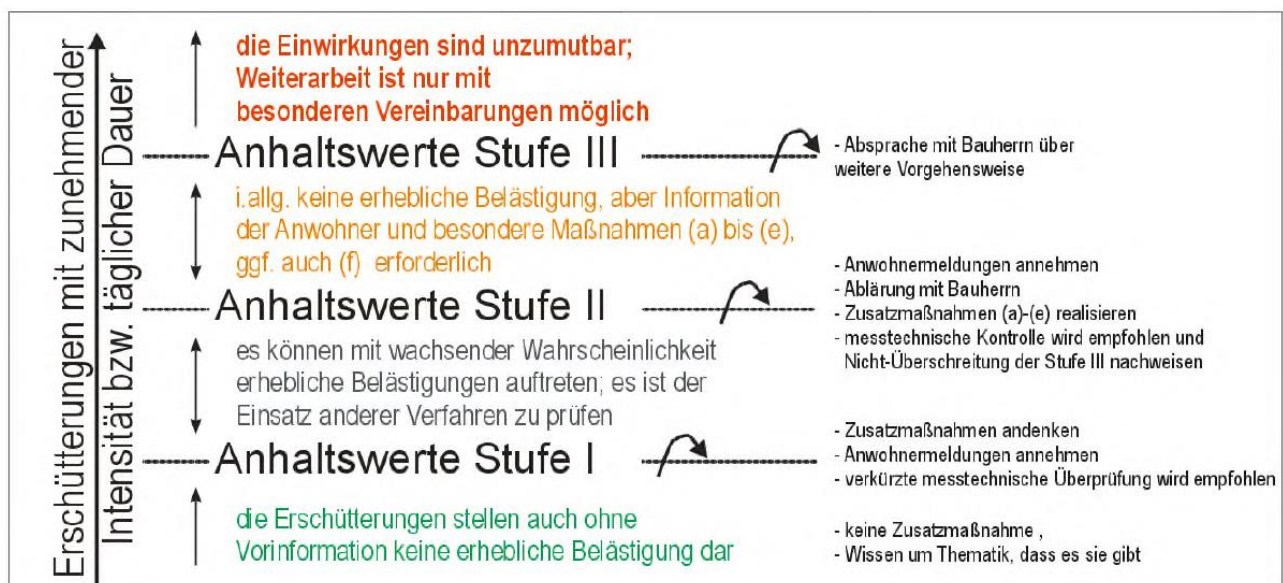


Abbildung 2: Stufen unterschiedlicher Einwirkungs-niveaus bei Bauarbeiten

Tabelle 4: Anhaltswerte für Erschütterungseinwirkungen durch Baumaßnahmen außer Sprengungen nach DIN 4150-2/A2

Dauer	D ≤ 1 Tag			6 Tage ≤ D ≤ 26 Tage			26 Tage < D ≤ 78 Tage		
	Au	Ao	Ar	Au	Ao	Ar	Au	Ao	Ar
Anhaltswerte									
Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Stufe I	0,8	5	0,4	0,4	5	0,3	0,3	5	0,2
Stufe II	1,6	5	0,8	0,8	5	0,6	0,3	5	0,4
Stufe III	1,6	5	1,2	1,2	5	1,0	0,3	5	0,6

Unter der Dauer D der Erschütterungseinwirkungen ist die Anzahl von Tagen zu verstehen, an denen tatsächlich Erschütterungseinwirkungen auftreten (Nicht die Dauer der Baumaßnahme an sich). Dabei sind Tage mit Erschütterungseinwirkungen, die unter den jeweiligen Werten der Tabelle für Au und Ar liegen, nicht mitzuzählen.

Tabelle 5: Organisatorische Maßnahmen

Da die empfundene Belästigung stark von der Akzeptanz der Erschütterungsquelle durch die Nachbarschaft abhängig ist, können durch die folgenden Maßnahmen die Auswirkungen der Erschütterungsimmissionen gemindert werden:

- (a) Umfassende Information der Betroffenen über die Baumaßnahmen, die Bauverfahren, die Dauer und die zu erwartenden Erschütterungen aus dem Baubetrieb.
- (b) Aufklärung über die Unvermeidbarkeit von Erschütterungen infolge der Baumaßnahmen und die damit verbundenen Belästigungen.
- (c) Zusätzliche baubetriebliche Maßnahmen zur Minderung und Begrenzung der Belästigungen (Pausen, Ruhezeiten, Betriebsweise der Erschütterungsquelle usw.).
- (d) Benennung einer Ansprechstelle, an die sich Betroffene wenden können, wenn sie besondere Probleme durch Erschütterungseinwirkungen haben.
- (e) Information der Betroffenen über die Erschütterungswirkung auf das Gebäude.
- (f) Nachweis der tatsächlich auftretenden Erschütterungen durch Messungen sowie deren Beurteilung bezüglich der Wirkungen auf Menschen und Gebäude.

Die Beurteilung der Wirkung der Erschütterungen auf die Menschen in den Gebäuden erfolgt nach DIN 4150-2 durch den Wert KB_{Fmax} . Er kann aus der Schwinggeschwindigkeit näherungsweise nach Formel (1) ermittelt werden.

$$KB_{Fmax} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{v_{max}}{\sqrt{1+(5,6/f)^2}} \cdot C_F \quad (1)$$

$c_F =$ 0,6 nach DIN 4150-2, ohne Resonanzerscheinungen

$c_F =$ 0,8 nach DIN 4150-2, mit Resonanzerscheinungen

$f =$ Vorzugsfrequenz in Hz

Dabei muss von der Schwinggeschwindigkeit auf den Decken der Wohnräume ausgegangen werden. Um diese zu erhalten, wird die Vergrößerung der Erschütterungen vom Gebäudefundament zur Decke berücksichtigt. Dabei kann allgemein mit einer Verdopplung bis Verdreifachung der Fundamentalschwinggeschwindigkeiten gerechnet werden.

4.2.3 Gebrauchstauglichkeit bei der Planung von Gebäuden

Im vorliegenden Fall geht es nicht um eine Planung von Neubauten, in denen das Kriterium der Gebrauchstauglichkeit hinsichtlich der Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden maßgebend ist. Im Hinblick auf die benachbarten Studios sollen die Kriterien dennoch erwähnt werden. Da kein Zugang zu den Gebäuden erfolgte und auch keine anderweitige Festlegung getroffen wurde, ist der nachfolgende Teil informativ und der Vollständigkeit halber erwähnt.

Für die Planung von Gebäuden stehen in der VDI 2038 „Gebrauchstauglichkeit von Bauwerken bei dynamischen Einwirkungen“ Anhaltswerte für Geschossdecken im Wohn- und Industriebau. Die Anhaltswertfestlegung beginnt über die Zuordnung der Geschossdecke zu einer sogenannten Bedeutungskategorie (BK 0..III), welche in Abhängigkeit von Bauwerkstyp und Nutzung festgelegt wird. Nach Tabelle 6 sind Wohnräume in die Bedeutungskategorie II einzuordnen.

Bei der Bemessung nach dem Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit wird zwischen drei Einwirkungssituationen/-häufigkeiten unterschieden: „quasi ständig“, „häufig“ und „selten“. Die Einwirkungssituation in einem Aufenthaltsbereich hat entweder „geringen Komfort“, „mittleren Komfort“ oder einen „hohen Komfort“. In Tabelle 7 ist zugeordnet, in welcher dieser Einwirkungssituationen eine Geschossdecke mit einer bestimmten Bedeutungskategorie welches Komfortniveau einhalten muss. Der Versuch einer verbalen Übersetzung dieser dann vorherrschenden Beding-

ungen ist in Tabelle 9 gegeben. Wohn- und Schlafräume (BKII) sollten selbst bei häufig auftretenden Ereignissen immer noch einen hohen Komfort aufweisen ($KB_{Fmax} < 0,2$). In seltenen Situationen ist ein mittlerer Komfort ($0,2 \leq KB_{Fmax} \leq 1,0$) zulässig.

Tabelle 6: Bedeutungskategorien von Bauwerken im Hinblick auf Komfort aus VDI 2038

Bedeutungskategorie (BK)			Bauwerkstypen		
	Geschossdecken im Wohn- und Industriebau	Geschossdecken in öffentlichen Gebäuden	Stadien und temporäre Tribünen	Brücken	Treppen
Hohe Bedeutung ↑ geringe Bedeutung	0	Werkstätten	Flächen mit sehr geringen Anforderungen	Temporäre Tribünen	-
	I	Arbeitsbereiche mit überwiegend geistiger Tätigkeit (Büros)	Sakralbauten, Konzertsäle, Bibliotheken, Kantinen	Steh- und Sitztribünen in Stadien	Brücken in ländlichen Gebieten mit geringer Nutzung
	II	Wohnräume, Schlafräume	Museen, Kultur- und Mehrzweckräume, Schulen, Diskotheken	Tribünen mit erhöhten Anforderungen	Brücken in geschlossenen Siedlungen
	III	Sanitätsräume, Operationsräume, Ruheräume (Krankenhaus, Kurklinik)	Flächen mit sehr hohen Anforderungen	-	Verkehrswege zu Einrichtungen, deren Nutzer eingeschränkte Beweglichkeit haben (z.B. Krankenhäuser)
					Treppen in öffentlichen Gebäuden
					Treppen mit Aufenthaltsmöglichkeit (z.B. Podeste)
					Sondertreppen

Tabelle 7: Zuordnung der Bedeutungskategorien (BK) zum Komfortniveau und der Bemessungssituation im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG), aus VDI 2038

Komfortniveau Bemessungssituation GZG	Hoher Komfort	Mittlerer Komfort	Geringer Komfort / Unwohlsein
	$KB_{Fmax} < 0,2$	$0,2 \leq KB_{Fmax} \leq 1,0$	$1,0 \leq KB_{Fmax} \leq 2,5$
Quasiständig	BKI	BK0	
Häufig	BKII	BKI	BK0
Selten (reversible Ausw.)	BKIII	BKII	BKI

Tabelle 8: Anhaltswerte für Geschossdecken im Wohn- und Industriebau, aus VDI 2038

Komfortniveau	KB _{Fmax} -Werte
Hoher Komfort	KB _{Fmax} < 0,2
Mittlerer Komfort	0,2 ≤ KB _{Fmax} ≤ 1,0
Geringer Komfort/Unwohlsein	1,0 ≤ KB _{Fmax} ≤ 2,5

Tabelle 9 : Verbale Beschreibung der Anforderungen an Flächen der unterschiedlichen Bedeutungskategorien

Bedeutungs-Kategorie (BK)	Beschreibung der Anforderung
Allgemein	<p>Jede bauliche Fläche mit einer Nutzung wird einer <i>Bedeutungskategorie 0...III</i> zugeordnet. Erschütterungen bieten je nach Intensität <i>geringen Komfort, mittleren Komfort</i> oder <i>hohen Komfort</i>. Vom zeitlichen Auftreten her können Erschütterungsintensitäten <i>quasi ständig</i> innerhalb eines gewissen Niveaus sein - oder <i>häufig</i> ein gewisses höheres Niveau erreichen – oder <i>selten</i> ein noch höheres Niveau überschreiten.</p> <p>Die zu schaffenden Mindestanforderungen werden über das Zusammenspiel der vorgenannten Aspekte Bedeutungskategorie, Komfortniveau und Auftretenshäufigkeit definiert. Die dann planmäßig vorherrschende Situation wird nachfolgend beschrieben.</p>
III	Für einen Bereich mit einer Nutzung nach der Bedeutungskategorie III (z.B. Krankenhaus) muss stets ein Umfeld mit hohem Komfort vorherrschen. Nur selten (Bemessungssituation im Grenzzustand „selten“) darf die Einwirkung größer sein. Sie darf in keinem Fall ein Maß mit geringem Komfort oder Unwohlsein erreichen.
II	Für einen Bereich mit einer Nutzung nach der Bedeutungskategorie II (z.B. Wohnen, Schlafen) muss ein hoher Komfort vorherrschen. Es dürfen aber häufiger auch Ereignisse mit mittlerem Komfort auftreten. Erschütterungen, die geringen Komfort oder gar Unwohlsein hervorrufen, dürfen nur selten auftreten.
I	Bereiche mit einer Nutzung nach der Bedeutungskategorie I können zwar auch derart gestaltet sein, dass sie hohen Komfort bieten. Es ist aber zulässig, dass quasi ständig die hierfür erforderlichen Grenzen überschritten werden. Ferner dürfen häufig auch Einwirkungen auftreten, die nicht mehr dem mittleren Komfort zuzuordnen sind, sondern geringen Komfort haben und ggf. Unwohlsein hervorrufen. In seltenen Situationen dürfen Ereignisse unkomfortabel und belästigend sein.
0	Bereiche, die der Bedeutungskategorie 0 zugeordnet sind, können zwar auch so sein, dass sie hohen Komfort oder auf mittleren Komfort aufweisen. Es darf aber quasi ständig auch ein nur geringer Komfort vorherrschen. Häufig dürfte es auch zu belästigenden Einwirkungssituationen kommen, die allgemein Unwohlsein hervorrufen können.

Tabelle 10: Einzuhaltende Anhaltswerte für Wohngebäude

	[DIN 4150-2] Wohn- und Bürogebäude Zeile 4		VDI 2038	
	Tags	Nachts	häufig BKII	selten BKI BKII
A_u unterer Anhaltswert	0,20	0,15		
A_o oberer Anhaltswert	5,00	0,30	0,2	1,0
A_r zeitbewerteter Anhaltswert	0,10	0,07		

4.2.4 Sekundärer Luftschall

Für die Beurteilung der Einwirkungen aus dem sekundären Luftschall gibt es keine einheitlichen Richtwerte. Eine Beurteilungsmöglichkeit ist in dem [Leitfaden für den Planer] mit Tabelle 11 gegebenen, wobei die Zeile 3 anzusetzen wäre. Geräuschspitzen L_{sek} dürfen 10 dB(A) über dem Immissionsrichtwert liegen. In vielen Fällen, so bei oberirdischen Eisenbahnstrecken überwiegt in der Regel der gleichzeitig direkt einfallende Luftschall. Unter bestimmten Umständen z.B. hinter einer Lärmschutzwand oder bei Tunnel kann der sekundäre Luftschall, der von den Raumbegrenzungsflächen abgestrahlt wird, einen beträchtlichen Anteil am gesamten Innenraumpegel einnehmen. Die Beurteilung erfolgt daher in den meisten Fällen gemeinsam mit dem primären Luftschall mit folgender Tendenz: überwiegt der primäre Luftschall kann der Richtwert für den sekundären Luftschall höher gewählt werden, ohne dass es zu Belästigungen kommt. Dominiert wegen einer starken Minderung des primären Luftschalls der sekundäre Luftschall, können schon geringe Werte des sekundären Luftschallpegels störend sein.

Nach der TA-Lärm sollte in Wohn- und Schlafräumen während der Nachtzeit der Beurteilungspegel 25 dB(A) nicht überschreiten und Schallpegelspitzen nicht über 35 dB(A) liegen. Diese Abstufung ist für Büroräume nicht erforderlich, da hier eine nächtliche Nutzung eher die Ausnahme und dann zum Zwecke der Arbeit gegeben ist.

Tabelle 11: Immissionsrichtwerte für zumutbare Innenraumpegel L_{sek} (Mittelungspegel) bei geschlossenem Fenster bei Neubau-Strecken (ohne Vorbelastung), [DB Leitfaden Planer]

Zeile	Nutzung	Wohnräume/Tag L_{sek} (in dB(A))	Schlafräume/Nacht L_{sek} (in dB(A))
1	Krankenhäuser, Schulen, Kurheime, Altenheime	33	28
2	reine und allg. Wohngebiete u. Kleinsiedlungsgebiete	35	30
3	Kern-, Dorf- und Mischgebiete	40	35
4	Gewerbegebiete	45	40

Tabelle 12: Immissionsrichtwerte nach TA-Lärm

Zeile	Nutzung	Immissionsorte außerhalb von Gebäuden		Immissionsorte innerhalb von Gebäuden oder bei Körperschallübertragung	
		tags dB(A)	nachts	tags dB(A)	nachts
A	Industriegebiete	70	70	35	25
B	Gewerbegebiete	65	50		
C	Kerngebiete, Dorfgebiete und Mischgebiete	60	45		
D	Allgemeine Wohngebiete und Kleinsiedlungsgebiete	55	40		
E	Reine Wohngebiete	50	35		
F	Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten	45	35		
	Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen	30	20	10	10

Das Gebiet am Studio seitlich des geplanten Straßenbahnhofs ist gemäß Bebauungsplanung ein Gewerbegebiet, ebenso der Bereich entlang der Einfahrtstrecke ab der Wendeschleife. Die weiteren Bereiche in zweiter Reihe sind ein Sondergebiet -Medien gemäß §11 BauNVO.

5 Begutachtung Erschütterungsemissionen Bauphase

5.1 Allgemeines

Die Bauphase unterteilt sich in die Baufeldfreimachung, die Herstellung des Planums/der Baugruben und die Bauphase als solche.

Während der Baufeldfreimachung werden bei dem Aufbruch der auf dem Gelände vorhandenen Bodenplatten erschütterungsemitternde Verfahren zum Einsatz kommen. Dies sind Abbruchhammer und Baggerarbeiten. Die sonstigen Erdbauarbeiten sind erschütterungstechnisch nicht relevant.

Bei der Herstellung des Planums sind Erdbauarbeiten mit LKW-Fahrten, Baggern und im Wesentlichen Bodenverdichtungsarbeiten erschütterungsrelevant. Wegen der Abstandsverhältnisse kann damit gerechnet werden, dass die Baugruben frei geböscht werden. Dennoch wird in der Prognose auch das Einbringen von Spundbohlen mittels Vibrationsrammung betrachtet. Zusätzlich werden Bohrarbeiten für die Fahrleitungsmasten geprüft.

Die Bauphase als solche (die Gleisbauarbeiten, die Herstellung der Bauwerke auf dem Straßenbahnbetriebshofgelände) ist erschütterungstechnisch nicht relevant.

Es wird davon ausgegangen, dass die Bautätigkeiten tagsüber zwischen 7 Uhr und 20 Uhr durchgeführt werden. Die Bautätigkeiten sind keine stationären bzw. lokalen Vorgänge, sondern werden sich über das ganze Baufeld bzw. den Abbruchbereich der Bodenplatten erstrecken. Zum Beispiel werden Bodenverdichtungsarbeiten über das gesamte Baufeld durchzuführen sein. Daraus folgt, dass die Erschütterungen bei der größten Annäherung an die zu schützende Bebauung am größten sind, diese aber nicht die ganze Zeit in dieser Entfernung durchgeführt werden. Folglich ergibt sich, dass mögliche zeitliche Einschränkungen dadurch gemindert werden können, dass auf dem Baufeld in variierenden Bereichen gearbeitet wird.

Der minimale Abstand der Arbeiten zur zu schützenden Bebauung beträgt 10 m bis 80 m. Die Erschütterungsprognose erfolgt daher für diesen Entfernungsbereich. Ferner erfolgt die Erschütterungsprognose für das im Mittel zu erwartende Einwirkungsniveau als auch für die Erschütterungen, die in ungünstigen Fällen auftreten können.

5.2 Abbrucharbeiten

Die Abbrucharbeiten der vorhandenen Bodenplatten werden voraussichtlich mit einem Abbruchhammer und Baggerarbeiten durchgeführt. In den Tabellen 13 und 14 sind die Ergebnisse der Erschütterungsprognose für die Fundamenterschütterungen und die Erschütterungen in der obersten Deckenebene wiedergegeben. Der Abstand der nächsten Bebauung beträgt 50 m.

Tabelle 13: Erschütterungsprognose Aufbruch Bodenplatte, Abbruchhammer

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
						Fundament				Obergeschoss
R	vFm	v95m	vdm	vd95	AW	NW	vogm	vog95	AW	NW
[m]	[mm/s]	[mm/s]	[mm/s]	[mm/s]	[mm/s]	[%]	[mm/s]	[mm/s]	[mm/s]	[%]
10	1.5	2.9	4.4	8.7	5.0	87%..175%	3.6	7.3	5.0	73% ..145%
20	1.0	2.1	3.1	6.2	5.0	62%..123%	2.6	5.1	5.0	51% ..103%
30	0.8	1.7	2.5	5.0	5.0	50%..101%	2.1	4.2	5.0	42% .. 84%
40	0.7	1.5	2.2	4.4	5.0	44% .. 87%	1.8	3.6	5.0	36% .. 73%
50	0.7	1.3	2.0	3.9	5.0	39% .. 78%	1.6	3.3	5.0	33% .. 65%
60	0.6	1.2	1.8	3.6	5.0	36% .. 71%	1.5	3.0	5.0	30% .. 59%
70	0.5	1.1	1.6	3.3	5.0	33% .. 66%	1.4	2.7	5.0	27% .. 55%
80	0.5	1.0	1.5	3.1	5.0	31% .. 62%	1.3	2.6	5.0	26% .. 51%
<p>R=Entfernung in [m];</p> <p>v=maximale Schwinggeschwindigkeit in [mm/s] mit Index</p> <p>AW=Anhaltswert in [mm/s] DIN 4150-3 hinsichtlich Gebäudeschäden.</p> <p>NW=Nachweis in [%] (Verhältnis v/AW)</p> <p>F=Fundament D=Deckenmitte, OG=oberstes Vollgeschoss Außenwand, m=Mittelwert, 95%=95%-Fraktile</p>										

Tabelle 14: Erschütterungsprognose Aufbruch Bodenplatte, Baggerarbeiten

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
						Fundament				Obergeschoss
R	vFm	v95m	vdm	vd95	AW	NW	vogm	vog95	AW	NW
[m]	[mm/s]	[mm/s]	[mm/s]	[mm/s]	[mm/s]	[%]	[mm/s]	[mm/s]	[mm/s]	[%]
10	1.5	2.9	4.4	8.7	5.0	87% ..175%	3.6	7.3	5.0	73% ..145%
20	1.0	2.1	3.1	6.2	5.0	62% ..123%	2.6	5.1	5.0	51% .. 103%
30	0.8	1.7	2.5	5.0	5.0	50% ..101%	2.1	4.2	5.0	42% .. 84%
40	0.7	1.5	2.2	4.4	5.0	44% .. 87%	1.8	3.6	5.0	36% .. 73%
50	0.7	1.3	2.0	3.9	5.0	39% .. 78%	1.6	3.3	5.0	33% .. 65%
60	0.6	1.2	1.8	3.6	5.0	36% .. 71%	1.5	3.0	5.0	30% .. 59%
70	0.5	1.1	1.6	3.3	5.0	33% .. 66%	1.4	2.7	5.0	27% .. 55%
80	0.5	1.0	1.5	3.1	5.0	31% .. 62%	1.3	2.6	5.0	26% .. 51%

Aus der Berechnung kann entnommen werden, dass die Abbrucherschütterungen (Abbruchhammer und Baggerabbruch) in 50 m Entfernung

- unterhalb der Anhaltswerte der DIN 4150-3 liegen. Erschütterungsbedingte Schäden während der Abbrucharbeiten sind an der Nachbarbebauung nicht zu erwarten.
- Im Abstand von 50 m kann auf Geschosdecken mit Erschütterungen bis 4 mm/s gerechnet werden, was nur Grenzfall sein sollte. In diesem Fall sind die Anhaltswerte nach DIN 4150-2 hinsichtlich einer erheblichen Belästigungswirkung mit $KB_{Fmax} = 1,9$ unter dem Anhaltswert $A_0=5,0$. Die Erschütterungen werden wahrnehmbar sein, aber nicht erheblich belästigend im Sinne der DIN 4150-3
- Die Durchführung von begleitenden Schwingungsmessungen als Kontrollmessung ist zu empfehlen, um ggf. die Arbeiten zu pausieren und entsprechende Gegenmaßnahmen ergreifen zu können.

5.3 Erdbauarbeiten und Bodenverdichtung

Für die Einebnung der Straßenbahnbetriebshoffläche sind Erdbauarbeiten notwendig, von denen insbesondere die Bodenverdichtungsarbeiten erschütterungstechnisch relevant sind. Zugleich wird eine Prognose für das Einbringen von Spundbohlen und Bohrarbeiten für die Errichtung der Fahrleitungsmasten vorgenommen. Für die Bodenverdichtung wird mit Walzenzügen bis 7 t gerechnet. Für die Spundwandarbeit wird davon ausgegangen, dass eine geregelte Vibrationsramme eingesetzt wird. Die Ergebnisse sind in den Tabellen 15 bis 17 zusammengestellt.

Daraus ergeben sich folgende Schlussfolgerungen für die Bodenverdichtung:

- **Bei den Bodenverdichtungsarbeiten mit Walzenzügen treten vergleichsweise große und langandauernde Erschütterungen auf, die bei Annäherung an die Nachbargebäude bis 30 m rechnerisch zu Überschreitungen der Anhaltswerte nach DIN 4150-3 führen.**

Daraus ergeben sich folgende Empfehlungen:

- **Eingesetzte Walzenzüge sollen die Option der Horizontalverdichtung / Oszillationsverdichtung haben. Diese Funktion kann bei Bedarf zugeschaltet werden. Sie reduziert die Erschütterungswirkung, erhöht aber den Bedarf an Walzenfahrten.**
- **Es sind begleitende Schwingungsmessungen an den Gebäuden mit Abstand < 40 m zum Verdichtungsbereich durchzuführen.**

Für gegebenenfalls einzubringende Spundbohlen ergeben sich folgende Aussagen:

- **Das Einbringen von Spundbohlen auf dem Grundstück ist rechnerisch unter Einhaltung der Anhaltswerte nach DIN 4150-3 möglich.**
- **Der Einsatz geregelter Vibrationsrammen mit ausreichender Leistung und Anregungsfrequenzen wird vorausgesetzt.**
- **Eine messtechnische Überwachung im Bereich unter 30 m im Annäherungsbereich an die Bebauung ist nur stichprobenartig als Einzelmessung notwendig.**

Bohrarbeiten führen nicht zu relevanten Erschütterungen.

Tabelle 15: Erschütterungsprognose Bodenverdichtung, Walzenzug 7 t

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
						Fundament				Obergeschoss
R	vFm	v95m	vdm	vd95	AW	NW	vogm	vog95	AW	NW
[m]	[mm/s]	[mm/s]	[mm/s]	[mm/s]	[mm/s]	[%]	[mm/s]	[mm/s]	[mm/s]	[%]
10	1.1	2.9	3.4	6.8	5.0	68%..137%	2.8	5.7	5.0	57% ..114%
20	1.4	3.7	4.3	8.7	5.0	87% ..173%	3.6	7.2	5.0	72% ..144%
30	1.0	2.4	2.9	5.8	5.0	58% .. 115%	2.4	4.8	5.0	48% .. 96%
40	0.7	1.8	2.2	4.3	5.0	43% .. 87%	1.8	3.6	5.0	36% .. 72%
50	0.6	1.5	1.7	3.5	5.0	35% .. 69%	1.4	2.9	5.0	29% .. 58%
60	0.5	1.2	1.4	2.9	5.0	29% .. 58%	1.2	2.4	5.0	24% .. 48%
70	0.4	1.0	1.2	2.5	5.0	25% .. 49%	1.0	2.1	5.0	21% .. 41%
80	0.4	0.9	1.1	2.2	5.0	22% .. 43%	0.9	1.8	5.0	18% .. 36%

Tabelle 16: Erschütterungsprognose Bodenverdichtung, Vibrationsrammung Spundwand

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
						Fundament				Obergeschoss
R	vFm	v95m	vdm	vd95	AW	NW	vogm	vog95	AW	NW
[m]	[mm/s]	[mm/s]	[mm/s]	[mm/s]	[mm/s]	[%]	[mm/s]	[mm/s]	[mm/s]	[%]
10	1.9	5.0	2.9	7.5	5.0	58% .. 151%	2.9	7.5	5.0	58% .. 151%
20	1.0	2.5	1.5	3.8	5.0	29% .. 75%	1.5	3.8	5.0	29% .. 75%
30	0.6	1.7	1.0	2.5	5.0	19% .. 50%	1.0	2.5	5.0	19% .. 50%
40	0.5	1.3	0.7	1.9	5.0	15% .. 38%	0.7	1.9	5.0	15% .. 38%
50	0.4	1.0	0.6	1.5	5.0	12% .. 30%	0.6	1.5	5.0	12% .. 30%
60	0.3	0.8	0.5	1.3	5.0	10% .. 25%	0.5	1.3	5.0	10% .. 25%
70	0.3	0.7	0.4	1.1	5.0	8% .. 22%	0.4	1.1	5.0	8% .. 22%
80	0.2	0.6	0.4	0.9	5.0	7% .. 19%	0.4	0.9	5.0	7% .. 19%

Tabelle 17: Erschütterungsprognose Bohrarbeiten für Leitungsmasten

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
						Funda- ment				Oberge- schoss
R	vFm	v95m	vdm	vd95	AW	NW	vogm	vog95	AW	NW
[m]	[mm/s]	[mm/s]	[mm/s]	[mm/s]	[mm/s]	[%]	[mm/s]	[mm/s]	[mm/s]	[%]
10	0.90	1.8	2.25	5.85	10.0	9% .. 18%	2.7	5.4	15.0	18% .. 36%
20	0.45	0.9	1.13	2.93	10.0	5% .. 9%	1.4	2.7	15.0	9% .. 18%
30	0.30	0.6	0.75	1.95	10.0	3% .. 6%	0.9	1.8	15.0	6% .. 12%
40	0.23	0.5	0.56	1.46	10.0	2% .. 5%	0.7	1.4	15.0	5% .. 9%
50	0.18	0.4	0.45	1.17	10.0	2% .. 4%	0.5	1.1	15.0	4% .. 7%
60	0.15	0.3	0.38	0.98	10.0	1% .. 3%	0.5	0.9	15.0	3% .. 6%
70	0.13	0.3	0.32	0.84	10.0	1% .. 3%	0.4	0.8	15.0	3% .. 5%
80	0.11	0.2	0.28	0.73	10.0	1% .. 2%	0.3	0.7	15.0	2% .. 5%

6 Begutachtung Erschütterungsemissionen Betriebsphase

6.1 Allgemeines

Von dem Betrieb des Straßenbahnbetriebshofes gehen Erschütterungen aus, welche auf die Nachbarschaft einwirken. Diese Einwirkungen sind hinsichtlich der dort vorhandenen Firmenansiedlungen zu bewerten. Das Einwirkungsniveau ist auf einem Niveau, welches keinerlei Einfluss auf die Bausubstanz hat. Es sind daher ausschließlich Einwirkungen auf die Menschen in Gebäuden und wegen des Studiobetriebs auf deren Gebrauchstauglichkeit zu beurteilen. Anforderungen des Studiobetriebs liegen nicht vor. Aus diesem Grund werden die Beurteilungsgrundlagen nach DIN 4150-2. Die Zugrundelegung der Gebrauchstauglichkeitsanforderungen der VDI 2038 stellt eine erhöhte Anforderung an den Erschütterungsschutz und ist erforderlichenfalls auch mit Maßnahmen am Gleisbett verbunden.

Für die nachfolgenden Untersuchungen wurden am Standort Schwingungsmessungen durchgeführt, um die Ausbreitungsverhältnisse der Erschütterungen zu analysieren. Auf der Basis von Messergebnissen von Straßenbahnvorbeifahren an einem anderen Standort aus anderen Projektvorhaben werden Aussagen für die Planung des Straßenbahnhofes abgeleitet.

Der Straßenbahnverkehr auf dem Gelände des Straßenbahnhofes besteht aus den Einrückefahrten und den Ausrückefahrten sowie den Fahrten zur Wartungszwecken. Die Fahrgeschwindigkeiten auf den Rangiergleisen der Abstellanlage und der Werkstatthalle sind langsam und schwingungstechnisch nachrangig. Schwingungstechnisch relevant sind die Zufahrt zum Straßenbahnhof und die äußere Wendeschleife. Die Zufahrt ist hier voraussichtlich am stärksten frequentiert.

Die Wendeschleife ist an zweiter Stelle die Strecke mit dem geringsten Abstand zur Nachbarbebauung und mit der Möglichkeit einer erhöhten Fahrgeschwindigkeit. Daher konzentrieren sich die Untersuchungen auf die direkt angrenzenden Streckenabschnitte.

Folgende Entfernungen sind gegeben:

Ernst-Augustin-Str. 1B+1C	10 m	Zufahrt Straßenbahnhof
Am Studio 16	20 m	äußere Wendeschleife
Am Studio 18	50..70 m	äußere Wendeschleife
Am Studio 20	55 m	äußere Wendeschleife

6.2 Anlage und Durchführung der Schwingungsmessungen

6.2.1 Erschütterungsquellen

Während der Schwingungsmessungen wurde der S-Bahnverkehr der Bahn-Strecke im Abschnitt zwischen dem Haltepunkt S Adlershof (Berlin) und der Querstraße Köpenicker Straße messtechnisch erfasst. Der Umfang der während der Messkampagne erfassten Züge ist in den Tabellen 11a und 11b wiedergegeben. Der maßgebliche registrierte Verkehr war S-Bahn-Verkehr auf den Gleisen 1 und 2, welche dem zu bebauenden Grundstück am Nächsten sind. Es wurden insgesamt 48 S-Bahnvorbeifahrten messtechnisch erfasst. Die Bahn verläuft in Dammlage in rund 5 m Höhe.

Die Messungen dienten dazu das Übertragungsverhalten / die Dämpfung des ortsüblichen Untergrunds messtechnisch zu ermitteln. Weiterhin werden für die Beurteilung der Straßenbahnerschütterungen Messergebnisse von Messversuchen einer in Berlin pendelnden Tramlinie hinzugezogen. Der Grund dafür war, dass Straßenbahnen eine andere Erschütterungscharakteristik verursachen als S-Bahn Verkehr.

6.2.2 Messgeräte

Die Messungen erfolgten mit zwei 8-kanaligen Präzisions-Schwingungsmessern SMK- 4812 der Dr. Kebe Scientific Instruments GmbH und Registrierung auf einem Rechner vom Typ HP Elitebook 8560p unter Verwendung eines 16-bit A/D-Wandlers des Herstellers National Instruments mit der Software MEDA 2018 der Wölfel Messsysteme Software GmbH + Co. KG.

Weiterhin wurden die Schwinggeschwindigkeiten mit drei SYSCOM MR3000 Messgeräten registriert. Die Apparaturen entsprechen den Anforderungen der DIN 45669-1 und liefern schwinggeschwindigkeitsproportionale Signale mit einer Bandbegrenzung von 1-315 Hz. Für die Erschütterungsbeurteilung wurde nur der Frequenzanteil 4-80 Hz berücksichtigt. Für eine Beurteilung des sekundären Luftschalls wird der Frequenzbereich 20-250 Hz berücksichtigt.

6.2.3 Messorte und Messpunkte

Die Schwingungsmessungen erfolgten auf dem Grundstück Adlershof simultan an zehn Messpunkten. Die Messpunkte sind im Lageplan in Abbildung 1 eingezeichnet und in Tabelle 18 näher beschrieben. Mit dem Messaufbau wurde die Erschütterungsausbreitung im Freifeld erfasst. Um die unter gegebenen Rahmenbedingungen bestmögliche Ankopplung der Messaufnehmer zu erreichen, wurden diese eingegraben. Aufgrund der örtlichen Bedingungen zum Zeitpunkt der Messung war eine Applizierung der Aufnehmer nur in 50 cm bis 30 cm Bodentiefe möglich.

Tabelle 18: Messorte und Messpunkte Grundstück Adlershof

Messpunkt und Komp.	Messort	Standort	Aufnehmer	Ankopplung
A16 xyz	Freifeld	Ca. 16,0 m vom Abstand vom Bahngleis	SYSCOM MR3000	eingegraben
A32 xyz	Freifeld	Ca. 32,0 m vom Abstand vom Bahngleis	SYSCOM MR3000	eingegraben
A48 xyz	Freifeld	Ca. 48,0 m vom Abstand vom Bahngleis	SYSCOM MR3000	eingegraben
B16 xyz	Freifeld	Ca. 16,0 m vom Abstand vom Bahngleis	SM6	eingegraben
B32 xyz	Freifeld	Ca. 32,0 m vom Abstand vom Bahngleis	SM6	eingegraben
B48 xz	Freifeld	Ca. 48,0 m vom Abstand vom Bahngleis	SM6	eingegraben
C16 xyz	Freifeld	Ca. 38,0 m vom Abstand vom Bahngleis 2	SM6	eingegraben
C32 xyz	Freifeld	Ca. 48,0 m vom Abstand vom Bahngleis 2	SM6	3-Punkt Rundfuß
C48 z	Freifeld	Ca. 28,0 m vom Abstand vom Bahngleis 2	SM6, uniaxial z	3-Punkt Rundfuß
C68 z	Freifeld	Ca. 28,0 m vom Abstand vom Bahngleis 2	SM6, uniaxial z	3-Punkt Rundfuß

x-Komponente: horizontal in Richtung zur Bahn-Strecke, siehe Abbildung 1

y-Komponente: horizontal, senkrecht zu x

z-Komponente: vertikal

Tabelle 19: Maximale Schwinggeschwindigkeiten in mm/s – Werte im Freifeld

Messpunkt	B16z	B32z	B48z	C16z	C32z	C48z	C68z
Entfernung	16 m	32 m	48 m	16 m	32 m	48 m	68 m
Messung							
1	0.12	0.08	0.07	0.07	0.04	0.06	0.05
2	0.18	0.23	0.11	0.10	0.07	0.06	0.08
3	0.21	0.12	0.09	0.13	0.07	0.06	0.05
4	0.19	0.18	0.13	0.15	0.11	0.08	0.10
5	0.17	0.19	0.12	0.10	0.06	0.05	0.05
6	0.25	0.19	0.12	0.16	0.11	0.10	0.11
7	0.19	0.13	0.07	0.11	0.07	0.05	0.04
8	0.21	0.16	0.09	0.12	0.12	0.06	0.07
9	0.13	0.11	0.06	0.08	0.07	0.05	0.05
10	0.26	0.14	0.08	0.14	0.09	0.06	0.06
11	0.20	0.17	0.17	0.13	0.11	0.08	0.11
12	0.12	0.15	0.10	0.11	0.09	0.13	0.16
13	0.10	0.12	0.07	0.08	0.06	0.04	0.04
14	0.21	0.22	0.18	0.21	0.13	0.14	0.10
15	0.20	0.20	0.12	0.12	0.07	0.06	0.09
16	0.20	0.12	0.09	0.13	0.10	0.05	0.05
17	0.27	0.22	0.11	0.13	0.10	0.10	0.08
Anhaltswert							
Au tags nachts							
Anhaltswert							
Ar tags nachts							

6.3 Begutachtung

Von dem Betrieb des geplanten Straßenbahnbetriebshofes gehen unvermeidbar Erschütterungen aus. Die zu schützenden Objekte der gewerblichen Gebäude, Bürogebäude und Studiogebäude haben Mindestabstände von 20 m bis 80 m zu dem künftigen Betriebsgelände. Die Entfernungen beziehen sich auf die äußersten, nächstgelegenen Gleise. Die durchschnittlichen Entfernungen sind deutlich größer.

Die durchgeführten Schwingungsmessungen infolge des angrenzenden Bahnverkehrs wurden analysiert und bewertet. Die Erschütterungswirkung im Freifeld liegt bereits im Abstand von 16 m unter der Erheblichkeitsschwelle. Die Erheblichkeitsschwelle wird nur zu 12% bis 80% erreicht. Erst ab dieser Größenordnung sind die Einwirkungen relevant.

Der Straßenbahnverkehr und der S-Bahn-Verkehr, welcher als Referenz herangezogen wurde, sind nur mittelbar miteinander vergleichbar. Einerseits unterscheiden sich die Emissionsspektren der Schienenverkehrsfahrzeuge. Der S-Bahn-Verkehr verläuft auf einer Dammlage, was insgesamt als Schwingungsreduzierend anzusehen ist. Der Bahnbetrieb des Straßenbahnbetriebshofes ist ebenerdig zu dem Gelände Am Studio. Andererseits wird der Bahnbetrieb des Straßenbahnbetriebshofes mit geringeren Fahrtgeschwindigkeiten betrieben. Erschütterungserhöhend sind die vorhandenen Weichen auf dem Gelände.

Die direkt angrenzende Bebauung befindet sich auf Flächen, die teils als Gewerbegebiet ausgewiesen sind. Lediglich in zweiter Reihe befinden sich Gebäude auf Flächen, die als Sondergebiet – Medien ausgewiesen sind. Die Berechnungen ergeben, dass bei Betrieb des Straßenbahnbetriebshofes die Anforderungen der DIN 4150-2 für Einwirkungen durch Erschütterungen auf Menschen in Gebäuden und der DIN 4150-3 für Einwirkungen durch Erschütterungen auf bauliche Anlagen in den benachbarten zu schützenden Gebäuden unter Berücksichtigung der Gebietseinteilung gemäß aktuellem Bebauungsplan (B-Plan) eingehalten werden.

Unter Berücksichtigung der Gebietseinstufungen gemäß B-Plan sind keine baulichen schwingungsmindernden Maßnahmen erforderlich.

Darüber hinaus ist davon auszugehen, dass die Gebäude, die vor 2008 errichtet worden sind, bereits unter Berücksichtigung des im B-Plan festgesetzten Bahngeländes erbaut wurden.

7 Zusammenfassung

Begutachtung Erschütterungsemissionen Bauphase

Während der Bauphase sind Erschütterungen durch Abbrucharbeiten, das Einbringen von Spundbohlen mittels Vibrationsrammung und Bodenverdichtungsmaßnahmen möglich. Erd- und Bohrarbeiten rufen keine relevanten Erschütterungen hervor. Der minimale Abstand zwischen Baufeld und der angrenzenden Bebauung beträgt je nach betrachtetem Nachbargebäude ca. 10 m bis 80 m.

Erschütterungsbedingte Schäden während der **Abbrucharbeiten** sind an der Nachbarbebauung nicht zu erwarten. Im Abstand von 50 m werden kurzzeitig leichte Vibrationen auf den Geschosdecken wahrnehmbar sein, die jedoch deutlich unterhalb der geregelten Grenzwerte liegen und als nicht erheblich belästigend im Sinne der DIN 4150-3 einzustufen sind. Es sind keine besonderen Schutzmaßnahmen hinsichtlich der Erschütterungen für die Abbrucharbeiten erforderlich.

Bei **Bodenverdichtungsarbeiten** treten vergleichsweise große und langandauernde Erschütterungen auf, die bei Annäherung an die Nachbargebäude ab 30 m auf Basis der Berechnungen zu Überschreitungen der Anhaltswerte nach DIN 4150-3 führen können. Eingesetzte Walzenzüge im Umkreis von 30 m zu angrenzenden Gebäuden sollten daher über die Funktion der Horizontalverdichtung / Oszillationsverdichtung verfügen, um Überschreitungen der Anhaltswerte zu vermeiden. Sie reduziert die Erschütterungseinwirkungen, erhöht aber den Bedarf an Walzenfahrten.

Das **Einbringen von Spundbohlen** ist auf dem Grundstück unter Einhaltung der Anhaltswerte nach DIN 4150-3 möglich. Es sind regelbare Hochfrequenz-Vibrationsrammen mit ausreichender Leistung und entsprechenden Anregungsfrequenzen einzusetzen, damit die Anhaltswerte eingehalten werden können.

Die Durchführung von begleitenden Schwingungsmessungen als Kontrollmessung ist bei diesen Arbeiten zu empfehlen.

Einzelheiten werden im Logistikkonzept berücksichtigt.

Begutachtung Erschütterungsemissionen Betriebsphase

Die durchgeführten Schwingungsmessungen infolge des angrenzenden Bahnverkehrs wurden analysiert und bewertet. Die Erschütterungswirkung im Freifeld liegt bereits im Abstand von 16 m unter der Erheblichkeitsschwelle. Die Erheblichkeitsschwelle wird nur zu 12% bis 80% erreicht. Erst ab dieser Größenordnung sind die Einwirkungen relevant.

Die direkt angrenzende Bebauung befindet sich auf Flächen, die teils als Gewerbegebiet ausgewiesen sind. Lediglich in zweiter Reihe befinden sich Gebäude auf Flächen, die als Sondergebiet – Medien ausgewiesen sind. Die Berechnungen ergeben, dass bei Betrieb des Straßenbahnbetriebshofes die Anforderungen der DIN 4150-2 für Einwirkungen durch Erschütterungen auf Menschen in Gebäuden und der DIN 4150-3 für Einwirkungen durch Erschütterungen auf bauliche Anlagen in den benachbarten zu schützenden Gebäuden unter Berücksichtigung der Gebietseinteilung gemäß aktuellem Bebauungsplan (B-Plan) eingehalten werden.

Unter Berücksichtigung der Gebietseinstufungen gemäß B-Plan sind keine baulichen schwingungsmindernden Maßnahmen erforderlich.

Darüber hinaus ist davon auszugehen, dass die Gebäude, die vor 2008 errichtet worden sind, bereits unter Berücksichtigung des im B-Plan festgesetzten Bahngeländes erbaut wurden.

UNTERLAGE ~~8.5.2~~ 8.6.2

Schallimmissionsprognose

Unterlage

Bezeichnung

Zusammenfassung Schallimmissionsprognose

Erläuterungsbericht Schallimmissionsprognose

ergänzende Schallimmissionsprognose nach Planungsanpassungen
(Oktober 2023)

2	DB	ergänzende Schallimmissionsprognose neu unter Punkt 8.6.2 auf dem Deckblatt eingefügt	25.10.23	Kostka	Kostka
1	82	ergänzende Schallimmissionsprognose hinzugefügt	25.10.23	Imelmann	Imelmann
Nr.	Seite	Art der Änderung	Datum	bearbeitet	aufgestellt

Ort Berlin Treptow-Köpenick					
Bauteil BFADL - Neubau Straßenbahnbetriebshof Adlershof					
Planfeststellung			Schallimmissionsprognose		
	Berliner Verkehrsbetriebe <i>Anstalt des öffentlichen Rechts</i>		Unterlage:	8.5.2 8.6.2	
			Seiten: Pläne: Anlagen:	84 96 -- --	
Der Betriebsleiter Straßenbahn im Original gezeichnet: Heisel Datum: Berlin, 18.01.2021		Bauherr Immobilienmanagement und -projekte im Original gezeichnet: Johannesson Datum: Berlin, 18.01.2021		Koordinierung und Begleitung Genehmigungsverfahren 	
Antragsteller: Berliner Verkehrsbetriebe BI-GP Im Original gezeichnet: Johannesson Berlin, 18.01.2021			Planfeststellungsbehörde:		
Der Plan hat vom ____ 202__ bis zum 202__ öffentlich ausgelegen.					
Anhörungsbehörde: Berlin, ____ 202__					

Zusammenfassung

Die Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) planen in Berlin Treptow-Köpenick OT Adlershof auf der Fläche des ehemaligen „Zentralen Kohlebahnhofs“ den Bau eines neuen Straßenbahn-Betriebshofs.

Der geplante Betriebshof dient dem Abstellen von Straßenbahnfahrzeugen während der nächtlichen Betriebspause sowie der Durchführung von Reinigungs-, Wartungs- und Reparaturarbeiten. Angesichts der verkehrlichen Funktion einerseits und der Funktion einer Werkstatt andererseits wird die im Rahmen des Genehmigungsverfahrens erforderliche Schalltechnische Verträglichkeitsuntersuchung sowohl auf Grundlage der Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV als auch auf Grundlage der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm vorgenommen.

Die Untersuchung gemäß 16. BImSchV berechnet und beurteilt die Schallimmissionen von den aus dem Streckennetz einfahrenden und dorthin wieder ausfahrenden Straßenbahnfahrzeugen. Die Ergebnisse werden unter Anwendung der Immissionsgrenzwerte gemäß 16. BImSchV beurteilt. Ergänzend wird eine Gesamtlärbetrachtung vorgenommen, die auch die Vorbelastung vom Kfz-Verkehr auf den benachbarten Straßen und vom Eisenbahnverkehr berücksichtigt.

Die Untersuchung gemäß TA Lärm berechnet und beurteilt die Schallimmissionen von allen Vorgängen, die dem Arbeitslärm zugerechnet werden:

- Fahrzeugbewegungen der Straßenbahn innerhalb des Betriebshofs (Umsetzfahrten zwischen der Werkstatthalle und den Abstellgleisen)
- Pkw- und Lkw-Fahrten auf dem Betriebsgelände einschließlich der Emissionen von den Parkplätzen und der Anlieferung
- Geräusche von der Werkstatthalle und der technischen Gebäudeausrüstung

Die Beurteilung wird unter Anwendung der Immissionsrichtwerte gemäß TA Lärm vorgenommen.

Gegenstand einer Sonderuntersuchung sind die Schallimmissionen einzelner kurzzeitiger Geräuschspitzen, die im bestimmungsgemäßen Betriebsablauf auftreten. Bei einem Betriebshof der Straßenbahn handelt es sich hierbei typischerweise um das Kurvenquietschen der Straßenbahnen beim Befahren der engen Gleisbögen.

Die Eingangsgrößen der Untersuchung sind so angesetzt, dass sie im Hinblick auf die Höhe der Schallimmissionen auf der sicheren Seite liegen (Worst Case-Ansatz).

Maßgebende Immissionsorte (Berechnungspunkte) werden an allen schutzbedürftigen Objekten und Anlagen im Einwirkungsbereich des Betriebshofs definiert, an denen eine Überschreitung der Immissionsgrenzwerte gemäß 16. BImSchV beziehungsweise der Immissionsrichtwerte gemäß TA Lärm nicht von vornherein ausgeschlossen werden kann. Die Zuordnung der Immissionsorte zu den Immissionsgrenz- und -richtwerten erfolgt nach den Festsetzungen in Bebauungsplänen. Sofern diese keine entsprechenden Festsetzungen enthalten oder keine Bebauungspläne vorliegen, werden die Immissionsempfindlichkeiten auf Grundlage der Schutzbedürftigkeit festgelegt.

Die Schalltechnischen Berechnungen werden unter Anwendung der Teilstückverfahren der Richtlinien Schall 03 und RLS-90 sowie anderer Regelwerke mit dem Programmsystem IMMI 2019 (Update 2, Entwicklungsstand 05.02.2020) der Fa. Wölfel Meßsysteme Software GmbH + Co. KG durchgeführt. Die Konformität der Software mit dem Regelwerk wird vom Hersteller bestätigt. Die Ergebnisse der Schalltechnischen Berechnungen werden anhand von Schallimmissionsplänen verdeutlicht und in Tabellenform ausgewiesen.

Zur Vermeidung von resultierenden Immissionskonflikten in der Nachbarschaft (Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte gemäß 16. BImSchV beziehungsweise der Immissionsrichtwerte für Geräuschspitzen gemäß TA Lärm) sind Maßnahmen des Schallschutzes erforderlich. Diese werden nachfolgend beschrieben.

Ergebnis der Untersuchung gemäß 16. BImSchV

Nach dem Ergebnis der Untersuchung wird an benachbarten Wohnhäusern im Adlergestell der geltende Immissionsgrenzwert 49 dB(A) nachts gemäß 16. BImSchV um bis zu 4 dB(A) überschritten. Die Immissionsgrenzwertüberschreitungen treten nur an Fassaden in Richtung zum Adlergestell und auch nur in den oberen Geschossen auf.

Die Immissionsgrenzwertüberschreitungen an Gebäuden lösen Anspruchsberechtigung auf Kostenerstattung für passiven Schallschutz dem Grunde nach aus. Aus der Anspruchsberechtigung dem Grunde nach ergibt sich eine tatsächliche Anspruchsberechtigung, wenn in den durch den maßgebenden Immissionsort repräsentierten Räumen innerhalb des entsprechenden Beurteilungszeitraums eine schutzbedürftige Nutzung vorliegt und die vorhandene Schalldämmung der Außenbauteile hierfür nicht ausreicht.

In diesen Fällen sind gemäß den Festlegungen der 24. BImSchV bauliche Verbesserungen an den Umfassungsbauteilen der schutzbedürftigen Räume vorzunehmen, um das Eindringen von Verkehrslärm zu mindern. Dies bedeutet in der Regel eine Verbesserung der Fensterschalldämmung sowie den Einbau von Lüftungseinrichtungen in Schlafräumen und Räumen mit sauerstoffverbrauchender Energiequelle. Lüftungseinrichtungen sind auch dann vorzusehen, wenn die erforderliche Schalldämmung der schutzbedürftigen Räume ohne zusätzliche Schallschutzmaßnahmen bereits vorhanden ist.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Verbesserung der Fensterschalldämmung auch eine wirksame Maßnahme gegen den dort vorherrschenden Straßenverkehrs- und Bahnlärm darstellt.

Ergebnis der Untersuchung gemäß TA Lärm

Die Beurteilungspegel halten nach dem Ergebnis der Untersuchung die Immissionsrichtwerte gemäß TA Lärm an allen maßgebenden Immissionsorten ein.

Jedoch ist davon auszugehen, dass einzelne Geräuschspitzen – hervorgerufen durch das Kurvenquietschen der Straßenbahn – an bestimmten Wohnhäusern am Adlergestell sowie auf Parzellen der Kleingartenanlage an der Köpenicker Straße die dort geltenden Immissionsrichtwerte 40 dB(A) beziehungsweise 45 dB(A) nachts gemäß TA Lärm um mehr als die zulässigen 20 dB(A) überschreiten.

Die Immissionsrichtwertüberschreitungen am Adlergestell werden durch das Kurvenquietschen beim Befahren des langen Gleisbogens (Radius 25 m) zwischen den beidseitig angebundenen Abstellgleisen und der Zufahrt zur Werkstatthalle ausgelöst. Zur Reduzierung des Kurvenquietschens ist der Gleisbogen mit geeigneten stationären Flankenschmier- und Schienenkopfkonditionierungsanlagen auszurüsten. Die akustische Wirksamkeit der Anlagen ist nach Inbetriebnahme des Betriebshofs zu überprüfen. Sollte sich hierbei herausstellen, dass das Kurvenquietschen nicht hinreichend wirksam reduziert werden kann, ist am Gleisbogen nachträglich eine geeignete Lärmschutzwand anzuordnen.

Die Immissionsrichtwertüberschreitungen auf der Kleingartenanlage werden durch das Kurvenquietschen beim Befahren der Gleisbögen auf der Südostseite des Betriebshofs ausgelöst. Sie betreffen die Parzellen P1, P3, P4a, P5, P5a, P6/7, P8/9, P10, P10a, P96 und P97.

Ein wirksamer Schutz der Parzellen könnte bereits durch die künftige Bebauung der Gewerbeflächen GE1 und GE2 sichergestellt sein, falls die Gebäude aufgrund ihrer Anordnung, der horizontalen Ausdehnung und ihrer Höhe zu einer entsprechenden Abschirmung führen. Eine Konkretisierung dieser Aussage ist zum jetzigen Zeitpunkt allerdings nicht möglich, da die im Bebauungsplan festgesetzten Baugrenzen keinen Rückschluss auf die Auswirkungen der Gebäude auf das Schallfeld zulassen.

Die vorliegende Untersuchung geht im Rahmen eines Worst Case-Ansatzes davon aus, dass die Gewerbeflächen zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme des Betriebshofs weiterhin unbebaut sind und berücksichtigt keine Gebäudeabschirmung. In diesem Fall müssen die Immissionsrichtwertüberschreitungen auf den Parzellen

der Kleingartenanlage durch den Bau von zwei Lärmschutzwänden bewältigt werden. Sie sind entlang der südöstlichen Grundstücksgrenze des Betriebshofs auf beiden Seiten der Kfz-Zufahrt anzuordnen und als LSW1 und LSW2 im Schalltechnischen Lageplan Bild 1 des Untersuchungsberichts eingetragen.

Die akustisch relevanten Parameter der Lärmschutzwände sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

	Länge	Höhe ü. Boden	Fläche	Oberfläche innen (Seite Betriebshof)	Oberfläche außen (Seite Nachbarschaft)
LSW1 (kurzer Flügel)	16 m	2,50 m	40 m ²	keine Vorgabe	keine Vorgabe
LSW1 (langer Flügel)	60 m	2,50 m	150 m ²	keine Vorgabe	absorbierend (– 4 dB)
LSW2	60 m	2,50 m	150 m ²	keine Vorgabe	absorbierend (– 4 dB)

Die gesamte Fläche beider Lärmschutzwände beträgt 340 m². Bei einem beispielhaften Kostenansatz von ca. 500 €/m² ist mit Gesamtkosten von 170.000 € zu rechnen.

Sollten die Gewerbeflächen bis zur Inbetriebnahme des Betriebshofs bebaut sein, ist das Erfordernis der Lärmschutzwände in einer späteren Untersuchung erneut zu überprüfen. Sofern weiterhin erforderlich, ist bei deren Dimensionierung der Einfluss der Bebauung zu berücksichtigen. Gegebenenfalls können die Lärmschutzwände verkürzt werden oder ganz entfallen.

Unter der Voraussetzung, dass die vorgeschlagenen aktiven und passiven Schallschutzmaßnahmen zur Bewältigung der Immissionskonflikte realisiert werden, bestehen aus Sicht des Schallimmissionsschutzes gegen den Bau des Straßenbahn-Betriebshofs keine Bedenken.

Schalltechnische Untersuchung Nr. 915.2

Schallimmissionsprognose BFADL - Neubau Straßenbahnbetriebshof Adlershof

Inhalt:	Neubau des Straßenbahn-Betriebshofes Adlershof der BVG. Prognose der Schallimmissionen im Einwirkungsbereich. Untersuchungen auf Grundlage der Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV und der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm.												
Auftraggeber:	Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) AöR Bereich Immobilienmanagement und -projekte VBI-GP (IPlz: 15400) Trebbiner Straße 6 10963 Berlin												
Ortstermin:	Sonntag, d. 07. Juli 2019												
Anmerkung:	Der Bericht umfasst insgesamt 74 Seiten. <table><tr><td>Text</td><td>Seiten</td><td>1 bis</td><td>50</td></tr><tr><td>Tabellen</td><td>Seiten</td><td>T 1 bis</td><td>T 16</td></tr><tr><td>Pläne</td><td>Seiten</td><td>B 1 bis</td><td>B 8</td></tr></table> Der Bericht soll nur in Gänze an Dritte weitergegeben werden. Ein auszugsweises Zitieren ist mit dem Verfasser abzustimmen.	Text	Seiten	1 bis	50	Tabellen	Seiten	T 1 bis	T 16	Pläne	Seiten	B 1 bis	B 8
Text	Seiten	1 bis	50										
Tabellen	Seiten	T 1 bis	T 16										
Pläne	Seiten	B 1 bis	B 8										

Berlin-Charlottenburg,
im Oktober 2020



Dipl.-Ing. Chr. Imelmann

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	5
2	Beschreibung des Vorhabens aus akustischer Sicht, Aufgabenstellung	10
3	Verwendete Unterlagen, Grundlagen der Untersuchung	12
3.1	Lagepläne	12
3.2	Höhenmodell	13
3.3	Betriebsprogramm Straßenbahn	14
3.4	Pkw- und Lkw-Verkehr auf dem Betriebshof	15
3.5	Vorbelastung durch den Kfz-Verkehr auf den angrenzenden Straßen	15
3.6	Vorbelastung durch den Eisenbahnverkehr	16
3.7	Immissionsempfindlichkeiten der Nachbarschaft	17
3.8	Gesetze, Verordnungen, Richtlinien	20
4	Grundlagen der Untersuchung	21
4.1	Abgrenzung zwischen 16. BImSchV und TA Lärm	21
4.2	Maßgebende Immissionsorte	22
5	Schalltechnische Berechnungen	23
5.1	Schallimmissionen vom Straßenbahn- und Eisenbahnverkehr	24
5.1.1	Straßenbahnverkehr	24
5.1.2	Eisenbahnverkehr	27
5.2	Schallimmissionen vom Kfz-Verkehr	27
5.3	Gesamtlärmbetrachtung	29
6	Durchführung der Untersuchungen	30
6.1	Untersuchung gemäß 16. BImSchV	30
6.2	Untersuchung gemäß TA Lärm	30
6.2.1	Schallimmissionen von Straßenbahnfahrten (Umsetzfahrten)	31
6.2.2	Schallimmissionen von Kfz-Fahrten einschl. Anlieferung	32
6.2.3	Schallimmissionen von der Werkstatthalle	35
6.2.4	Schallimmissionen von einzelnen kurzzeitigen Geräuschspitzen	36

7	Ergebnisse ohne aktiven Schallschutz	37
7.1	Schallimmissionspläne	37
7.2	Beurteilungspegel an den maßgebenden Immissionsorten	39
8	Immissionskonflikte	41
8.1	Immissionskonflikte aus der Untersuchung gemäß 16. BImSchV (Spalte 206)	42
8.2	Immissionskonflikte aus der Untersuchung gemäß TA Lärm (Spalte 414)	43
9	Schutzmaßnahmen	44
9.1	Immissionsgrenzwertüberschreitungen aus der Untersuchung gemäß 16. BImSchV	44
9.2	Immissionsrichtwertüberschreitungen aus der Untersuchung der Geräuschspitzen gemäß TA Lärm	46
10	Ergebnisse mit aktivem Schallschutz	47
11	Ergänzende Hinweise zu den Ergebnissen	48
11.1	Schallimmissionsverhältnisse an den Studiogebäuden	48
11.2	Bebauung und Nutzung der Gewerbeflächen des B-Plans 9-41	48
11.3	Genauigkeitsbetrachtung	49
12	Fazit	50

Verzeichnis der Tabellen und Bilder

Tabelle 1.1	Beispielhafte Berechnung von Straßenbahn-Emissionsspektren gemäß Schall 03 (gerades Gleis, straßenbündiger Bahnkörper, v = 30 km/h, 14 Züge tags / 57 Züge nachts)	T 1
Tabelle 1.2	Beispielhafte Berechnung von Straßenbahn-Emissionsspektren gemäß Schall 03 (Gleisbogen m. Kurvengeräusch, straßenbündiger Bahnkörper, v = 50 km/h, 14 Züge tags / 57 Züge nachts)	T 2
Tabelle 2.1	Beispielhafte Berechnung von Eisenbahn-Emissionsspektren gemäß Schall 03 (hier: RB-E auf Strecke 6142)	T 3
Tabelle 2.2	Zusammenfassung der Emissionsspektren (DB Strecken 6007, 6142 und 6144 in der Prognose 2030)	T 4
Tabelle 3	Emissionspegel des Kfz-Verkehrs	T 5
Tabelle 4	Ergebnisse der Schalltechnischen Untersuchungen (ohne Berücksichtigung aktiver Schallschutzmaßnahmen)	
Tabelle 4.1	Immissionsorte in allgemeinen Wohngebieten	T 6
Tabelle 4.2	Immissionsorte in Kern-, Dorf- und Mischgebieten	T 7
Tabelle 4.3	Immissionsorte in Gewerbegebieten	T 8, T 9
Tabelle 4.4	Immissionsorte an Studios	T 10
Tabelle 5	Ergebnisse der Schalltechnischen Untersuchungen (mit Berücksichtigung aktiver Schallschutzmaßnahmen)	
Tabelle 5.1	Immissionsorte in allgemeinen Wohngebieten	T 11
Tabelle 5.2	Immissionsorte in Kern-, Dorf- und Mischgebieten	T 12
Tabelle 5.3	Immissionsorte in Gewerbegebieten	T 13, T 14
Tabelle 5.4	Immissionsorte an Studios	T 15
Tabelle 6	Einfügungsdämmung der Lärmschutzwände LSW 1 und LSW 2 für die Fahrgeräusche der Straßenbahnen und das Kurvenquietschen	T 16
Bild 1	Schalltechnischer Lageplan mit Eintrag der maßgebenden Immissionsorte (M 1:1.000, Format A0).....	Seite B 1
Bild 2.1	Vorbelastung durch den Kfz-Verkehr auf den öffentlichen Straßen	Seite B 2
Bild 2.2	Vorbelastung durch den Eisenbahnverkehr auf den Strecken 6007, 6142 und 6144 der DB AG	Seite B 3
Bild 3.1	Schallimmissionen von der Straßenbahn - Fahrzeugbewegungen im Geltungsbereich der 16. BImSchV	Seite B 4
Bild 3.2	Schallimmissionen von der Straßenbahn - Fahrzeugbewegungen im Geltungsbereich der TA Lärm	Seite B 5
Bild 3.3	Schallimmissionen vom Kfz-Verkehr (Pkw und Lkw)	Seite B 6
Bild 3.4	Schallimmissionen von der Werkstatthalle	Seite B 7
Bild 4	Wirkung der Lärmschutzwände LSW 1 und LSW 2 für die Fahrgeräusche der Straßenbahnen und das Kurvenquietschen	Seite B 8

1 Zusammenfassung

Die Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) planen den Bau eines neuen Straßenbahn-Betriebshofs in Berlin Treptow-Köpenick OT Adlershof. Hierfür ist die Fläche des ehemaligen „Zentralen Kohlebahnhofs“ vorgesehen. Einen Überblick über das Vorhaben gibt der Schalltechnische Lageplan Bild 1.

Der geplante Betriebshof dient dem Abstellen von Straßenbahnfahrzeugen während der nächtlichen Betriebspause sowie der Durchführung von Reinigungs-, Wartungs- und Reparaturarbeiten. Er hat also einerseits eine verkehrliche Funktion und andererseits die Funktion einer Werkstatt. Die vorliegende, im Rahmen des Genehmigungsverfahrens durchgeführte Schalltechnische Verträglichkeitsuntersuchung berücksichtigt dies insofern, als sie – je nach betrachteter Funktion der Anlage – sowohl auf Grundlage der Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV als auch auf Grundlage der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm vorgenommen wird.

Die Untersuchung gemäß 16. BImSchV berechnet und beurteilt die Schallimmissionen von den aus dem Streckennetz einfahrenden und dorthin wieder ausfahrenden Straßenbahnfahrzeugen. Die Berechnung erfolgt getrennt für die beiden Beurteilungszeiträume tags (von 6 bis 22 Uhr) und nachts (von 22 bis 6 Uhr). Die Ergebnisse werden unter Anwendung der Immissionsgrenzwerte gemäß 16. BImSchV beurteilt. Ergänzend wird eine Gesamtlärbetrachtung vorgenommen, die auch die Vorbelastung vom Kfz-Verkehr auf den benachbarten Straßen und vom Eisenbahnverkehr berücksichtigt.

Die Untersuchung gemäß TA Lärm berechnet und beurteilt die Schallimmissionen von allen Vorgängen, die dem Arbeitslärm zugerechnet werden:

- Fahrzeugbewegungen der Straßenbahn innerhalb des Betriebshofes (Umsetzfahrten zwischen der Werkstatthalle und den Abstellgleisen)
- Pkw- und Lkw-Fahrten auf dem Betriebsgelände einschließlich der Emissionen von den Parkplätzen und der Anlieferung
- Geräusche von der Werkstatthalle und der technischen Gebäudeausrüstung

Die Berechnung der Schallimmissionen erfolgt für den Beurteilungszeitraum tags und die volle Nachtstunde mit dem höchsten Beurteilungspegel (lauteste Nachtstunde). Die Beurteilung wird unter Anwendung der Immissionsrichtwerte gemäß TA Lärm vorgenommen.

Gegenstand einer Sonderuntersuchung sind die Schallimmissionen einzelner kurzzeitiger Geräuschspitzen, die im bestimmungsgemäßen Betriebsablauf auftreten. Bei einem Betriebshof der Straßenbahn handelt es sich hierbei typischerweise um das Kurvenquietschen der Straßenbahnen beim Befahren der engen Gleisbögen.

Die Eingangsgrößen der Untersuchung (Anzahl der Straßenbahnfahrten, Anzahl der Pkw- und Lkw-Fahrten auf dem Betriebshof, Innenschallpegel der Werkstatthalle und deren Schalldämmung, Lüftungseinrichtungen, Ansatz zum Kurvenquietschen) basieren auf Angaben der BVG und Erfahrungswerten des Unterzeichners. Sie sind so angesetzt, dass sie im Hinblick auf die Höhe der Schallimmissionen auf der sicheren Seite liegen.

Eine teilweise Überdachung des Betriebshofes (Bau einer Abstellhalle im Bereich der Gleise 1 bis 14) bleibt unberücksichtigt, da deren Errichtung noch nicht feststeht. Des Weiteren geht die Untersuchung davon aus, dass bei allen Gleisen auf dem Betriebshof ein geschlossener (schallreflektierender) Oberbau realisiert wird, der von Kfz befahren werden kann. Schließlich bleibt eine mögliche Bebauung auf den beiden Baufeldern GE1 und GE2 des Bebauungsplans 9-41 (vorliegender Vorentwurf Stand 17. Dezember 2019) unberücksichtigt, da die dort vorgesehenen Baugrenzen keinen Rückschluss auf die konkrete Stellung der künftigen Gebäude und deren Auswirkungen auf das Schallfeld zulassen. Auch diese Ansätze liegen auf der sicheren Seite.

Maßgebende Immissionsorte (Berechnungspunkte) werden an allen schutzbedürftigen Objekten und Anlagen im Einwirkungsbereich des Betriebshofes definiert, an denen eine Überschreitung der Immissionsgrenzwerte gemäß 16. BImSchV beziehungsweise der Immissionsrichtwerte gemäß TA Lärm nicht von vornherein ausgeschlossen werden kann. Die Zuordnung der Immissionsorte zu den Immissionsgrenz- und -richtwerten (kurz: Immissionswerten) erfolgt nach den Festsetzungen in Bebauungsplänen. Sofern diese keine entsprechenden Festsetzungen enthalten oder keine Bebauungspläne vorliegen, werden die Immissionsempfindlichkeiten auf Grundlage der Schutzbedürftigkeit festgelegt.

Die Immissionswerte in allgemeinen Wohngebieten werden für folgende Objekte am Adlergestell angesetzt:

Adlergestell 263,
Radickestraße 76 (Wohnheim),
Adlergestell 267-269A, 275-77, 279, 281,
Adlergestell 283 / Büchnerweg 102,
Büchnerweg 100.

Die Immissionswerte in Kerngebieten, Dorfgebieten und Mischgebieten gelten für das Nubis Bürohaus Ernst-Augustin-Straße 2 sowie für die Parzellen der Kleingartenanlage Teltowkanal III an der Köpenicker Straße.

Die Immissionswerte in Gewerbegebieten gelten für folgende Objekte:

Adlergestell 291	(Lidl / Schulung)
Ernst-Augustin-Str. 1	(Farben Frikell GmbH)
Ernst-Augustin-Str. 1B	(Corning Optical Communications GmbH)
Ernst-Augustin-Str. 1C	(Vodafone GmbH)
Ernst-Augustin-Str. 3	(System 180 GmbH)
Ernst-Augustin-Str. 5-11	(div. Gewerbebetriebe)
Am Studio 16	(Aggreko GmbH)
Am Studio 16	(Atos Deutschland GmbH, RT DE Produktions GmbH)
Am Studio 20D	(Studio Berlin GmbH, div. Gewerbebetriebe)

Für die benachbarten Studios der Studio Berlin GmbH ist eine Zuordnung zwischen der Schutzbedürftigkeit und den vorgegebenen Immissionswerten des Regelwerks, die für Immissionsorte an der Außenhaut der Gebäude gelten, nicht möglich. Daher beschränkt sich die Untersuchung bei den Studios A-F, G, K und der Halle L auf die Berechnung der zu erwartenden Schallimmissionen und verzichtet auf deren Beurteilung.

Die Schalltechnischen Berechnungen werden unter Anwendung der Teilstückverfahren der Richtlinien Schall 03 und RLS-90 sowie anderer Regelwerke mit dem Programmsystem IMMI 2019 (Update 2, Entwicklungsstand 05.02.2020) der Fa. Wölfel Meßsysteme Software GmbH + Co. KG durchgeführt. Die Konformität der Software mit dem Regelwerk wird vom Hersteller bestätigt.

Die Ergebnisse der Schalltechnischen Berechnungen werden anhand von Schallimmissionsplänen verdeutlicht und in Tabellenform ausgewiesen. Zur Vermeidung von Immissionskonflikten (Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte gemäß 16. BImSchV

beziehungsweise der Immissionsrichtwerte für Geräuschspitzen gemäß TA Lärm) sind Maßnahmen des Schallschutzes erforderlich. Diese werden nachfolgend beschrieben.

Ergebnis der Untersuchung gemäß 16. BImSchV

Nach dem Ergebnis der Untersuchung wird an benachbarten Wohnhäusern im Adlergestell der geltende Immissionsgrenzwert 49 dB(A) nachts gemäß 16. BImSchV um bis zu 4 dB(A) überschritten. Ansonsten werden die geltenden Tag- und Nachtwerte eingehalten. Die Immissionsgrenzwertüberschreitungen treten nur an Fassaden in Richtung zum Adlergestell und auch nur in den oberen Geschossen auf. Die entsprechenden Immissionsorte sind in den Tabellen 4.1 und 5.1 ausgewiesen. Die Fassaden mit Immissionsgrenzwertüberschreitung sind im Schalltechnischen Lageplan Bild 1 rot markiert.

Die Immissionsgrenzwertüberschreitungen an Gebäuden lösen Anspruchsberechtigung auf Kostenerstattung für passiven Schallschutz dem Grunde nach aus. Aus der Anspruchsberechtigung dem Grunde nach ergibt sich eine tatsächliche Anspruchsberechtigung, wenn in den durch den maßgebenden Immissionsort repräsentierten Räumen innerhalb des entsprechenden Beurteilungszeitraums eine schutzbedürftige Nutzung im Sinne von Tabelle 1, Zeile 1 der Anlage zu § 2 Abs. 2 und § 3 Abs. 1, 3 und 4 der Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung – 24. BImSchV vorliegt (Räume, die überwiegend zum Schlafen benutzt werden) und die vorhandene Schalldämmung der Außenbauteile hierfür nicht ausreicht.

In diesen Fällen sind gemäß den Festlegungen der 24. BImSchV bauliche Verbesserungen an den Umfassungsbauteilen der schutzbedürftigen Räume vorzunehmen, um das Eindringen von Verkehrslärm zu mindern. Dies bedeutet in der Regel eine Verbesserung der Fensterschalldämmung sowie den Einbau von Lüftungseinrichtungen in Schlafräumen und Räumen mit sauerstoffverbrauchender Energiequelle. Lüftungseinrichtungen sind auch dann vorzusehen, wenn die erforderliche Schalldämmung der schutzbedürftigen Räume ohne zusätzliche Schallschutzmaßnahmen bereits vorhanden ist.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Verbesserung der Fensterschalldämmung auch eine wirksame Maßnahme gegen den dort vorherrschenden Straßenverkehrs- und Bahnlärm darstellt.

Ergebnis der Untersuchung gemäß TA Lärm

Die prognostizierten Beurteilungspegel halten die Immissionsrichtwerte gemäß TA Lärm an allen maßgebenden Immissionsorten ein.

Jedoch ist davon auszugehen, dass einzelne Geräuschspitzen – hervorgerufen durch das Kurvenquietschen der Straßenbahn – an bestimmten Wohnhäusern am Adlergestell sowie auf Parzellen der Kleingartenanlage an der Köpenicker Straße im Beurteilungszeitraum nachts die dort geltenden Immissionsrichtwerte 40 dB(A) beziehungsweise 45 dB(A) gemäß TA Lärm um mehr als die zulässigen 20 dB(A) überschreiten. Dies gilt allerdings nur, falls das Kurvenquietschen nicht durch wirksame technische Maßnahmen reduziert werden kann.

Am Adlergestell werden Immissionsrichtwertüberschreitungen um mehr als 20 dB(A) durch das Kurvenquietschen beim Befahren des langen Gleisbogens (Radius 25 m) zwischen den beidseitig angebundenen Abstellgleisen und der Zufahrt zur Werkstatthalle ausgelöst (im Schalltechnischen Lageplan Bild 1 mit dem Buchstaben C gekennzeichnet). Zur wirksamen Reduzierung des Kurvenquietschens ist der Gleisbogen mit geeigneten stationären Flankenschmier- und Schienenkopfkonditionierungsanlagen auszurüsten.

Die akustische Wirksamkeit der Anlagen ist nach Inbetriebnahme des Betriebshofes zu überprüfen. Sollte sich hierbei herausstellen, dass das Kurvenquietschen nicht hinreichend wirksam reduziert werden kann, ist am Gleisbogen nachträglich eine geeignete Lärmschutzwand anzuordnen.

Auf der Kleingartenanlage werden Immissionsrichtwertüberschreitungen durch das Befahren der Gleisbögen auf der Südostseite des Betriebshofes ausgelöst (siehe Schalltechnischer Lageplan, dort Buchstaben A und B). Sie betreffen die Parzellen P1, P3, P4a, P5, P5a, P6/7, P8/9, P10, P10a, P96 und P97.

Ein wirksamer Schutz der Parzellen könnte bereits durch die künftige Bebauung der Gewerbeflächen GE1 und GE2 sichergestellt sein, falls die Gebäude aufgrund ihrer Anordnung, der horizontalen Ausdehnung und ihrer Höhe zu einer entsprechenden Abschirmung führen. Eine Konkretisierung dieser Aussage ist zum jetzigen Zeitpunkt allerdings nicht möglich, da die im Bebauungsplan festgesetzten Baugrenzen keinen Rückschluss auf die Auswirkungen der Gebäude auf das Schallfeld zulassen.

Die vorliegende Untersuchung geht im Rahmen eines Worst Case-Ansatzes davon aus, dass die Gewerbeflächen zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme des Betriebshofes weiterhin unbebaut sind und berücksichtigt keine Gebäudeabschirmung. In diesem Fall müssen die Immissionsrichtwertüberschreitungen auf den Parzellen der Kleingartenanlage durch den Bau von zwei Lärmschutzwänden bewältigt werden, die entlang der südöstlichen Grundstücksgrenze des Betriebshofes auf beiden Seiten der Zufahrt anzuordnen sind. Die Lärmschutzwände sind als LSW1 und LSW2 im Schalltechnischen Lageplan Bild 1 eingetragen.

Sollten die Gewerbeflächen bis zur Inbetriebnahme des Betriebshofes bebaut sein, ist das Erfordernis der Lärmschutzwände in einer späteren Untersuchung erneut zu überprüfen. Sofern weiterhin erforderlich, ist bei deren Dimensionierung der Einfluss der Bebauung zu berücksichtigen. Gegebenenfalls können die Lärmschutzwände verkürzt werden oder ganz entfallen.

Fazit

Unter der Voraussetzung, dass die vorgeschlagenen aktiven und passiven Schallschutzmaßnahmen zur Bewältigung der Immissionskonflikte realisiert werden, bestehen aus Sicht des Schallimmissionsschutzes gegen den Bau des Straßenbahn-Betriebshofes keine Bedenken.

2 Beschreibung des Vorhabens aus akustischer Sicht, Aufgabenstellung

Die geplante Erweiterung des Straßenbahnnetzes im Land Berlin erfordert den Bau eines weiteren Betriebshofes zum Abstellen und Warten von Fahrzeugen im Südosten der Stadt. Hierfür ist die Fläche des bis 2002 betriebenen und 2008 freigestellten „Zentralen Kohlebahnhofs“ in Berlin Treptow-Köpenick OT Adlershof vorgesehen. Das derzeit nicht bebaute Grundstück liegt zum größten Teil innerhalb des räumlichen Geltungsbereichs des Bebauungsplans 9-41 (vorliegender Vorentwurf Stand 17. Dezember 2019) in einem Stadtquartier, das weiträumig durch Bahnstrecken der DB und die parallel laufende Straße Adlergestell, die Köpenicker Straße, die Straße Am Studio und die Rudower Chaussee begrenzt wird. An einem Teilabschnitt der westlichen Grundstücksgrenze – etwa in Höhe der heutigen Gebäude K und L der Studio Berlin GmbH – verlief die frühere Trasse der Straßenbahnlinie 84 (stillgelegt im Jahre 1993).

Einen Überblick über das Vorhaben gibt der Schalltechnische Lageplan Bild 1.

Anmerkungen:

- Der Bebauungsplan 9-41 ist zum Zeitpunkt der Berichtserstellung noch nicht festgesetzt. Zu dem Vorentwurf des Bebauungsplans liegt eine Begründung Stand 16. Dezember 2019 vor. Die Nummerierung der Gewerbeflächen GE1 und GE2 wurde zur besseren Unterscheidbarkeit vom Unterzeichner für diese Untersuchung eingeführt. Beide Gewerbeflächen sind derzeit unbebaut.
- Die Fläche des Betriebshofes ist im Bebauungsplan 9-41 als Vorhaltefläche (sog. weiße Fläche) festgesetzt. Der Bebauungsplan verweist darauf, dass für den Betriebshof ein eigenes Planfeststellungsverfahren durchgeführt wird.

In unmittelbarer Nachbarschaft des geplanten Betriebshofes liegen gewerbliche Objekte und Studiogebäude der Studio Berlin GmbH. Auf der Südostseite der Köpenicker Straße befindet sich die Kleingartenanlage Teltowkanal III der Gartenfreunde Berlin-Treptow e.V. mit 33 Parzellen, für die ein Dauerwohnrecht besteht. Jenseits des Bahndamms auf der Nordostseite des Adlergestells befinden sich unter anderem Wohnhäuser.

Teile der Nachbarschaft sind durch Verkehrslärm von den öffentlichen Straßen und den Schienenwegen der DB stark vorbelastet. Eine Vorbelastung durch geräuschintensive gewerbliche Nutzungen liegt dagegen nicht vor.

Zur Gleisanbindung des Betriebshofes wird von der bestehenden Wendeschleife an der Zwischenendstelle S-Adlershof aus eine zweigleisige Trasse zwischen dem Bahndamm der DB und den Betriebsgrundstücken der Fa. Corning Optical Communications GmbH (Ernst-Augustin-Str. 1B) und Vodafone GmbH (Ernst-Augustin-Str. 1C) angeordnet. Die Baugrenze der Anschlussgleise liegt in Höhe Ernst-Augustin-Straße.

Die Kfz-Zufahrt zum Betriebsgrundstück befindet sich an der Köpenicker Straße (gegenüber der Kleingartenanlage). Auf beiden Seiten der Zufahrt sind Gewerbeflächen GE1 und GE2 vorgesehen. Sie liegen innerhalb desselben B-Planvorhabens wie der Betriebshof.

Die gesamte Abstell- und Wartungskapazität des Betriebshofes beträgt 71 Straßenbahnfahrzeuge.

Zum Abstellen der Straßenbahnen während der nächtlichen Betriebspause sind sechs beidseitig angebundene Abstellgleise (Gleise 2 bis 7) und sieben Stumpfgleise vorgesehen (Gleise 8 bis 14). Die Untersuchung geht davon aus, dass diese Gleise nicht eingehaust werden und lässt die Pegelminderung durch eine Abstellhalle unberücksichtigt.

Dieser Ansatz liegt im Hinblick auf die Immissionsbelastung der Nachbarschaft auf der sicheren Seite.

Für Reinigungs-, Wartungs- und Reparaturarbeiten ist eine Werkstatthalle mit fünf Gleisen geplant (Gleise 15 bis 19). In einem zweigeschossigen Anbau auf der Nordostseite der Halle befinden sich Werkstätten, Büros und Sozialräume. Weitere Gebäude sind ein Nebenbetriebsgebäude mit Gleichrichterwerk, die Einsatzleitung und ein Pförtnerhaus.

Für Mitarbeiter und Besucher sind insgesamt 113 Pkw-Stellplätze vorgesehen. Sie sind auf mehrere Flächen des Betriebsgrundstücks verteilt (P1 bis P6).

Der Betriebshof ist durchgehend in Betrieb (24/7). Die meisten Fahrzeugbewegungen der Straßenbahn finden innerhalb des Beurteilungszeitraums nachts (von 22 bis 6 Uhr) statt. Dies betrifft insbesondere die in den späten Abendstunden aus dem Streckennetz einfahrenden und in den frühen Morgenstunden wieder ausfahrenden Fahrzeuge.

Gegenstand der vorliegenden Untersuchung ist die Ermittlung und Beurteilung der Schallimmissionen vom Betriebshof in der schutzbedürftigen Nachbarschaft. Grundlagen sind die Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV für alle Straßenbahnfahrten im Geltungsbereich dieser Verordnung (Verkehrslärm) sowie die Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm für alle Schallereignisse, die dem Arbeitslärm zugerechnet werden. Die Untersuchungen gemäß 16. BImSchV und TA Lärm werden getrennt voneinander durchgeführt. Für die Beurteilung der Ergebnisse gelten unterschiedliche Immissionswerte.

3 *Verwendete Unterlagen, Grundlagen der Untersuchung*

3.1 *Lagepläne*

Für die Durchführung der Untersuchung lagen dem Unterzeichner folgende Planunterlagen im dwg-Format vor:

- Gleislayout M 1:500 aus der Grundlagenermittlung (Vössing Ingenieure, Stand 17. Januar 2020). Zur weiteren Verdeutlichung wurden vom Vorhabenträger mehrere Skizzen der Werkstatt und des Anbaus übergeben.

- Trassierung der Bestandsgleise von der Rudower Chaussee bis zur Wendeschleife (SGT-Plan GmbH, Stand 11. September 2017).
- Trassierung der DB-Strecken 6007/S-Bahn, 6142/Görlitzer Bahn und 6144/Verbindung von der Görlitzer Bahn zum Außenring (Ingenieurbüro Diebel, Stand 08. Juli 2019).
- Bebauungsplan 9-41 „ehemaliger Kohlebahnhof“, Vorentwurf Stand 17. Dezember 2019 und Begründung Stand 16. Dezember 2019.

Die Modellierung bestehender Gebäude sowie der Parzellen der Kleingartenanlage erfolgte auf Grundlage eines vorliegenden ALK-Auszugs (Stand Oktober 2013) in Verbindung mit einer aktuellen Datenabfrage aus dem Amtlichen Liegenschaftskataster Informationssystem ALKIS. Die Gültigkeit des Modells hinsichtlich der zu berücksichtigenden Gebäude wurde anlässlich des Ortstermins 07. Juli 2019 überprüft.

Die Bezeichnung der Studiobauten wurde in den Internetseiten der Studio Berlin GmbH recherchiert.

Für den Hintergrund des Schalltechnischen Lageplans wurden Rasterdaten aus der digitalen Karte von Berlin M 1:5.000 importiert (K5 RD, Kartenblatt 401C, Stand 2010).

Anmerkung:

Die Hinterlegung dieses Kartenblatts dient nur dem Ziel, die Übersichtlichkeit der Pläne zu verbessern. Bei der Entwicklung des Rechenmodells wurde es nicht herangezogen. Daher ist es unschädlich, wenn die dargestellte Bebauung in Einzelfällen nicht dem aktuellen Stand entspricht.

3.2 Höhenmodell

Das Höhenmodell wurde auf Grundlage des AKTIS DGM (1 m Rasterweite) entwickelt. Hierzu wurden die auf den Internetseiten von SenBW verfügbaren Datensätze 400_5808 und 400_5810 ausgewertet. Die Daten wurden mit einem vom Vorhabenträger übergebenen Vermessungsplan (Vorabzug Stand 09. Dezember 2019) sowie einem Geländeschnitt (Stand 21. Juni 2019) abgeglichen.

Die Untersuchung berücksichtigt die Anhebung des Geländes im Bereich des Betriebshofes auf 36,60 m über NHN gemäß Mitteilung des Vorhabenträgers vom 10. März 2020. Dies entspricht einer Geländeanhebung um 1 m bis 2 m gegenüber dem Bestand.

3.3 Betriebsprogramm Straßenbahn

Die Untersuchung geht in einem mit der BVG abgestimmten Worst Case-Ansatz von einer Maximalbelegung mit 71 Straßenbahnfahrzeugen aus. Es werden ausschließlich 8-achsige Niederflurfahrzeuge mit Klimaanlage betrachtet. Die den Schalltechnischen Berechnungen zugrunde liegenden Fahrwege verstehen sich modellhaft.

a) Ein- und ausfahrende Fahrzeuge

Den aus dem Streckennetz einfahrenden und ausfahrenden Fahrzeugen werden folgende Fahrwege zugeordnet:

		zu / von Gl. 2 bis 7 1)	zu / von Gl. 8 bis 14 2)	zu / von Gl. 15 bis 19 3)	gesamt
Ein- und Ausfahrten	tags (6-22 Uhr)	5	5	4	14
	nachts (22-6 Uhr)	19	30	8	57

- 1) Ein- und Zweirichtungsfahrzeuge ohne Wartungsbedarf, Einfahrt via Gleis 20 (Umfahrungsgleis), Ausfahrt direkt
- 2) Zweirichtungsfahrzeuge ohne Wartungsbedarf, Ein- und Ausfahrt direkt
- 3) Ein- und Zweirichtungsfahrzeuge mit Wartungsbedarf, Einfahrt direkt, Ausfahrt via Gleis 1 (Umfahrungsgleis)

Aus den obigen Zugzahlen ergeben sich die Gleisbelegungen von insgesamt 188 emissionswirksamen Gleisabschnitten. Sie sind die Grundlage für die Untersuchung gemäß 16. BImSchV.

b) Umsetzfahrten zwischen der Werkstatthalle und den Abstellgleisen

Für die Umsetzfahrten wird in einem „inneren Umlauf“ ein zweifacher Wechsel zwischen den Werkstattgleisen 15 bis 19 und den beidseitig angebundenen Abstellgleisen 2 bis 7 angenommen.

		von Gl. 15 bis 19	nach Gl. 2 bis 7	von Gl. 2 bis 7	nach Gl. 15 bis 19
Umsetzfahrten	tags (6-22 Uhr)	8		8	
	nachts (22-6 Uhr)	16		16	

Die Untersuchung geht davon aus, dass die 16 Umsetzfahrten nachts über die Nachtstunden gleichmäßig verteilt sind. Dies entspricht zwei Fahrten in der lautesten Nachtstunde. Aus den obigen Zugzahlen ergeben sich die Gleisbelegungen von 77 emissionswirksamen Gleisabschnitten als Grundlage für die Untersuchung gemäß TA Lärm.

3.4 Pkw- und Lkw-Verkehr auf dem Betriebshof

Die Verkehrstechnische Untersuchung „BFADL – Neubau Straßenbahnbetriebshof Berlin Adlershof“ (Schlothauer & Wauer, Stand 08. April 2020) prognostiziert für den Straßenbahnbetriebshof ein durchschnittliches tägliches Verkehrsaufkommen von 316 Pkw-Fahrten als Summe aus Quell- und Zielverkehr (Fahrpersonal, Einsatzleitung, Handwerker, Büroangestellte, sonstige Fahrten). Während des Beurteilungszeitraums tags ist von 237 Fahrten auszugehen, nachts insgesamt von 79 Fahrten, in der lautesten Nachtstunde von 26 Fahrten. Bei Berücksichtigung der beiden Gewerbeflächen GE1 und GE2 erhöht sich die Anzahl der Fahrten auf 652 tags und 100 nachts. Die Verkehrsströme verteilen sich auf der Köpenicker Straße zu 75% in Richtung Westen (BAB 113) und 25% in Richtung Osten (Adlergestell).

Für die Lkw-Anlieferung werden in Abstimmung mit der BVG tags insgesamt 5 Fahrten mit Lkw > 2,8 t zul. Gesamtgewicht angesetzt. Innerhalb der Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit und nachts findet keine Anlieferung statt. Die Entladevorgänge werden auf beiden Seiten des Nebenbetriebsgebäudes (je 2 Lkw) und bei den Sandsilos südlich der Werkstatthalle (1 Lkw) angenommen.

3.5 Vorbelastung durch den Kfz-Verkehr auf den angrenzenden Straßen

Die Verkehrsbelegung der öffentlichen Straßen wurde von der Fa. Hoffmann-Leichter Ingenieurgesellschaft mbH prognostiziert und tabellarisch übergeben (Stand 20. Oktober 2017). Die Prognose gilt für den Zeithorizont 2030 und beschreibt ein verkehrliches Szenario, das die Fertigstellung der Neubaustrecke Adlershof II und der Verkehrslösung Schöneweide berücksichtigt.

Anmerkung:

Die Untersuchung wurde bereits als Grundlage für die Untersuchung der Straßenbahn-Neubaustrecke Adlershof II herangezogen (siehe den entsprechenden Schalltechnischen Bericht Nr. 819.3 des Unterzeichners, Stand März 2018).

Zur Durchführung der Schalltechnischen Berechnungen müssen die prognostizierten Durchschnittlichen Täglichen Verkehrsstärken für werktags DTV_w in Durchschnittliche Tägliche Verkehrsstärken für alltags DTV sowie die prognostizierten Lkw-Anteile p über 3,5 t zulässiges Gesamtgewicht in maßgebende Lkw-Anteile p über 2,8 t umgerechnet werden. Die entsprechenden Faktoren

$$DTV \text{ (Kfz)} / DTV_w \text{ (Kfz)} = 0,90$$

$$DTV \text{ (Lkw)} / DTV_w \text{ (Lkw)} = 0,81$$

$$p > 2,8 \text{ t} / p > 3,5 \text{ t} = 1,2$$

sind in den „Hinweisen und Faktoren zur Umrechnung von Verkehrsmengen“ der Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz VII A, Stand März 2017 vorgegeben.

Die Durchschnittlichen Täglichen Verkehrsstärken DTV und maßgebenden Lkw-Anteile $p > 2,8 \text{ t}$ zul. Gesamtgewicht aller berücksichtigten Straßenabschnitte sind in Tabelle 3 dokumentiert.

3.6 Vorbelastung durch den Eisenbahnverkehr

Das Betriebsprogramm für die Strecken 6007, 6142 und 6144 in Berlin Adlershof mit dem Prognosehorizont 2030 wurde beim Verkehrsdatenmanagement der Deutschen Bahn AG abgefragt (Vorstandsressort Digitalisierung & Technik, Lärmschutz (TUL) am 15. Juli 2019). Die DB weist darauf hin, dass sich das Zugangebot bei den überwiegend vom Nahverkehr frequentierten Strecken stark an der Nachfrage von Ländern und Kommunen orientiere, so dass Aussagen über zukünftige Betriebszahlen mit erheblichen Unsicherheitsfaktoren zu betrachten seien.

Insgesamt werden folgende Zugzahlen genannt (jeweils in der Summe aus Richtung und Gegenrichtung):

Strecke	Summe Fahrten tags (6 bis 22 Uhr)	Summe Fahrten nachts (22 bis 6 Uhr)	Zugarten
6007	672	188	S-Bahn Berlin
6142	66	12	GZ-E, RB-E, RB-ET
6144	6	4	GZ-V

Die auf den Strecken eingesetzten Züge sowie die jeweiligen Fahrzeugkategorien im Zugverband sind in Tabelle 2.2 ausgewiesen.

3.7 Immissionsempfindlichkeiten der Nachbarschaft

Die Untersuchung wird für sämtliche Objekte mit schutzbedürftiger Nutzung in der Nachbarschaft des geplanten Betriebshofes durchgeführt, an denen eine Überschreitung der Immissionsgrenzwerte gemäß 16. BImSchV beziehungsweise der Immissionsrichtwerte gemäß TA Lärm nicht von vornherein ausgeschlossen werden kann.

Maßgebend für die Zuordnung der Immissionsorte zu den Immissionsgrenz- und -richtwerten sind die Festsetzungen in Bebauungsplänen. Sofern diese keine entsprechenden Festsetzungen enthalten oder keine Bebauungspläne vorliegen, werden die Immissionsempfindlichkeiten auf Grundlage der Schutzbedürftigkeit festgelegt. Hierzu wurden die Einschätzungen des Unterzeichners anlässlich des Ortstermins mit den Angaben der Karten „Reale Nutzung der bebauten Flächen 2015“ und „Stadtstruktur 2015“ aus dem Berliner Umweltatlas abgeglichen.

Eine Raumbegehung zur Prüfung der realen Raumnutzung wurde nicht vorgenommen. Besonders schutzbedürftige Nutzungen, wie Krankenhäuser, Schulen, Kurheime, Altenheime und vergleichbare Nutzungen konnten im Einwirkungsbereich des geplanten Betriebshofes nicht ausgemacht werden.

Anmerkung:

Die nächste Kindertagesstätte ist die „Kita Am Studio“ in der Straße Am Studio Nr. 5. Die Kita ist vom Betriebshof der Straßenbahn aber so weit entfernt und durch die dazwischen liegenden Objekte abgeschirmt, dass dort keine Immissionsgrenz- oder Richtwertüberschreitungen zu besorgen sind.

a) Allgemeine Wohngebiete (WA)

Die Immissionsgrenzwerte gemäß 16. BImSchV, § 2 Absatz 1 Nr. 2 in reinen und allgemeinen Wohngebieten und Kleinsiedlungsgebieten beziehungsweise die Immissionsrichtwerte gemäß TA Lärm Nummer 6.1 Buchstabe d in allgemeinen Wohngebieten und Kleinsiedlungsgebieten

Immissionsgrenzwerte gemäß 16. BImSchV		Immissionsrichtwerte gemäß TA Lärm			
		Beurteilungspegel		kurzzeitige Geräuschspitzen	
tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts
59 dB(A)	49 dB(A)	55 dB(A)	40 dB(A)	85 dB(A)	60 dB(A)

werden für die Objekte

Adlergestell 263,
Radickestraße 76 (Wohnheim),
Adlergestell 267-269A, 275-77, 279, 281,
Adlergestell 283 / Büchnerweg 102,
Büchnerweg 100

angesetzt. Grundlage der Einstufung ist die Schutzbedürftigkeit.

b) Kerngebiete (MK)

Die Immissionsgrenzwerte gemäß 16. BImSchV, § 2 Absatz 1 Nr. 3 beziehungsweise die Immissionsrichtwerte gemäß TA Lärm Nummer 6.1 Buchstabe c in Kerngebieten, Dorfgebieten und Mischgebieten

Immissionsgrenzwerte gemäß 16. BImSchV		Immissionsrichtwerte gemäß TA Lärm			
		Beurteilungspegel		kurzzeitige Geräuschspitzen	
tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts
64 dB(A)	54 dB(A)	60 dB(A)	45 dB(A)	90 dB(A)	65 dB(A)

werden für das Nubis Bürohaus Ernst-Augustin-Straße 2 sowie für die Kleingartenanlage Teltowkanal III angesetzt. Grundlage für die Einstufung des Bürohauses ist die Festlegung des B-Plans XV-51a vom 30. Juni 2006 (dort Fläche MK4).

Die Kleingartenanlage wird gemäß der Schutzbedürftigkeit eingestuft (siehe auch VLärmSchR 97, Kap. 10.2 Abs. 4 Spiegelstrich 4). Da dort Dauerwohnrechte bestehen, gelten die Immissionswerte für tags und nachts.

c) Gewerbegebiete (GE)

Die Immissionsgrenzwerte gemäß 16. BImSchV, § 2 Absatz 1 Nr. 4 beziehungsweise die Immissionsrichtwerte gemäß TA Lärm Nummer 6.1 Buchstabe b in Gewerbegebieten

Immissionsgrenzwerte gemäß 16. BImSchV		Immissionsrichtwerte gemäß TA Lärm			
		Beurteilungspegel		kurzzeitige Geräuschspitzen	
tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts
69 dB(A)	59 dB(A)	65 dB(A)	50 dB(A)	95 dB(A)	70 dB(A)

gelten für folgende Objekte:

(1)	Adlergestell 291	(Lidl / Schulung)
(1)	Ernst-Augustin-Str. 1	(Farben Frikell GmbH)
(1)	Ernst-Augustin-Str. 1B	(Corning Optical Communications GmbH)
(1)	Ernst-Augustin-Str. 1C	(Vodafone GmbH)
(2)	Ernst-Augustin-Str. 3	(System 180 GmbH)
(2)	Ernst-Augustin-Str. 5-11	(div. Gewerbebetriebe)
(1)	Am Studio 16	(Aggreko GmbH)
(1)	Am Studio 16	(Atos Deutschland GmbH, RT DE Produktions GmbH)
(2)	Am Studio 20D	(Studio Berlin GmbH, div. Gewerbebetriebe mit Medienbezug)

Grundlage für die Einstufung der Objekte (1) sind die Festsetzungen in folgenden Bebauungsplänen:

- Adlergestell 291 B-Plan XV-65 vom 04. April 2006
(Fläche GE1)
- Ernst-Augustin-Str. 1, 1B, 1C B-Plan XV-51a vom 30. Juni 2006
(Flächen GE3 bis GE6)
- Am Studio 16 B-Plan XV-511 vom 24. November 2016
(Fläche GE1)

Die Objekte (2) liegen innerhalb der Sondergebiete SO3 und SO5 des B-Plans XV-51a vom 30. Juni 2006 mit der Zweckbestimmung „Medien“. Da hierfür keine Immissionswerte existieren und die Objekte nach den Beobachtungen vor Ort gewerblich genutzt werden, erfolgt die Beurteilung nach der Schutzbedürftigkeit.

Die Untersuchung geht davon aus, dass die zu schützende Nutzung der genannten Objekte nur am Tage ausgeübt wird und insbesondere keine Raumnutzung gemäß 24. BImSchV, Anlage zu § 2 Abs. 2 und § 3 Abs. 1, 3 und 4, Tabelle 1, Zeile 1 vorliegt (Räume, die überwiegend zum Schlafen benutzt werden). Entsprechend erfolgt die Beurteilung der Schallimmissionen nur für den Beurteilungszeitraum tags.

d) Studios

Die benachbarten Studiogebäude der Studio Berlin GmbH (Studios A-F, G, K und die Halle L) liegen im Sondergebiet SO5 des B-Plans XV-51a vom 30. Juni 2006 mit der Zweckbestimmung „Medien“. Immissionswerte sind mit dieser Zweckbestimmung nicht verbunden.

In Studios und Bearbeitungsräumen von Hörfunk und Fernsehen müssen je nach vorgesehener Nutzung bestimmte akustische Bedingungen eingehalten werden. Insbesondere muss sichergestellt sein, dass die Innenschallpegel ein höchstzulässiges Niveau nicht überschreiten. Entsprechende Grenzkurven wurden vom Institut für Rundfunktechnik entwickelt (IRT, Akustische Information 1.11-1 / 1995). Das Einhalten der Grenzkurven kann im Einzelfall aufwendige bauakustische Maßnahmen erfordern.

Ein Rückschluss von Beurteilungspegeln außerhalb eines Studiogebäudes auf den Innenschallpegel ist ohne detaillierte Kenntnis der bauakustischen Gegebenheiten nicht möglich, so dass es nicht sinnvoll ist, eine Beziehung zwischen der Schutzbedürftigkeit einerseits und den Immissionsgrenzwerten gemäß 16. BImSchV oder den Immissionsrichtwerten gemäß TA Lärm andererseits herzustellen. Die vorliegende Untersuchung beschränkt sich daher auf die Berechnung der zu erwartenden Schallimmissionen und verzichtet auf deren Beurteilung.

3.8 Gesetze, Verordnungen, Richtlinien

- Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) vom 15. März 1974
- Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV) vom 12. Juni 1990, geändert am 18. Dezember 2014
- Vierundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung – 24. BImSchV) vom 4. Februar 1997
- Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm) vom 26. August 1998
- Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen – RLS-90, Ausgabe 1990
- Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes – VLärmSchR 97 vom 27. Mai 1997
- Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Ausführung von Lärmschutzwänden an Straßen – ZTV-LSW 06, Ausgabe August 2006
- Parkplatzlärmstudie – 6. überarbeitete Auflage, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Ausgabe 2007
- Technischer Bericht zur Untersuchung der Lkw- und Ladegeräusche auf Betriebsgeländen von Frachtzentren, Auslieferungslagern und Speditionen, Hessische Landesanstalt für Umwelt, Heft 192, Ausgabe 1995

- VDI-Richtlinie 2571 „Schallabstrahlung von Industriebauten“, August 1976
- DIN ISO 9613-2:1999-10 „Akustik – Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien – Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren“, Oktober 1999
- Eisenbahn-Bundesamt, Fachstelle Umwelt „Umwelt-Leitfaden zur eisenbahnrechtlichen Planfeststellung und Plangenehmigung sowie für Magnetschwebebahnen – Stand: Dezember 2012 – Teil VI Schutz vor Schallimmissionen aus Schienenverkehr“

4 Grundlagen der Untersuchung

4.1 Abgrenzung zwischen 16. BImSchV und TA Lärm

Der geplante Betriebshof dient sowohl dem Abstellen von Straßenbahnen während der nächtlichen Betriebspause als auch der Durchführung von Reparatur- und Wartungsarbeiten. Der Betriebshof hat also einerseits eine verkehrliche Funktion und andererseits die Funktion einer Werkstatt. Hinsichtlich der Bewertung der Schallimmissionen muss in einer differenzierten Betrachtungsweise zwischen den beiden Funktionen unterschieden werden.

Für die Schallimmissionen von den Fahrzeugbewegungen gilt im Land Berlin für den ÖPNV eine Vorgabe der Planfeststellungsbehörde (SenUVK IV E).

Hiernach sind alle Fahrzeugbewegungen, die sich aus der verkehrlichen Funktion ergeben und vom Fahrpersonal vorgenommen werden, als Verkehrslärm anzusehen. Die Schallimmissionen liegen also im Geltungsbereich der Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV. Dies betrifft alle Fahrzeugbewegungen, die in Kap. 3.3 Absatz a) dieses Berichts beschrieben sind (Ein- und ausfahrende Straßenbahnen).

Straßenbahnbewegungen, die sich aus der Funktion der Werkstatt ergeben und vom Werkstattpersonal vorgenommen werden, sind dagegen dem Arbeitslärm zuzurechnen. Die entsprechenden Schallimmissionen sind demnach unter Anwendung der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm zu bewerten. Dies betrifft die in Kap. 3.3 Absatz b) dieses Berichts beschriebenen Umsetzfahrten zwischen der Werkstatthalle und den Abstellgleisen.

Anmerkungen:

- Der Umwelt-Leitfaden zur eisenbahnrechtlichen Planfeststellung des Eisenbahn-Bundesamtes (EBA) widmet der Frage 16. BImSchV oder TA Lärm ein eigenes Kapitel (Kap. 3 Beurteilung der Immissionen nach der 16. BImSchV oder der TA Lärm). Er kommt ebenfalls zu dem Schluss, dass bei Abstell- und Behandlungsanlagen (die aus akustischer Sicht mit einem Betriebshof vergleichbar

sind) eine getrennte Ermittlung und immissionsschutzrechtliche Bewertung der Geräuschquellen vorzunehmen sei, unterscheidet aber zwischen Schienenwegen und Anlagen. Hiernach werden auch Rangierfahrten oder Fahrten zu einer Waschanlage als Verkehrslärm bewertet.

- Die immer wieder geäußerte Einschätzung, dass ein Betriebshof in Gänze im Geltungsbereich der TA Lärm liege und daher sämtliche vom Betriebshof ausgehenden Schallimmissionen gemäß TA Lärm zu ermitteln und zu bewerten seien, ist durch das BImSchG nicht gedeckt.

Die Untersuchungen gemäß 16. BImSchV und TA Lärm werden getrennt voneinander vorgenommen. Die Ergebnisse werden in einer gemeinsamen Tabelle zusammengefasst.

4.2 Maßgebende Immissionsorte

Bei der Festlegung der maßgebenden Immissionsorte (Berechnungspunkte) ist zwischen

- Berechnungspunkten an Gebäuden mit schutzbedürftiger Nutzung,
- Berechnungspunkten bei Kleingärten,
- Berechnungspunkten zur Berechnung von Schallimmissionsplänen

zu unterscheiden.

a) Berechnungspunkte an Gebäuden mit schutzbedürftiger Nutzung

Gemäß Regelwerk wird der für die Berechnung des Beurteilungspegels maßgebende Immissionsort bei Gebäuden in Höhe der Geschossdecke (0,2 m über der Fensteroberkante) an der Außenfassade des zu schützenden Raumes angenommen. Die Geschosshöhen wurden vorzugsweise mit den Standardwerten 3,50 m für das Erdgeschoss und 2,80 m für jedes weitere Geschoss angesetzt, sofern nicht deutlich abweichende Maße ermittelt wurden (etwa bei Altbauten). An jeder Fassade und jedem Geschoss wurde grundsätzlich ein maßgebender Immissionsort angesetzt. Je nach Art und Größe des Gebäudes kann dieser Immissionsort die Schallimmissionsverhältnisse an einzelnen oder mehreren schutzbedürftigen Räumen beschreiben. Die Anzahl der Immissionsorte wurde erhöht, wenn aufgrund der Ausrichtung des Gebäudes zum Betriebshof größere Pegelunterschiede entlang der Fassade zu erwarten waren. Sofern erforderlich, wurden auch seitliche Fassaden berücksichtigt.

Die Berechnungspunkte an den Studios wurden in der Mitte der jeweiligen (fensterlosen) Fassaden angeordnet.

Die maßgebenden Immissionsorte sind im Schalltechnischen Lageplan Bild 1 als blauer Punkt eingetragen. Sie können anhand der Hausnummer und des jeweiligen Kennbuchstabens eindeutig identifiziert werden.

b) Berechnungspunkte bei Kleingärten

Der Berechnungspunkt liegt grundsätzlich in der Mitte des jeweiligen Kleingartens in 2 m Höhe, nicht an einem etwaigen Gebäude. Es wurden alle Parzellen in der ersten Reihe an der Köpenicker Straße berücksichtigt.

Bei Gebäuden, die im vorliegenden ALK-Auszug als Wohnhäuser gekennzeichnet sind, wurden die Berechnungspunkte gemäß Absatz a) dieses Kapitels definiert. Dies betrifft die Parzellen P5, P6/7, 10, 11, 100, 112, 131, 147, 148 und 151.

Da es sich hierbei durchweg um niedrige Gebäude handelt, wurden die Immissionsorte in 2,80 m Höhe (EG) definiert.

c) Berechnungspunkte zur Berechnung von Schallimmissionsplänen

Für die Berechnung der Schallimmissionspläne wurden Berechnungspunkte in einem Gitternetz von 2,50 m x 2,50 m in 2 m Höhe über dem Geländeniveau angeordnet. Dies entspricht der üblichen Bezugshöhe für die Schallimmissionen auf Außenwohnbereichen.

5 Schalltechnische Berechnungen

Die Schalltechnischen Berechnungen wurden mit dem Programmsystem IMMI 2019 (Update 2, Entwicklungsstand 05.02.2020) der Fa. Wölfel Meßsysteme Software GmbH + Co. KG durchgeführt. Die Konformität der Software mit der Schall 03 wird vom Hersteller bestätigt. Die entsprechenden Testaufgaben zur Schall 03 und zur RLS-90 werden erfüllt.

Bei der Berechnung der Schallimmissionen bleibt eine mögliche Bebauung auf den beiden Baufeldern GE1 und GE2 des Bebauungsplans 9-41 unberücksichtigt, da die dort festgesetzten Baugrenzen keinen Rückschluss auf die konkrete Stellung der Gebäude und deren Auswirkungen auf das Schallfeld zulassen. Dieser Ansatz liegt auf der sicheren Seite.

Beurteilungspegel werden grundsätzlich auf ganze dB(A) aufgerundet. In der Gesamtlärbetrachtung werden die Beurteilungspegel mit der Genauigkeit 1/10 dB(A) angegeben.

Das nachstehende Kapitel beschreibt die Berechnungen auf Grundlage der Schall 03 und RLS-90. Die Berechnung der Schallimmissionen anderer Quellen auf dem Betriebsgelände (Stellplätze, Lkw-Ladegeräusche, Abstrahlung der Werkstatthalle, technische Gebäudeausrüstung) unterliegt anderen Regeln und wird in Kapitel 6.2 beschrieben.

5.1 Schallimmissionen vom Straßenbahn- und Eisenbahnverkehr

Die Berechnung der Schallimmissionen vom Straßenbahn- und Eisenbahnverkehr erfolgt auf Grundlage von Anlage 2 zu § 4 der 16. BImSchV (Schall 03).

Sie erfolgt in zwei Schritten. Der erste Schritt besteht in der Berechnung der Emissionsspektren des Straßenbahn- und Eisenbahnverkehrs. Im zweiten Schritt werden die Beurteilungspegel an den maßgebenden Immissionsorten berechnet. Grundlage sind die vorher berechneten Emissionsspektren und die Einflüsse des Schallausbreitungsweges (Entfernungsdämpfung, Abschirmung, Reflexion usw.).

5.1.1 Straßenbahnverkehr

a) Berechnung der Emissionsspektren

Die Emissionsspektren repräsentieren längenbezogene Schalleistungspegel L'_w und kennzeichnen die Stärke des vom Schienenweg der Straßenbahn abgestrahlten Schalls. Die Berechnung erfolgt in Oktavbändern im Frequenzbereich von 63 Hz bis 8 kHz getrennt für die Beurteilungszeiträume tags (von 6 bis 22 Uhr) und nachts (von 22 bis 6 Uhr). Sie berücksichtigt Fahrgeräusche und Aggregategeräusche in den Quellhöhen 0 m beziehungsweise 4 m.

Das Emissionsspektrum der Fahrgeräusche ergibt sich aus einem normierten Fahrgeräuschspektrum unter Anwendung von Korrekturwerten

- für die Anzahl der Achsen je Fahrzeug,
- für die Fahrgeschwindigkeit,
- für die Art der Fahrbahn beziehungsweise die Brückenbauart,
- für die besondere Auffälligkeit von Kurvengeräuschen.

Das Emissionsspektrum der Aggregatgeräusche ergibt sich aus einem normierten Aggregatgeräuschspektrum unter Anwendung von Korrekturwerten

- für Fahrzeuge mit Klimaanlage,
- für die Fahrgeschwindigkeit.

Grundlage der Berechnung ist der Einsatz von Niederflur-Straßenbahnfahrzeugen mit Klimaanlage (z. B. Typ F8E/Z mit 8 Achsen je Fahrzeug, Fahrzeugkategorie 21-A8 mit Klimaanlage gemäß Schall 03). Dieser Ansatz führt zu höheren Emissionspegeln als etwa 6-achsige Fahrzeuge ohne Klimaanlage und liegt daher auf der sicheren Seite.

Die Fahrgeschwindigkeit wird grundsätzlich mit 50 km/h angesetzt. Für die besondere Auffälligkeit von Kurvengeräuschen wird bei Radien unter 200 m ein zusätzlicher Korrekturwert von 4 dB(A) berücksichtigt.

Anmerkungen:

- Die Schall 03 schreibt in Kap. 5.3.2 an Gleisbögen mit Radien unter 200 m, Weichen und Kreuzungen, an Isolier- und Schweißstößen, auf Beschleunigungs- und Bremsstrecken sowie an Haltestellen die Berechnung mit der fiktiven Fahrgeschwindigkeit von 50 km/h vor, die in diesen Bereichen höher ist als die tatsächlich gefahrene Geschwindigkeit. Dies soll auch die typischerweise erhöhten Schallemissionen wie z. B. tonhaltige Anfahr- und Bremsgeräusche, Türschließgeräusche und Kommunikationsgeräusche berücksichtigen. Der Unterzeichner übernimmt diese Regelung für den gesamten Betriebshof. Nur im Bereich der Zufahrt wird – außerhalb von Gleisbögen und Weichenbereichen – mit der Geschwindigkeit 30 km/h gerechnet.
- Bei Radien von 50 m bis 200 m ist angesichts wirksamer Schallminderungsmaßnahmen der BVG und im Einklang mit der Erfahrung des Unterzeichners nicht mit besonders auffälligen Kurvengeräuschen zu rechnen, so dass der Zuschlag von 4 dB(A) bei diesen (wenigen) Gleisbögen nicht gerechtfertigt wäre. Allerdings wird diese Auffassung nach dem Ergebnis des Planfeststellungsverfahrens für die Neubaustrecke Adlershof II von der Planfeststellungsbehörde nicht geteilt, so dass in der vorliegenden Untersuchung der Zuschlag bei allen Radien unter 200 m angewendet wird. Da auf dem Betriebshof enge Radien aber bei weitem überwiegen, ist der Einfluss aus der zusätzlichen Berücksichtigung der Radien von 50 m bis 200 m nur gering.

Die Gleisabschnitte, bei denen der 4 dB(A)-Zuschlag angewendet wird, sind im Schalltechnischen Lageplan dunkelblau hervorgehoben.

Die Untersuchung geht in einem Worst Case-Ansatz davon aus, dass bei allen Gleisen auf dem Betriebshof ein geschlossener (schallreflektierender) Oberbau realisiert wird, der von Kfz befahren werden kann. Gleisabschnitte, bei denen möglicherweise ein schallabsorbierender Oberbau realisiert werden kann (Schottergleise oder Rasengleise) bleiben unberücksichtigt. Daher werden durchweg die Pegelkorrekturen für straßenbündige Bahnkörper und feste Fahrbahnen gemäß Tabelle 15, Zeile 1 der Schall 03 angesetzt.

Zwei Berechnungsbeispiele sind in den Tabellen 1.1 und 1.2 dokumentiert. Sie gelten für die Gleise im Bereich der Zufahrt (gerades Gleis und Bogengleis) und zeigen den Einfluss von Fahrgeschwindigkeit und Kurvenzuschlag auf die Emissionspegel.

b) Berechnung der Beurteilungspegel

Die Beurteilungspegel an den maßgebenden Immissionsorten werden unter Anwendung des Teilstückverfahrens gemäß Schall 03 berechnet. Hierzu werden die Gleise so weit in einzelne Teilstücke zerlegt, bis sie aufgrund des Verhältnisses ihrer Länge zum Abstand des jeweils betrachteten Immissionsortes als einzelne punktförmige Schallquellen angesehen werden können und eine weitere Unterteilung keine Verbesserung der Rechengenauigkeit mehr herbeiführen würde. Jede dieser Punktschallquellen führt zu einer anteiligen Schallimmission am Immissionsort.

Die Höhe der anteiligen Schallimmission ist bestimmt durch

- den spektralen Emissionspegel des entsprechenden Teilstücks,
- die Pegeldifferenz durch Richtwirkung,
- die Pegeldifferenz durch geometrische Ausbreitung,
- die Pegeldifferenz durch Luftabsorption,
- die Pegeldifferenz durch Boden- und Meteorologiedämpfung,
- verschiedene Pegeldifferenzen und Korrekturen aus weiteren Einflüssen (Verstärkungen durch Reflexion, Verminderung durch Abschirmung).

Die gesamte Schallimmission ergibt sich durch energetische Addition der anteiligen Schallimmissionen aller Teilstücke.

5.1.2 Eisenbahnverkehr

Die Berechnung erfolgt auf Grundlage der Schall 03 und entspricht weitgehend der Beschreibung im vorigen Kapitel. Im Vergleich zur Straßenbahn ist sie allerdings etwas aufwendiger, da die Berechnung der Emissionsspektren für drei Quellhöhen erfolgt und hierbei Fahrgeräusche, aerodynamische Geräusche, Aggregategeräusche und Antriebsgeräusche bei verschiedenen Zugarten und Zugzusammenstellungen zu berücksichtigen sind.

Die beispielhafte Berechnung des Emissionsspektrums von E-Lok bespannten Regionalzügen ist in Tabelle 2.1 dokumentiert. Eine Zusammenstellung aller Emissionsspektren gibt Tabelle 2.2.

Die Berechnung erfolgt für Schwellengleise im Schotterbett. Pegelkorrekturen für Brücken gemäß Schall 03, Tabelle 9 sowie für die Auffälligkeit von Kurvengeräuschen gemäß Schall 03, Tabelle 11 werden berücksichtigt. Die Geschwindigkeit der S-Bahnen wird im Bereich des Bahnhofs Adlershof mit 70 km/h angesetzt.

5.2 Schallimmissionen vom Kfz-Verkehr

Die Schallimmissionen vom Kfz-Verkehr werden gemäß der Richtlinie RLS-90 berechnet.

Die Berechnung erfolgt in Analogie zu den Berechnungen gemäß Schall 03 in zwei Schritten. Der erste Schritt besteht in der Berechnung der Emissionspegel des Kfz-Verkehrs. Die Emissionspegel kennzeichnen die Stärke des von den Fahrstreifen der Straßen abgestrahlten Schalls.

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

a) Berechnung der Emissionspegel

Gemäß den Festlegungen der RLS-90 wird bei einer mehrstreifigen Straße je eine Schallquelle in 0,5 m Höhe über den Mitten der beiden äußeren Fahrstreifen angenommen.

Der Emissionspegel eines Fahrstreifens wird aus

- der maßgebenden stündlichen Verkehrsstärke M (berechnet unter Anwendung festgelegter Faktoren aus der anteiligen Durchschnittlichen Täglichen Verkehrsstärke DTV),
- dem maßgebenden Lkw-Anteil $p > 2,8t$ zulässiges Gesamtgewicht,
- der zulässigen Höchstgeschwindigkeit v ,
- der Bauart der Straßenoberfläche,
- gegebenenfalls der Gradienten

berechnet.

Die zulässigen Höchstgeschwindigkeiten werden generell mit 50 km/h angenommen. Abschnittsweise Geschwindigkeitsreduzierungen aufgrund von verkehrsrechtlichen Maßnahmen bleiben unberücksichtigt.

Die Berechnung der Emissionspegel ist in Tabelle 3 vollständig dokumentiert.

b) Berechnung der Beurteilungspegel

Die Beurteilungspegel an den maßgebenden Immissionsorten werden nach dem Teilstückverfahren der RLS-90 berechnet. Das Verfahren entspricht in den Grundzügen dem Verfahren der Schall 03.

Die erhöhte Störwirkung von lichtzeichengeregelten Kreuzungen und Einmündungen wird durch einen Zuschlag K gemäß RLS-90, Tabelle 2 berücksichtigt. Der Zuschlag hängt ab vom Abstand des betrachteten Immissionsortes vom nächsten Schnittpunkt der Achsen von sich kreuzenden oder zusammentreffenden Fahrstreifen. Er ist in Schritten von 1 dB(A) abgestuft und beträgt bei Abständen

- bis 40 m 3 dB(A)
 - über 40 m bis 70 m 2 dB(A)
 - über 70 m bis 100 m 1 dB(A)
- und
- über 100 m 0 dB(A).

Die Untersuchung berücksichtigt alle bestehenden Lichtsignalanlagen an den in Tabelle 3 aufgeführten Straßenabschnitten. Im Zusammenhang mit dem Betriebshof und der künftigen Nutzung der Gewerbeflächen GE1 und GE2 sind keine weiteren Lichtsignalanlagen geplant.

5.3 Gesamtlärmbetrachtung

Zur Durchführung der Gesamtlärmbetrachtung müssen für den Nullfall die Summenpegel aus den Schallimmissionen von den Straßen und der Eisenbahn, im Planfall aus den Schallimmissionen von den Straßen, der Eisenbahn und zusätzlich aus den Schallimmissionen von der Straßenbahn (soweit die Fahrten im Geltungsbereich der 16. BImSchV liegen) berechnet werden. Da der Bau der Werkstatthalle und der Lärmschutzwände auf dem Betriebsgelände das Schallfeld beeinflussen, sind an einigen Immissionsorten die Schallimmissionen von den Straßen und der Eisenbahn im Null- und Planfall nicht gleich.

Die Berechnung erfolgt unter Anwendung der folgenden Gesetzmäßigkeiten:

a) *Summenpegel aus Straße und Eisenbahn*

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

b) *Summenpegel aus Straße, Eisenbahn und Straßenbahn*

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

Es wird darauf hingewiesen, dass es sich bei der Berechnung von Summenpegeln um eine sogenannte energetische Addition handelt. Bei dieser werden nicht die Pegel, sondern die Schallenergien aller Schallquellen addiert.

Zur Verdeutlichung werden die folgenden Hinweise gegeben (bei drei Summanden):

- Sind alle drei Beurteilungspegel gleich hoch, so ist der Summenpegel um 4,8 dB(A) höher als die Einzelpegel.
- Sind zwei der drei Beurteilungspegel gleich hoch, der dritte aber wesentlich kleiner, so ist der Summenpegel um 3 dB(A) höher als die beiden höheren Beurteilungspegel.
- Ist ein Beurteilungspegel deutlich höher als die beiden anderen, so entspricht der Summenpegel dem höheren Pegel, zumindest wird er maßgeblich durch diesen bestimmt.

6 Durchführung der Untersuchungen

6.1 Untersuchung gemäß 16. BImSchV

Gegenstand der Untersuchung ist die Berechnung der Schallimmissionen von den ein- und ausfahrenden Straßenbahnfahrzeugen und deren Beurteilung unter Anwendung der Immissionsgrenzwerte gemäß 16. BImSchV. Die Berechnung erfolgt getrennt für die beiden Beurteilungszeiträume tags (von 6 bis 22 Uhr) und nachts (von 22 bis 6 Uhr). Bei Immissionsorten, die vom Betriebshof aus gesehen diesseits der Baugrenze liegen, werden bei der Berechnung der Beurteilungspegel auch die Schallimmissionen von der bestehenden Zu- und Ablaufstrecke außerhalb der Baugrenze berücksichtigt.

Anmerkung

Die beiden maßgebenden Immissionsorte a und b am Nubis Bürohaus Ernst-Augustin-Str. 2 sind die einzigen Immissionsorte jenseits der Baugrenze. Dort werden nur die Schallimmissionen vom geplanten Betriebshof berücksichtigt, nicht aber die Schallimmissionen der Zu- und Ablaufstrecke.

Die Zugzahlen und Fahrwege entsprechen dem Betriebsprogramm für ein- und ausfahrende Fahrzeuge gemäß Kap. 3.3 Absatz a).

In Ergänzung wird eine Gesamtlärbetrachtung vorgenommen. Sie hebt auf die Gesamteinwirkung aller Verkehrsgeräusche ab und vergleicht die Vorbelastung von den öffentlichen Straßen und Schienenwegen der Eisenbahnen im Szenario ohne Betriebshof (Nullfall) mit der Gesamtbelastung im Szenario mit Betriebshof (Planfall).

6.2 Untersuchung gemäß TA Lärm

Die Untersuchung auf Grundlage der TA Lärm berücksichtigt folgende emissionsrelevante Schallquellen, die dem Arbeitslärm zugerechnet werden und im Geltungsbereich dieser Vorschrift liegen:

- Fahrzeugbewegungen der Straßenbahn innerhalb des Betriebshofes (Umsetzfahrten zwischen der Werkstatthalle und den Abstellgleisen).
- Pkw- und Lkw-Fahrten auf dem Betriebsgelände einschließlich der Emissionen von den Parkplätzen und der Anlieferung
- Geräusche von der Werkstatthalle und der technischen Gebäudeausrüstung

Die Beurteilungspegel werden rechnerisch ermittelt, energetisch addiert und mit den Immissionsrichtwerten der TA Lärm verglichen.

Die Berechnungen erfolgen für den Beurteilungszeitraum tags und die lauteste Nachtstunde. An Objekten, die unter Anwendung der Immissionsrichtwerte für allgemeine Wohngebiete beurteilt werden, wird einheitlich der Zuschlag für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit gemäß Nummer 6.5 Absatz 2 der TA Lärm angewendet. Dieser Zuschlag berücksichtigt, dass der Betriebshof auch an Sonn- und Feiertagen in Betrieb ist und liegt auf der sicheren Seite. Bei den Schallimmissionen der Lkw wurde er nicht angewendet, da die Anlieferung nur werktags außerhalb der Ruhezeiten erfolgt.

Kurzzeitige Geräuschspitzen, die im bestimmungsgemäßen Betriebsablauf auftreten können, werden durch das Kurvengeräusch der Straßenbahn hervorgerufen. Diese Geräuschspitzen sind Gegenstand einer Sonderbetrachtung. Im Vergleich hierzu können andere Geräuschspitzen (z. B. Türeenschlagen bei Parkvorgängen und ähnliches) unberücksichtigt bleiben.

Eine Vorbelastung durch Gewerbebetriebe, die beim Vergleich der Schallimmissionen des geplanten Betriebshofes mit den Immissionsrichtwerten gemäß TA Lärm zu berücksichtigen wäre und zu einer Begrenzung der Emissionen des Betriebshofes führen könnte, besteht nicht.

Anmerkung:

Der Bebauungsplan 9-41 mit der Festsetzung der Fläche des Betriebshofes als Vorhaltefläche und zweier Gewerbeflächen GE1 und GE2 (zwischen dem Betriebshof und der Köpenicker Straße zu beiden Seiten der Zufahrt) nimmt keine Lärmkontingentierung vor und schränkt die Schallabstrahlung von den Gewerbeflächen nicht ein. In der vorliegenden Begründung wird allerdings darauf hingewiesen, dass auf den Gewerbeflächen „nur das Wohnen nicht wesentlich störende Gewerbebetriebe zulässig“ seien.

Eine Gesamtlärbetrachtung aus Arbeitslärm und Verkehrslärm ist weder in der 16. BImSchV noch in der TA Lärm vorgesehen und wird nicht durchgeführt.

6.2.1 Schallimmissionen von Straßenbahnfahrten (Umsetzfahrten)

Grundlage der Berechnung sind die Zugzahlen und Fahrwege gemäß Kap. 3.3 Absatz b.

6.2.2 Schallimmissionen von Kfz-Fahrten einschl. Anlieferung

Die Untersuchung berücksichtigt ausschließlich die Kfz-Fahrten auf dem Betriebsgelände einschließlich der Zufahrt von der Köpenicker Straße. Die dem Betriebshof zuzurechnenden Schallimmissionen von den An- und Abfahrten auf den öffentlichen Straßen (Köpenicker Straße von Adlergestell bis Ernst-Ruska-Ufer) bleiben unberücksichtigt, da der Verkehr zu und vom Betriebshof im Vergleich zur Verkehrsbelegung der Köpenicker Straße vernachlässigbar ist, zu keiner nachweisbaren Erhöhung des Verkehrslärms führt und sofort eine Vermischung mit dem übrigen Verkehr eintritt.

a) Schallimmissionen vom Pkw-Verkehr

Da sich die Schallimmissionen von den Stellplätzen und den Fahrwegen dorthin einigermaßen genau abgrenzen lassen, erfolgt die Berechnung nach dem getrennten Verfahren gemäß Kap. 8.2.2 der Parkplatzlärmstudie des LfU Bayern.

Der Berechnung liegen modellhaft folgende Fahrwege zugrunde:

Fahrweg 1 Von der Einfahrt an der Köpenicker Straße geradeaus (vorbei an den Stellplätzen P5) über die Werkstraße zwischen der Werkstatthalle und den Abstellgleisen bis zum Ende des Nebenbetriebsgebäudes / Gleichrichterwerk, von dort Überqueren der Gleise zu den Stellplätzen P1 bis P3 und über die Feuerwehrumfahrung südwestlich der Werkstatthalle (vorbei an den Stellplätzen P4) zurück zur Ausfahrt. Dieser Fahrweg wird von allen Pkw befahren (118,5 tags, 13 in der lautesten Nachtstunde).

Fahrweg 2 vom Pförtnerhaus zu den 5 Stellplätzen P6 an der östlichen Grundstückskante und zurück. Die Untersuchung geht davon aus, dass dorthin nur diejenigen Fahrzeuge fahren, die auf den anderen Stellplätzen keinen freien Stellplatz gefunden haben (11 Fahrten je Richtung tags, 2 Fahrten in der lautesten Nachtstunde).

Die Schallimmissionen von den Fahrwegen werden unter Anwendung der RLS-90 ermittelt. Bei der Fahrgeschwindigkeit 30 km/h (Mindestgeschwindigkeit gemäß RLS-90)

und einer Straßenoberfläche in klassischer Betonbauweise (Zuschlag 1 dB) ergeben sich folgende Emissionspegel für den Fahrverkehr:

Fahrweg 1	$L_{m,E, tags}$	= 38,3 dB(A)
	$L_{m,E, nachts}$	= 40,7 dB(A)
Fahrweg 2	$L_{m,E, tags}$	= 27,9 dB(A)
	$L_{m,E, nachts}$	= 32,6 dB(A)

Die anteiligen Teilimmissionen von dem Ein- und Ausparken ergeben sich in Anlehnung an Formel 11b der Parkplatzlärmstudie:

$$L_W = L_{W0} + K_{PA} + K_I + 10 \cdot \log(B \cdot N) \quad \text{in dB(A)}$$

Hierin sind:

L_W	der Schalleistungspegel des betrachteten Parkplatzes (Flächenschallquelle)
L_{W0}	der Schalleistungspegel für 1 Bewegung/h = 63 dB(A)
K_{PA}	Zuschlag für die Parkplatzart, hier = 0 dB(A)
K_I	Zuschlag für die Impulshaltigkeit, hier = 4 dB(A)
B	Bezugsgröße, hier Anzahl der Stellplätze
N	Bewegungshäufigkeit, Bewegungen je Stellplatz/h

Der Grundwert $L_{W0} = 63$ dB(A) ist in Tabelle 30 der Parkplatzlärmstudie vorgegeben. Dieser Wert gilt für P+R-Plätze und für Besucher- und Mitarbeiterparkplätze gleichermaßen (für diese Parkplatzart gilt gemäß Tabelle 34 $K_{PA} = 0$ dB(A)).

Die Ein- und Ausgangsdaten für die Berechnung sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

	P1	P2	P3	P4	P5 (Gäste)	P6
K_{PA}	0 dB(A)	0 dB(A)	0 dB(A)	0 dB(A)	0 dB(A)	0 dB(A)
K_I	4 dB(A)	4 dB(A)	4 dB(A)	4 dB(A)	4 dB(A)	4 dB(A)
B	16	54	26	6	6	5
N_{tags}	0,137	0,137	0,137	0,137	0,137	0,137
N_{nachts}	0,241	0,241	0,241	0,241	0,241	0,241
$L_{W tags}$	70,4 dB(A)	75,7 dB(A)	72,5 dB(A)	66,2 dB(A)	66,2 dB(A)	65,4 dB(A)
$L_{W nachts}$	72,9 dB(A)	78,1 dB(A)	75,0 dB(A)	68,6 dB(A)	68,6 dB(A)	67,8 dB(A)

Die Bewegungshäufigkeit wurde aus den Gesamtfahrten für tags und nachts und der Summe der Stellplätze P1 bis P5 berechnet.

Die Schallimmissionen vom Fahrverkehr und den Parkvorgängen wurden energetisch addiert.

b) Schallimmissionen vom Lkw-Verkehr

Die Untersuchung berücksichtigt Fahrgeräusche der Lkw > 2,8 t zul. Gesamtgewicht, Rangiergeräusche und die Geräusche beim Entladen.

Die Fahrgeräusche der Lkw werden gemäß RLS-90 berechnet. Bei 5 Fahrten pro Tag, einer fiktiven Geschwindigkeit von 30 km/h und einer Betonfahrbahn ergibt sich der Emissionspegel 37,5 dB(A).

Für Rangiervorgänge von Lkw auf Betriebsgeländen werden gemäß Kap. 5.2 des Technischen Berichts der Hessischen Landesanstalt ein mittlerer Schalleistungspegel von 99 dB(A) und eine Einwirkzeit von 2 min angenommen. Bezogen auf die Beurteilungszeit von 16 Stunden tags ergibt sich bei diesem Ansatz ein Schalleistungspegel von 72,2 dB(A) pro Lkw.

Für die Entladevorgänge wird ein Emissionsansatz angenommen, der eine Anlieferung mit Palettenhubwagen über die fahrzeugeigene Ladebordwand beschreibt (Worst Case). Gemäß Kap. 5.3 des Technischen Berichts der Hessischen Landesanstalt ist hierfür ein mittlerer Schalleistungspegel von 88 dB(A) anzusetzen, gültig für ein Ereignis pro Stunde. Derselbe Pegel wird auch für das Befüllen der Sandsilos angesetzt. Bezogen auf 16 Stunden ergibt sich hieraus ein Schalleistungspegel von 76 dB(A) pro Lkw.

Die Rangier- und Entladevorgänge werden auf beiden Seiten des Nebenbetriebsgebäudes (je 2 Lkw) und bei den Sandsilos südlich der Werkstatthalle (1 Lkw) angenommen.

6.2.3 Schallimmissionen von der Werkstatthalle

Die Schallabstrahlung von der Werkstatthalle erfolgt insbesondere durch die Hallentore und die Oberlichter in der Decke. Die Höhe der abgestrahlten Schalleistung wird durch den Innenschallpegel in der Halle und die Schalldämm-Maße der Außenhaut bestimmt. Einen zusätzlichen Beitrag zur Schallabstrahlung leisten Lüftungsgeräte, die auf dem Dach des nordöstlichen Anbaus angenommen werden.

Die Prognose der Schallimmission basiert ausschließlich auf pauschalen Annahmen, da die konstruktiven Einzelheiten der Halle und deren technische Ausstattung derzeit nicht bekannt sind. Der Unterzeichner geht davon aus, dass die Annahmen auf der sicheren Seite liegen.

Anmerkung:

Bei zahlreichen Ortsterminen auf Straßenbahn-Betriebshöfen der BVG erwies sich die Schallabstrahlung von den Hallen in der Regel als sehr gering.

Der Innenschallpegel in der Halle wird im räumlichen und zeitlichen Mittel mit $L_I = 75$ dB(A) angesetzt (tags und nachts). Dies entspricht in einer trivialen Abschätzung einem Gesamt-Schalleistungspegel aller in der Halle gleichzeitig betriebenen Maschinen und Arbeiten von $L_{WA} = 100$ dB(A).

Anmerkung:

Für eine Portalwaschanlage ohne Trocknung kann während des Waschvorgangs ein Schalleistungspegel von 85 dB(A) angesetzt werden. Dies führt auf einen anteiligen Innenschallpegel von 60 dB(A). Geht man bei einer Unterflurdrehmaschine von dem Schalleistungspegel 90 dB(A) aus, ergibt sich ein anteiliger Innenschallpegel von 65 dB(A). Allein diese Beispiele zeigen, dass der Ansatz eines mittleren Innenschallpegels von 75 dB(A) tags und nachts auf der sicheren Seite liegt.

Das bewertete Schalldämm-Maß der Tore wird mit $R'_w = 15$ dB angenommen und das des Hallendaches mit $R'_w = 20$ dB.

Die Berechnung der abgestrahlten Schalleistung folgt gemäß Anhang A.2.2 der TA Lärm einer einfachen Beziehung aus der VDI 2571. Hiernach ergibt sich bei der Rechnung mit Mittelwerten die von einem Außenhaulement abgestrahlte flächenbezogene Schalleistung L''_{WA} wie folgt:

$$L''_{WA} = L_I - R'_w - 4 \quad \text{dB(A)}$$

Zur Berücksichtigung von raumluftechnischen Anlagen werden auf dem Dach des Anbaus, auf dem Nebenbetriebsgebäude samt Gleichrichterwerk und auf dem Gebäude der Einsatzleitung insgesamt 7 Dachgeräte für die Zu- und Abluft angenommen und als Punktschallquelle gemäß ISO 9613-2 modelliert (4 Anbau, 2 Nebenbetriebsgebäude / Gleichrichterwerk, 1 Einsatzleitung). Es wird davon ausgegangen, dass die Geräte ständig in Betrieb sind. Der Schalleistungspegel pro Gerät wird tags mit 85 dB(A) angenommen. Für nachts gilt ein gedrosselter Betrieb mit 80 dB(A).

Die Quellen wurden als Punktschallquellen in einer Höhe von 0,5 m auf den Dächern der Gebäude angeordnet.

6.2.4 Schallimmissionen von einzelnen kurzzeitigen Geräuschspitzen

Die TA Lärm definiert unter Nummer 2.8 kurzzeitige Geräuschspitzen als durch Einzelereignisse hervorgerufene Maximalwerte des Schalldruckpegels, die im bestimmungsgemäßen Betriebsablauf auftreten. Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen dürfen die Immissionsrichtwerte der TA Lärm um nicht mehr als 30 dB(A) am Tage und 20 dB(A) in der Nacht überschreiten.

Bei einem Betriebshof der Straßenbahn ist typischerweise mit einzelnen kurzzeitigen Geräuschspitzen durch das Kurvenquietschen beim Befahren der engen Gleisbögen zu rechnen. Zwar ist es der BVG durch wirksame Maßnahmen an Gleisen und Fahrzeugen (Flanken- und Spurkranzschmieranlagen, Schienenkopf- und Laufflächenkonditionierungsanlagen) gelungen, die Quietschgeräusche mittlerweile weitgehend zu beseitigen, aber restlos ausgeschlossen werden können sie bei Radien unter 50 m jedoch noch nicht. Dies gilt insbesondere bei heißer und trockener Witterung.

Nach früheren Messungen des Unterzeichners können beim Kurvenquietschen in einem Meßabstand von 7,5 m neben dem Gleis unter ungünstigen Umständen mittlere Maximalpegel bis $L_{AFmax} = 89$ dB(A) auftreten. Dieser Pegel übertrifft das normale Vorbeifahrgeräusch der Straßenbahn bei weitem.

Unter Anwendung eines Zuschlages von 6 dB(A) für die besondere Auffälligkeit von Einzeltönen ergibt sich als Ausgangswert für die Prognose des Kurvenquietschens ein Schalleistungspegel von 120 dB(A). Zur Durchführung der Berechnung wurde dieser

Schalleistungspegel den als Linienquellen modellierten Gleisbögen im südöstlichen Bereich des Betriebshofes (Bögen A und B) und dem westlichen Gleisbogen zwischen den beidseitig angebundenen Abstellgleisen und der Zufahrt zu den Werkstattgleisen zugeordnet (Bogen C).

Anmerkungen:

- Die damaligen Messungen des Unterzeichners wurden im Oktober 1999 in der Wadzeckstraße und im September 2006 in der Bernauer Straße vorgenommen. Angesichts der Weiterentwicklung von Fahrzeugen und Verbesserung der Maßnahmen gegen das Kurvenquietschen ist davon auszugehen, dass die seinerzeit gemessenen Werte heute nicht mehr erreicht werden.
- Für das klassischerweise in eine Schallimmissionsprognose eingestellte Türenschielen bei Parkvorgängen wurde nach Tabelle 19 der Parkplatzlärmstudie in 7,5 m Abstand der mittlere Maximalpegel $L_{AFmax} = 74 \text{ dB(A)}$ gemessen. Da das Kurvenquietschen um 15 dB(A) lauter sein kann, bleibt das Türenschielen in der vorliegenden Untersuchung unberücksichtigt.

Seltene Ereignisse im Sinne von Nummer 7.2 der TA Lärm treten bei einem Betriebshof der Straßenbahn nicht auf.

7 Ergebnisse ohne aktiven Schallschutz

Die Ergebnisse der Schalltechnischen Berechnungen werden anhand von Schallimmissionsplänen verdeutlicht und in Tabellenform ausgewiesen. Maßgebend für die Planfeststellung sind ausschließlich die Tabellen mit den Ergebnissen der Einzelpunktberechnungen.

7.1 Schallimmissionspläne

Die Schallimmissionspläne in den Bildern 2.1 und 2.2 dokumentieren die Vorbelastung durch den Kfz-Verkehr auf den öffentlichen Straßen (Bild 2.1) beziehungsweise durch den Eisenbahnverkehr (Bild 2.2).

Die Schallimmissionspläne in den Bildern 3.1 bis 3.4 zeigen die Schallimmissionen vom Betriebshof:

Bild 3.1 zeigt die Schallimmissionen von den Fahrten der Straßenbahnen auf der Zufahrt und auf dem Betriebshof, soweit sie dem Verkehrslärm zugerechnet werden und im Geltungsbereich der 16. BImSchV liegen.

Bild 3.2 zeigt die Schallimmissionen von den Fahrten der Straßenbahnen auf dem Betriebshof, die dem Arbeitslärm zugerechnet werden und im Geltungsbereich der TA Lärm liegen.

Bild 3.3 zeigt die Schallimmissionen vom Pkw- und Lkw-Verkehr auf dem Betriebshof einschließlich der Park- und Entladevorgänge.

Bild 3.4 zeigt die Schallimmissionen von den Gebäuden und der technischen Gebäudeausrüstung.

Die Schallimmissionspläne in den Bildern 2.1, 2.2 und 3.1 für die Schallquellen im Geltungsbereich der 16. BImSchV gelten jeweils für die Beurteilungszeiträume tags und nachts.

Die Schallimmissionspläne in den Bildern 3.2 bis 3.4 für die Schallquellen im Geltungsbereich der TA Lärm gelten für den Beurteilungszeitraum tags und die lauteste Nachtstunde. Der Zuschlag für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit gemäß Nummer 6.5 der TA Lärm blieb bei der Berechnung dieser Schallimmissionspläne unberücksichtigt, da er nur bei allgemeinen Wohngebieten anzuwenden ist.

Die Farben sind einheitlich innerhalb einer Spanne von unter 30 dB(A) bis über 75 dB(A) mit wachsendem Beurteilungspegel von grün über gelb und rot bis blau in Schritten von 5 dB(A) abgestuft.

Schallimmissionspläne eignen sich nur begrenzt für eine quantitative Auswertung. Insbesondere können sie eine detaillierte Berechnung der Beurteilungspegel an den maßgebenden Immissionsorten an Gebäuden nicht ersetzen. Aus verschiedenen Gründen – genannt seien die Höhe der in einem Gitternetz angeordneten Berechnungspunkte (2 m über Gelände), die Interpolation der Pegel zwischen den Berechnungspunkten und bestimmte Unterschiede bei der Berücksichtigung von Reflexionen im Vergleich zu den Einzelpunktberechnungen – lassen sie einen unmittelbaren Rückschluss auf die Pegel an Fassaden nicht zu.

Gleichwohl geben die Schallimmissionspläne einen anschaulichen Überblick über die Schallemissionen der einzelnen Verkehrswege und Quellen, über die Schallausbreitung in die Umgebung und über die Schallimmissionen im interessierenden Bereich. Damit können sie einen Beitrag leisten, sich die Ergebnisse der Schalltechnischen Untersuchung verständlich zu machen und das entwickelte Rechenmodell einer einfachen

Plausibilitätsprüfung zu unterziehen. So sieht man auf den ersten Blick, dass die Vorbelastung aus dem Kfz- und Eisenbahnverkehr in weiten Bereichen die künftige Belastung durch den Straßenbahnverkehr überwiegt.

Kennzeichnend für die Stärke der Schallemissionen ist die Darstellung im Nahfeld der Schallquellen. Die Breite und Intensität des eingefärbten Bereiches spiegeln die Höhe der Emissionspegel wider. Beispielsweise sind in den Schallimmissionsplänen der Straßenbahn die unterschiedliche verkehrliche Belegung der Gleise oder der Anstieg des Emissionspegels in den engen Gleisbögen gut auszumachen, der durch das Kurvengeräusch verursacht wird.

Kennzeichnend für die Schallausbreitung sind die Pegelabnahme mit der Entfernung, die Abschirmung durch Gebäude und Mauern oder der Schalleintrag durch Öffnungen und Lücken zwischen einzelnen Gebäuden.

7.2 Beurteilungspegel an den maßgebenden Immissionsorten

Die Ergebnisse der Einzelpunktberechnungen sind in den Tabellen 4.1 bis 4.4 zusammengefasst. Sie gelten jeweils für Immissionsorte in den allgemeinen Wohngebieten, Kerngebieten, Gewerbegebieten und an den Studios.

Anmerkung:

Diese Tabellen zeigen die Ergebnisse ohne aktiven Schallschutz. Die folgenden Tabellen 5.1 bis 5.5 zeigen die Ergebnisse mit aktivem Schallschutz. Sie sind Gegenstand von Kap. 10.

Der Inhalt der Spalten ist wie folgt:

Allgemeine Angaben (Spalten 1 bis 10)

Spalten 1 bis 3	Beschreibung des maßgebenden Immissionsorts (Adresse, Kennung, Geschoss).
Spalte 4	Art des Gebiets oder der Anlage. Die Angabe (S) bzw. (B) kennzeichnet die Grundlage der Einstufung (S gemäß Schutzbedürftigkeit, B gemäß B-Plan).
Spalten 5 und 6	Immissionsgrenzwerte gemäß 16. BImSchV, § 2 Absatz 1.
Spalten 7 bis 10	Immissionsrichtwerte für Immissionsorte außerhalb von Gebäuden gemäß TA Lärm Nummer 6.1

Vorbelastung im Nullfall und Planfall (Spalten 101 bis 112)

Spalten 101 und 102	Beurteilungspegel vom Kfz-Verkehr auf den angrenzenden Straßen im Szenario ohne Betriebshof (Nullfall).
Spalten 103 und 104	Beurteilungspegel vom Eisenbahnverkehr auf den Strecken 6007, 6142 und 6144 im Szenario ohne Betriebshof (Nullfall).
Spalten 105 und 106	Summenpegel Kfz-Verkehr + Eisenbahnverkehr aus den Spalten 101 und 103 bzw. 102 und 104 im Szenario ohne Betriebshof (Nullfall).
Spalten 107 bis 112	wie 101 bis 106, aber im Szenario mit Betriebshof (Planfall)

Die Pegel sind auf ganze dB(A) aufgerundet.

Untersuchung gemäß 16. BImSchV (Spalten 201 bis 206)

Spalten 201 und 202	Beurteilungspegel von den Fahrzeugbewegungen der Straßenbahnen im Geltungsbereich der 16. BImSchV.
Spalte 203	Höhe der Immissionsgrenzwertüberschreitung tags, wenn der Beurteilungspegel gemäß Spalte 201 den Immissionsgrenzwert gemäß Spalte 5 überschreitet.
Spalte 204	Höhe der Immissionsgrenzwertüberschreitung nachts, wenn der Beurteilungspegel gemäß Spalte 202 den Immissionsgrenzwert gemäß Spalte 6 überschreitet.
Spalte 205	Auslösung von Anspruchsberechtigung auf Kostenerstattung für 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: Immissionsgrenzwertüberschreitung gemäß Spalte 203.
Spalte 206	Auslösung von Anspruchsberechtigung auf passiven Schallschutz dem Grunde nach für Räume, die überwiegend zum Schlafen genutzt werden. Kriterium: Immissionsgrenzwertüberschreitung gemäß Spalte 104.

Die Pegel sind auf ganze dB(A) aufgerundet.

Gesamtlärmbetrachtung (Spalten 301 bis 308)

Spalten 301 und 302	Summenpegel Kfz-Verkehr + Eisenbahnverkehr im Nullfall gemäß Spalten 105 und 106.
Spalten 303 und 304	Summenpegel Kfz-Verkehr + Eisenbahnverkehr + Straßenbahnverkehr im Planfall aus den Spalten 111 und 201 beziehungsweise 112 und 202.
Spalten 305 und 306	Einfluss des Vorhabens auf die Gesamtlärmbelastung = Summenpegel im Planfall minus Summenpegel im Nullfall
Spalte 307	Auslösung von Anspruchsberechtigung dem Grunde nach bei schutzbedürftiger Nutzung tags. Kriterium: Pegeldifferenz gemäß Spalte 305 größer als 0,4 dB(A) – in Gewerbegebieten größer als 2,0 dB(A) – und Summenpegel gemäß Spalte 303 über 70 dB(A).
Spalte 308	Auslösung von Anspruchsberechtigung dem Grunde nach bei schutzbedürftiger Nutzung nachts. Kriterium: Pegeldifferenz gemäß Spalte 206 größer als 0,4 dB(A) – bei gewerblichen Objekten und in Gewerbegebieten größer als 2,0 dB(A) – und Summenpegel gemäß Spalte 204 über 60 dB(A).

Die Pegel sind nicht aufgerundet und mit der Genauigkeit 1/10 dB(A) angegeben.

Anmerkung:

Die Durchführung einer Gesamtlärmbetrachtung ist gesetzlich nicht zufriedenstellen geregelt (siehe Bundesrat, 992. Sitzung am 03. Juli 2020, TOP 61, Ausschussempfehlung U Ziffer 9). Dies eröffnet den gutachtlichen Spielraum, zur Gewährleistung einer sachgerechten Vorgehensweise einen Schwellenwert von 0,4 dB(A) einzuführen. Hiernach bleiben zusätzliche Schallimmissionen unberücksichtigt, wenn sie die Vorbelastung um mehr als 10 dB(A) unterschreiten.

Untersuchung gemäß TA Lärm (Spalten 401 bis 414)

Spalten 401 und 402	Beurteilungspegel von Straßenbahnfahrten dem Betriebshof (Umsetzfahrten im Geltungsbereich der TA Lärm).
Spalten 403 und 404	Beurteilungspegel vom Kfz- und Lkw-Verkehr (einschl. der Entladevorgänge).
Spalten 405 und 406	Beurteilungspegel von der Werkstatthalle.
Spalte 407	Gesamtlärmbelastung tags. Summenpegel aus den Spalten 401, 403 und 405.
Spalte 408	Gesamtlärmbelastung während der lautesten Nachtstunde. Summenpegel aus den Spalten 402, 404 und 406.
Spalten 409 und 410	Maximalpegel bei kurzzeitigen Geräuschspitzen infolge Kurvenquietschens. Die Tag- und Nachtwerte sind gleich.
Spalten 411 und 412	Anwendung der Immissionsrichtwerte gemäß den Spalten 7 und 8 auf die Beurteilungspegel (Summenpegel) der Spalten 407 und 408
Spalten 413 und 414	Anwendung der Immissionsrichtwerte gemäß den Spalten 9 und 10 auf die Maximalpegel der Spalten 409 und 410

Die Pegel sind auf ganze dB(A) aufgerundet.

Vergleich zwischen den Beurteilungspegeln gemäß 16. BImSchV beziehungsweise TA Lärm und der Vorbelastung im Nullfall (Spalten 501 bis 504)

Spalten 501 und 502	Differenz zwischen den Beurteilungspegeln von den Fahrzeugbewegungen der Straßenbahnen im Geltungsbereich der 16. BImSchV gemäß den Spalten 201 und 202 und der Vorbelastung im Nullfall gemäß den Spalten 105 und 106.
Spalten 503 und 504	Differenz zwischen den Beurteilungspegeln (Summenpegeln) im Geltungsbereich der TA Lärm gemäß den Spalten 407 und 408 und der Vorbelastung im Nullfall gemäß den Spalten 105 und 106.

Maximalpegel und Maximale Pegeldifferenzen sind unterhalb der Tabellen ausgewiesen.

8 Immissionskonflikte

Die angekreuzten Zellen (X) in den Spalten 206 und 414 der Tabellen 4.1 und 4.2 kennzeichnen das Auftreten von Immissionskonflikten.

8.1 Immissionskonflikte aus der Untersuchung gemäß 16. BImSchV (Spalte 206)

Der Vergleich der Beurteilungspegel vom Straßenbahnverkehr mit den Immissionsgrenzwerten gemäß 16. BImSchV zeigt, dass an folgenden Wohnhäusern im Adlergestell der Immissionsgrenzwert 49 dB(A) nachts überschritten wird:

Objekt	Kennbuchstabe Immissionsort	Geschoss
Adlergestell 263	-	OG3
Radickestraße 76 (Wohnheim)	a	OG4 und OG5
Adlergestell 275-77	a und b	OG2
Adlergestell 279	-	OG2 bis OG4
Adlergestell 281	-	OG3 und OG4
Adlergestell 283 / Büchnerweg 102	a und b	OG2 und OG3

Die Immissionsgrenzwertüberschreitungen treten nur im Beurteilungszeitraum nachts auf. Sie erreichen im ungünstigsten Fall 4 dB(A).

Die Fassaden mit Immissionsgrenzwertüberschreitung sind im Schalltechnischen Lageplan Bild 1 rot markiert.

Ursächlich für das Auftreten der Immissionsgrenzwertüberschreitungen ist der Straßenbahnverkehr auf der Zufahrtstrecke zum Betriebshof jenseits des Bahndamms. Aufgrund der Anordnung der Straßenbahntrasse neben dem Bahndamm ist zwar eine gewisse Abschirmung zu den Wohnhäusern im Adlergestell gegeben; die durch den Bahndamm bewirkte Pegelminderung nimmt aber in Richtung zu den oberen Geschossen ab.

Die Regelungen der 16. BImSchV lassen eine Berücksichtigung der Vorbelastung nicht zu. Daher müssen die Immissionsgrenzwertüberschreitungen durch Maßnahmen der Lärmvorsorge bewältigt werden. Dies gilt ungeachtet der Tatsache, dass an der Randbebauung des Adlergestells die Schallimmissionen vom Straßenbahnverkehr durch die (ungleich höhere) Vorbelastung durch den Kfz- und Eisenbahnverkehr maskiert werden.

8.2 Immissionskonflikte aus der Untersuchung gemäß TA Lärm (Spalte 414)

Die prognostizierten Beurteilungspegel halten die Immissionsrichtwerte gemäß TA Lärm an allen maßgebenden Immissionsorten ein.

Jedoch ist davon auszugehen, dass einzelne Geräuschspitzen – hervorgerufen durch das Kurvenquietschen der Straßenbahn – an bestimmten Wohnhäusern am Adlergestell sowie auf Parzellen der Kleingartenanlage an der Köpenicker Straße im Beurteilungszeitraum nachts die dort geltenden Immissionsrichtwerte 40 dB(A) beziehungsweise 45 dB(A) gemäß TA Lärm um mehr als die zulässigen 20 dB(A) überschreiten. Dies gilt allerdings nur, falls das Kurvenquietschen nicht durch wirksame technische Maßnahmen reduziert werden kann.

Die Überschreitungen treten an folgenden Wohnhäusern am Adlergestell auf:

Objekt	Kennbuchstabe Immissionsort	Geschoss
Adlergestell 275-77	b	OG2
Adlergestell 279	-	OG2 bis OG4
Adlergestell 281	-	OG3 und OG4
Adlergestell 283 / Büchnerweg 102	a bis c	OG2 und OG3
Büchnerweg 100	-	OG3 und OG4

Die Überschreitungen des angehobenen Immissionsrichtwertes 60 dB(A) durch die Pegel der Geräuschspitzen gemäß Spalte 410 erreichen maximal 3 dB(A). Wegen der Abschirmung durch den Bahndamm sind nur die oberen Geschosse der Gebäude betroffen.

Ursächlich für das Auftreten der Geräuschspitzen sind die Quietschgeräusche beim Befahren des langen Gleisbogens (Radius 25 m) zwischen den beidseitig angebundenen Abstellgleisen und der Zufahrt zur Werkstatthalle (er ist im Schalltechnischen Lageplan Bild 1 mit dem Buchstaben C gekennzeichnet).

Die Überschreitungen auf den Parzellen der Kleingartenanlage treten nur dann auf, wenn die Gewerbeflächen GE1 und GE2 – entsprechend dem Worst Case-Ansatz der vorliegenden Untersuchung – unbebaut sind oder die dortige Bebauung keine hinreichende Abschirmung gewährleistet. Sie betreffen die Parzellen P1, P3, P4a, P5, P5a, P6/7, P8/9, P10, P10a, P96 und P97.

Die Immissionsrichtwertüberschreitungen auf der Kleingartenanlage werden durch das Befahren der Gleisbögen auf der Südostseite des Betriebshofes ausgelöst (siehe Schalltechnischer Lageplan Bild 1, dort Buchstaben A und B). Die Pegel der Geräuschspitzen erreichen im Maximum 68 dB(A). Dies entspricht ebenfalls einer Immissionsrichtwertüberschreitung von 3 dB(A).

Die Immissionskonflikte gemäß TA Lärm müssen durch geeignete Schutzmaßnahmen bewältigt werden.

9 Schutzmaßnahmen

9.1 Immissionsgrenzwertüberschreitungen aus der Untersuchung gemäß 16. BImSchV

Bei Verkehrslärm (Straße und Schiene) soll das Auftreten von Immissionskonflikten vorrangig durch Schallschutzmaßnahmen am Verkehrsweg verhindert werden („aktiver Schallschutz“). Aktive Maßnahmen des Schallschutzes sind beispielsweise geräuscharme Fahrbahn- und Oberbaukonstruktionen, Wälle und Wände, Einschnitts- und Troglagen, Teil- und Vollabdeckungen und Einhausungen. Verkehrspolitische und verkehrsrechtliche Maßnahmen werden nicht zu den aktiven Maßnahmen gerechnet.

Anmerkung:

Nur aktiver Schallschutz kann Menschen innerhalb und außerhalb von Gebäuden schützen. Damit wird durch aktive Maßnahmen auch der Schutz des Umfeldes baulicher Anlagen verbessert.

Aktiver Schallschutz kann unterbleiben, wenn die Kosten der Schallschutzmaßnahmen außer Verhältnis zu dem angestrebten Schutzzweck stehen. Aktiver Schallschutz kann ebenfalls unterbleiben, wenn die Anlagen zum Schallschutz mit dem Vorhaben nicht vereinbar sind.

Wenn aktiver Schallschutz nicht realisiert werden kann, sind gemäß den Regelungen der Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung – 24. BImSchV erforderlichenfalls bauliche Verbesserungen an den Umfassungsbauteilen der schutzbedürftigen Räume vorzunehmen, um die Einwirkungen von Verkehrslärm zu mindern („passiver Schallschutz“). Deren Ziel ist es, innerhalb von Gebäuden ein hinreichendes Schutzniveau zu gewährleisten. In der Regel wird es sich hierbei um die Verbesserung der

Fensterschalldämmung handeln, wenn das vorhandene Fenster-Schalldämmmaß nicht den geforderten Wert aufweist. Im Falle von Schlafräumen oder Räumen mit sauerstoffverbrauchender Energiequelle gehört zu den Schallschutzmaßnahmen der Einbau von Lüftungseinrichtungen. Diese sollen auch bei geschlossenen Fenstern eine ausreichende Frischluftzufuhr sicherstellen. Lüftungseinrichtungen sind auch dann vorzusehen, wenn die erforderliche Schalldämmung der schutzbedürftigen Räume ohne zusätzliche Schallschutzmaßnahmen bereits vorhanden ist.

Als aktive Maßnahmen zum Schutz der Wohnhäuser im Adlergestell kommen grundsätzlich der Einsatz einer lärmindernden Oberbauform (Schotter- oder Rasengleise in der Zufahrt zum Betriebshof) oder die Anordnung einer Lärmschutzwand in Frage. Beide Maßnahmen scheiden hier allerdings aus, so dass die Entscheidung zugunsten des passiven Schallschutzes fallen muss:

- Der Einsatz einer lärmindernden Oberbauform anstelle des vorgesehenen geschlossenen (schallreflektierenden) Oberbaus kann nicht realisiert werden, da die Gleise der Zufahrt in Havariefällen und zur Instandhaltung auch von Kfz befahren werden müssen.
- Zum Schutz der Wohnhäuser am Adlergestell ist die Errichtung einer Lärmschutzwand an der Straßenbahn-Zufahrtrasse zum Betriebshof – also von den Häusern aus gesehen jenseits des Bahndamms – untunlich, da sie nur die (marginale) anteilige Schallimmission vom Straßenbahnverkehr reduzieren könnte, ohne die maßgeblich durch die Schallimmissionen vom Kfz- und Eisenbahnverkehr bestimmte Gesamtlärmbelastung zu mindern.

Bei der Umsetzung der passiven Schallschutzmaßnahmen sind für die Prüfung und Dimensionierung des Schallschutzes der Außenbauteile die auf ganze dB(A) aufgerundeten Gesamtlärm-Beurteilungspegel gemäß Spalte 304 von Tabelle 4.1 oder 5.1 heranzuziehen (die Beurteilungspegel an den entsprechenden Wohnhäusern sind in beiden Tabellen gleich). Hierdurch ist gewährleistet, dass in den entsprechenden Räumen trotz der hohen Lärmbelastung ein gesundheitlich unbedenkliches Innenschallpegelniveau nicht überschritten wird.

9.2 Immissionsrichtwertüberschreitungen aus der Untersuchung der Geräuschspitzen gemäß TA Lärm

Die Regelungen der TA Lärm erlauben keine passiven Schallschutzmaßnahmen, so dass zur Bewältigung der Immissionskonflikte ausschließlich aktive Schutzmaßnahmen zur Verfügung stehen.

a) Schutz der Wohnhäuser im Adlergestell (siehe Kap. 8.3)

Zur Reduzierung der Quietschgeräusche ist der Gleisbogen C durch stationäre Flankenschmieranlagen (Anlagen zur Schmierung der Schienenflanke der Bogenaußenschiene) und Schienenkopfconditionierungsanlagen (Anlagen zur tribologischen Behandlung des Schienenkopfes der Bogeninnenschiene) auszurüsten.

Die akustische Wirksamkeit der Anlagen ist nach Inbetriebnahme des Betriebshofes zu überprüfen. Sollte sich hierbei herausstellen, dass das Kurvenquietschen nicht hinreichend wirksam reduziert werden kann, ist auf der Bogenaußenseite nachträglich eine geeignete Lärmschutzwand anzuordnen. Hierfür könnte z. B. eine Niedrig-Lärmschutzwand in unmittelbarer Nähe zum Gleis geeignet sein. Entsprechende Einzelheiten bleiben einer späteren Untersuchung vorbehalten.

b) Schutz der Parzellen der Kleingartenanlage

Ein wirksamer Schutz der Parzellen könnte bereits durch die künftige Bebauung der Gewerbeflächen GE1 und GE2 sichergestellt sein, falls die Gebäude aufgrund ihrer Anordnung, der horizontalen Ausdehnung und ihrer Höhe zu einer entsprechenden Abschirmung führen. Eine Konkretisierung dieser Aussage ist zum jetzigen Zeitpunkt allerdings nicht möglich, da die im Bebauungsplan festgesetzten Baugrenzen keinen Rückschluss auf die Auswirkungen der Gebäude auf das Schallfeld zulassen.

Die vorliegende Untersuchung geht im Rahmen eines Worst Case-Ansatzes davon aus, dass die Gewerbeflächen zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme des Betriebshofes weiterhin unbebaut sind und berücksichtigt keine Gebäudeabschirmung. In diesem Fall müssen die Immissionsrichtwertüberschreitungen auf den Parzellen der Kleingartenanlage durch

den Bau von zwei Lärmschutzwänden bewältigt werden. Sie sind entlang der südöstlichen Grundstücksgrenze des Betriebshofes auf beiden Seiten der Zufahrt anzuordnen und als LSW1 und LSW2 im Schalltechnischen Lageplan eingetragen.

Anmerkung:

Anders als beim Gleisbogen C ist die Ausrüstung der Gleisbögen A und B mit Schienenkopfkonditionierungsanlagen zur Reduzierung des Kurvenquietschens voraussichtlich nicht zielführend. Es ist davon auszugehen, dass diese Gleise häufig von Kfz befahren und verunreinigt werden, was die Wirkung der Anlagen stark mindern würde.

Die akustisch relevanten Parameter der Lärmschutzwände sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

	Länge	Höhe ü. Boden	Fläche	Oberfläche innen (Seite Betriebshof)	Oberfläche außen (Seite Nachbarschaft)
LSW1 (kurzer Flügel)	16 m	2,50 m	40 m ²	keine Vorgabe	keine Vorgabe
LSW1 (langer Flügel)	60 m	2,50 m	150 m ²	keine Vorgabe	absorbierend (- 4 dB)
LSW2	60 m	2,50 m	150 m ²	keine Vorgabe	absorbierend (- 4 dB)

Die gesamte Fläche beider Lärmschutzwände beträgt 340 m². Bei einem beispielhaften Kostenansatz von ca. 500 €/m² ist mit Gesamtkosten von 170.000 € zu rechnen.

Sollten die Gewerbeflächen bis zur Inbetriebnahme des Betriebshofes bebaut sein, ist das Erfordernis der Lärmschutzwände in einer späteren Untersuchung erneut zu überprüfen. Sofern weiterhin erforderlich, ist bei deren Dimensionierung der Einfluss der Bebauung zu berücksichtigen. Gegebenenfalls können die Lärmschutzwände verkürzt werden oder ganz entfallen.

10 Ergebnisse mit aktivem Schallschutz

Die Beurteilungspegel mit aktivem Schallschutz sind in den Tabellen 5.1 bis 5.4 dokumentiert. Die Tabellen entsprechen in ihrem Aufbau exakt den Tabellen 4.1 bis 4.4. Die Ergebnisse bestätigen, dass die Immissionskonflikte aus dem Kurvenquietschen durch die beschriebenen Maßnahmen bewältigt sind.

Ergänzend zeigen Bild 4 und Tabelle 6 die Wirkung (in der Fachsprache der Akustik: die Einfügdungsdämmung) der Lärmschutzwände in Höhe und räumlicher Verteilung.

11 Ergänzende Hinweise zu den Ergebnissen

11.1 Schallimmissionsverhältnisse an den Studiogebäuden

Aufgrund ihrer Lage zum Betriebshof treten die höchsten Schallimmissionen an der Nordseite der Studios A-F, an Studio K und der Halle L auf.

Die nachfolgende Übersicht fasst die maximalen Beurteilungspegel vom Straßenbahnverkehr gemäß 16. BImSchV und vom Arbeitslärm gemäß TA Lärm zusammen und stellt sie der Vorbelastung im Nullfall gegenüber (siehe Tabelle 5.4).

	Vorbelastung (Nullfall)	16. BImSchV	TA Lärm
	höchster Beurteilungspegel tags / nachts Spalte 105 / 106	höchster Beurteilungspegel tags / nachts Spalte 201 / 202	höchster Beurteilungspegel tags / nachts Spalte 407 / 408
Studio A-F	63 / 60 dB(A)	45 / 54 dB(A)	42 / 46 dB(A)
Halle L	62 / 59 dB(A)	47 / 56 dB(A)	48 / 51 dB(A)
Studio K	62 / 59 dB(A)	47 / 55 dB(A)	49 / 52 dB(A)

11.2 Bebauung und Nutzung der Gewerbeflächen des B-Plans 9-41

Hierbei sind grundsätzlich drei Fragen zu diskutieren:

a) Schallimmissionen vom Betriebshof

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung können einen ersten Anhalt geben, welche Lärmbelastung an den künftigen Gebäuden auf den beiden Gewerbeflächen des Bebauungsplans 9-41 zu erwarten ist. Bei sensibler Nutzung – etwa bei anspruchsvoller Büronutzung – sind die Schallimmissionen vom Betriebshof bei der bauakustischen Dimensionierung der Außenbauteile zu berücksichtigen. Gegebenenfalls sind entsprechende Sonderuntersuchungen erforderlich, sobald die konkrete Nutzung und Anordnung der Gebäude bekannt sind.

b) Auswirkungen der künftigen Gebäude auf das Schallfeld

Die Gebäude sind nach Möglichkeit so anzuordnen, dass sie die Schallausbreitung vom Betriebshof zu der Kleingartenanlage an der Köpenicker Straße durch Abschirmung reduzieren. Sollten die Gebäude erst nach Inbetriebnahme des Betriebshofes errichtet werden, können die Baugrenzen wegen der Lärmschutzwände in Verbindung mit den geltenden Regelungen zu Abstandsflächen und Abständen nicht ausgeschöpft werden.

Eine weitergehende Aussage ist aktuell nicht möglich.

c) Schallemission von den Gewerbeflächen

Bei der künftigen Nutzung der Gewerbeflächen ist die Vorbelastung durch den Betriebshof der BVG zu berücksichtigen. Hieraus könnten sich insbesondere nachts Einschränkungen hinsichtlich geräuschintensiver Nutzungen ergeben. Büronutzungen sind hiervon nicht betroffen.

11.3 Genauigkeitsbetrachtung

Die Genauigkeit der angegebenen Pegel wird durch das Regelwerk und die Eingangsgrößen der Untersuchung bestimmt.

Die Berechnungen auf Grundlage der Schall 03 und der RLS-90 erfolgen mit einer Genauigkeit von typischerweise 0,2 dB(A). Die Berechnungsverfahren sind in allen Einzelheiten vorgeschrieben und erlauben keine Spielräume.

Die Eingangsgrößen der Untersuchung (Anzahl der Straßenbahnen, Anzahl der Pkw- und Lkw-Fahrten auf dem Betriebshof, Innenschallpegel der Werkstatthalle und Schalldämm-Maße, RLT-Anlagen, Kurvenquietschen) wurden so angesetzt, dass sie auf der sicheren Seite liegen.

Hinsichtlich der Berechnungen im Rahmen der Untersuchung gemäß TA Lärm ist schließlich darauf hinzuweisen, dass die energetische Addition für die lauteste Nachtstunde bei Schallereignissen, die real zu unterschiedlichen Zeiten stattfinden, tendenziell zu hohe Summenpegel ergibt.

Die ausgewiesenen Beurteilungspegel dürften also eine Grenze darstellen, die beim Betrieb der Anlage nicht überschritten wird.

12 *Fazit*

Unter der Voraussetzung, dass die vorgeschlagenen aktiven und passiven Schallschutzmaßnahmen zur Bewältigung der Immissionskonflikte realisiert werden, bestehen aus Sicht des Schallimmissionsschutzes gegen den Bau des Straßenbahn-Betriebshofes keine Bedenken.

Die Schalltechnische Untersuchung zum Bau des Betriebshofes ist hiermit beendet.

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	bzg. 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+ KLM
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 Schwellengleis 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 Schwellengleis 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		
Niederflurfahrzeuge mit Klimaanlage, 8 Achsen, 30 km/h, 14 Fahrzeuge 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	8		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	Fahrgeschwindigkeit in km/h	30		0,00	0,00	2,61	-2,61	-10,46	-7,84	-7,84	-10,46			
	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	14		-0,58	-0,58	-0,58	-0,58	-0,58	-0,58	-0,58	-0,58			
Emissionsspektrum Fahrgeräusche				33,43	43,43	50,04	57,82	60,97	54,59	47,59	35,97	63,7		
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			5,23	5,23	5,23	5,23	5,23	5,23	5,23	5,23			
	Anzahl der Fahrzeuge / Tag			-0,58	-0,58	-0,58	-0,58	-0,58	-0,58	-0,58	-0,58			
	Emissionsspektrum Aggregatgeräusche				25,65	36,65	40,65	43,65	46,65	45,65	41,65		40,65	51,7
	Kontrollwert												63,94	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
Niederflurfahrzeuge mit Klimaanlage, 8 Achsen, 30 km/h, 57 Fahrzeuge nachts				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	8		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	Fahrgeschwindigkeit in km/h	30		0,00	0,00	2,61	-2,61	-10,46	-7,84	-7,84	-10,46			
	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	57		8,53	8,53	8,53	8,53	8,53	8,53	8,53	8,53			
Emissionsspektrum Fahrgeräusche				42,54	52,54	59,15	66,92	70,08	63,69	56,69	45,08	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			5,23	5,23	5,23	5,23	5,23	5,23	5,23	5,23			
	Anzahl der Fahrzeuge / Nacht			8,53	8,53	8,53	8,53	8,53	8,53	8,53	8,53			
	Emissionsspektrum Aggregatgeräusche				34,76	45,76	49,76	52,76	55,76	54,76	50,76		49,76	60,8
	Kontrollwert												73,05	

Tabelle 1.1
Beispielhafte Berechnung von Straßenbahn-Emissionsspektren gemäß Schall 03
(gerades Gleis, straßenbündiger Bahnkörper, v = 30 km/h, 14 Züge tags / 57 Züge nachts)

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	bzg. 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+ KLM
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 Schwellengleis 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 Schwellengleis 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
Niederflurfahrzeuge mit Klimaanlage, 8 Achsen, 50 km/h, 14 Fahrzeuge 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	71,1
	Anzahl der Achsen je Fahrzeug	8		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	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	14		-0,58	-0,58	-0,58	-0,58	-0,58	-0,58	-0,58	-0,58	
	Emissionsspektrum Fahrgeräusche			37,43	47,43	52,94	62,93	69,41	61,91	54,91	44,41	
Höhe 4 m	Aggregatgeräusch normiert			21,00	32,00	36,00	39,00	42,00	41,00	37,00	36,00	49,5
	Fahrgeschwindigkeit in km/h	3,01		3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	
	Anzahl der Fahrzeuge / Tag	-0,58		-0,58	-0,58	-0,58	-0,58	-0,58	-0,58	-0,58	-0,58	
	Emissionsspektrum Aggregatgeräusche			23,43	34,43	38,43	41,43	44,43	43,43	39,43	38,43	
	Kontrollwert											

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Niederflurfahrzeuge mit Klimaanlage, 8 Achsen, 50 km/h, 57 Fahrzeuge nachts				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	80,2
	Anzahl der Achsen je Fahrzeug	8		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	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	57		8,53	8,53	8,53	8,53	8,53	8,53	8,53	8,53	
	Emissionsspektrum Fahrgeräusche			46,54	56,54	62,04	72,03	78,52	71,02	64,02	53,52	
Höhe 4 m	Aggregatgeräusch normiert			21,00	32,00	36,00	39,00	42,00	41,00	37,00	36,00	58,6
	Fahrgeschwindigkeit in km/h	3,01		3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	
	Anzahl der Fahrzeuge / Nacht	8,53		8,53	8,53	8,53	8,53	8,53	8,53	8,53	8,53	
	Emissionsspektrum Aggregatgeräusche			32,54	43,54	47,54	50,54	53,54	52,54	48,54	47,54	
	Kontrollwert											

Tabelle 1.2
Beispielhafte Berechnung von Straßenbahn-Emissionsspektren gemäß Schall 03
(Gleisbogen m. Kurvengeräusch, straßenbündiger Bahnkörper, v = 50 km/h, 14 Züge tags / 57 Züge nachts)

Emissionsspektrum von E-Lok-bespannten Regionalzügen (21 Züge tags, v = 100 km/h, Schwellengleise im Schotterbett)													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Teil A. E-Lok mit Rad- oder Wellenscheibenbremse				63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz	L'WA	
Höhe 0 m	1 + 2	Rollgeräusche normiert	4	16,33	26,33	42,27	58,27	63,27	60,51	55,33	37,46		
		Anzahl der Achsen je Einheit		100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00
	Geschwindigkeitskorrektur	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	Anzahl der Einheiten je Zug	21	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18		
	Anzahl der Züge / Tag		17,51	27,51	43,45	59,45	64,45	61,70	56,51	38,64			
	7	Aerodynamische Geräusche normiert		25,00	32,00	34,00	34,00	32,00	26,00	19,00	8,00		
		Geschwindigkeitskorrektur		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00
	Anzahl der Einheiten je Zug		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	Anzahl der Züge / Tag		26,18	33,18	35,18	35,18	33,18	27,18	20,18	9,18			
	9	Aggregatgeräusche normiert		24,00	32,00	49,00	50,00	47,00	43,00	37,00	28,00		
		Geschwindigkeitskorrektur		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	Anzahl der Einheiten je Zug		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Anzahl der Züge / Tag	25,18		33,18	50,18	51,18	48,18	44,18	38,18	29,18				
11	Antriebsgeräusche normiert		18,00	26,00	45,00	46,00	42,00	38,00	32,00	21,00			
	Geschwindigkeitskorrektur		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
Anzahl der Einheiten je Zug		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
Anzahl der Züge / Tag		19,18	27,18	46,18	47,18	43,18	39,18	33,18	22,18				
ges.		Emissionsspektrum Höhe 0 m		29,46	37,20	52,33	60,28	64,58	61,80	56,60	39,19	67,85	
Höhe 4 m	6	Aerodynamische Geräusche normiert		20,00	27,00	37,00	41,00	44,00	44,00	39,00	31,00		
		Geschwindigkeitskorrektur		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	Anzahl der Einheiten je Zug		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	Anzahl der Züge / Tag		21,18	28,18	38,18	42,18	45,18	45,18	40,18	32,18			
	8	Aggregatgeräusche normiert		33,00	42,00	55,00	57,00	55,00	51,00	47,00	38,00		
		Geschwindigkeitskorrektur		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	Anzahl der Einheiten je Zug		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	Anzahl der Züge / Tag		34,18	43,18	56,18	58,18	56,18	52,18	48,18	39,18			
	ges.		Emissionsspektrum Höhe 4 m		34,39	43,32	56,25	58,29	56,51	52,97	48,82	39,97	62,68
	Höhe 5 m	5	Aerodynamische Geräusche normiert		13,00	22,00	30,00	34,00	37,00	39,00	34,00	26,00	
			Geschwindigkeitskorrektur		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		Anzahl der Einheiten je Zug		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Anzahl der Züge / Tag		14,18		23,18	31,18	35,18	38,18	40,18	35,18	27,18			
ges.		Emissionsspektrum Höhe 5 m		14,18	23,18	31,18	35,18	38,18	40,18	35,18	27,18	44,09	
ges. Emissionsspektrum Höhe 0 m				33,70	41,34	54,23	66,44	71,27	68,51	63,32	45,55	74,37	
Emissionsspektrum Höhe 4 m				34,48	43,41	56,30	58,54	56,81	53,41	49,06	40,13	62,91	
Emissionsspektrum Höhe 5 m				14,18	23,18	31,18	35,18	38,18	40,18	35,18	27,18	44,09	
											Kontrollwert	74,67	

Tabelle 2.1
 Beispielhafte Berechnung von Eisenbahn-Emissionsspektren gemäß Schall 03
 (hier: RB-E auf Strecke 6142)

Strecke 6007 (km 10,1 - km 11,2)		Anzahl Züge / Richtg.		Zugart-		v-max		Fahrzeugkategorien gemäß Schall03 im Zugverband												
		Tag	Nacht	Traktion	km/h	Kategorie	Anzahl	Kategorie	Anzahl	Kategorie	Anzahl	Kategorie	Anzahl	Kategorie	Anzahl	Kategorie	Anzahl	Kategorie	Anzahl	
S-Bahn Berlin		122	28,5	S	90	5-Z2-A8	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
S-Bahn Berlin		86	28	S	90	5-Z2-A8	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
S-Bahn Berlin		128	37,5	S	90	5-Z2-A8	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
336 Züge tags																				
Höhe		63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz	A	94 Züge nachts									
Quelle		63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz	A	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz	A	
Schwellengleise im Schotterbett		0 m	45,90	54,57	67,65	80,63	84,96	81,54	76,32	58,75	87,93	43,49	52,15	65,24	78,21	82,55	79,12	73,91	56,34	85,52
	4 m	34,13	43,73	54,73	62,91	62,31	60,73	53,73	43,70	67,34	31,72	41,32	52,32	60,50	69,90	59,32	58,32	51,32	41,29	64,93
	5 m	28,73	37,73	45,73	49,73	52,73	54,73	49,73	41,73	58,64	26,32	35,32	43,32	47,32	50,32	52,32	47,32	47,32	39,32	56,23
		Kontrollwert 87,97																		

Strecke 6142 (km 10,1 - km 11,2)		Anzahl Züge / Richtg.		Zugart-		v-max		Fahrzeugkategorien gemäß Schall03 im Zugverband													
		Tag	Nacht	Traktion	km/h	Kategorie	Anzahl	Kategorie	Anzahl	Kategorie	Anzahl	Kategorie	Anzahl	Kategorie	Anzahl	Kategorie	Anzahl				
Güterzug Bsp. E-Lok		1	0	GZ-E	100	7-Z2-A6	1	10-Z5	30	10-Z18	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Regionalbahn Bsp. E-Lok		21	4	RB-E	100	7-Z5-A4	1	9-Z5	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Regionalbahn E-Triebzug		11	2	RB-ET	100	5-Z5-A10	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
33 Züge tags																					
Höhe		63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz	A	6 Züge nachts										
Quelle		63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz	A	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz	A		
Schwellengleise im Schotterbett		0 m	36,57	44,41	56,54	69,41	74,28	71,57	66,28	48,78	77,97	31,18	38,97	51,51	63,81	68,62	65,86	60,66	42,95	71,72	
	4 m	35,28	44,22	56,60	59,35	58,01	55,35	49,79	40,83	63,85	30,39	39,32	52,18	54,58	52,94	49,72	45,15	36,18	58,97		
	5 m	17,39	26,39	34,39	38,39	41,39	43,39	38,39	30,39	47,31	13,00	22,00	30,00	34,00	37,00	39,00	34,00	26,00	42,91		
		Kontrollwert 77,57																			

Strecke 6144 (km 0,0 - km 1,0)		Anzahl Züge		Zugart-		v-max		Fahrzeugkategorien gemäß Schall03 im Zugverband													
		Tag	Nacht	Traktion	km/h	Kategorie	Anzahl	Kategorie	Anzahl	Kategorie	Anzahl	Kategorie	Anzahl	Kategorie	Anzahl						
Güterzug Bsp. Diesellok		6	4	GZ-V	70	8-A6	1	10-Z5	30	10-Z18	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
6 Züge tags																					
Höhe		63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz	A	4 Züge nachts										
Quelle		63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz	A	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz	A		
Schwellengleise im Schotterbett		0 m	35,49	44,72	56,84	71,43	74,93	70,03	64,50	47,72	77,67	36,74	45,97	58,09	72,68	76,18	71,28	65,75	48,97	78,92	
	4 m	35,09	45,37	49,22	57,84	57,45	55,02	48,11	38,53	62,18	36,34	46,62	50,47	59,09	58,70	56,27	47,36	39,78	63,43		
	5 m																				
		Kontrollwert 77,79																			
		Kontrollwert 79,04																			

Tabelle 2.2
Zusammenfassung der Emissionsspektren (DB Strecken 6007, 6142 und 6144 in der Prognose 2030)

1		Immissionsort										Vorbelastung im Nullfall und Planfall																				Untersuchung gemäß 16. BimSchV										Gesamtwertbetrachtung										Untersuchung gemäß TA Lärm										Differenz zur Vorbelastung / Nullfall			
		Kennung		Immissionsort		Immissionswert gemäß 16. BimSchV					Immissionswert gemäß TA Lärm					Immissionswert gemäß 16. BimSchV					Immissionswert gemäß TA Lärm					Immissionswert gemäß 16. BimSchV					Immissionswert gemäß TA Lärm					Verkehrslärm		Arbeitslärm																											
						Tag		Nacht		Mittelschwere		Schwere		Immission		Immission		Immission		Immission		Immission		Immission		Immission		Immission		Immission		Immission		Immission		Immission		Immission																											
Adlergestell 263	EG	WA(S)	59	49	55	40	85	60	71	65	67	65	62	68	68	32	42	46	46	47	47	71,6	67,2	71,9	67,2	72,2	68,3	0,0	0,0	0,0	27	30	23	21	31	24	33	31	31	24	33	32	32	55	55	-40	-26	-39	-37																
			60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	69	69	69	69	69	69	71,6	67,0	71,6	67,0	72,4	68,3	0,0	0,0	0,0	28	31	24	21	31	24	33	32	32	25	34	33	55	55	-35	-22	-39	-36																		
			60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	69	69	69	69	69	69	72,4	68,3	72,4	68,3	72,4	68,3	0,0	0,0	0,0	29	31	24	21	31	24	33	32	32	25	34	33	55	55	-34	-21	-40	-37																		
			60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	69	69	69	69	69	69	72,3	68,5	72,3	68,5	72,3	68,5	0,0	0,0	0,1	30	31	24	21	31	24	33	32	32	25	34	33	56	56	-32	-19	-40	-37																		
Adlergestell 267-269A	EG	WA(S)	59	49	55	40	85	60	71	65	67	65	62	68	68	32	42	46	46	47	47	71,9	67,3	71,9	67,3	72,4	68,3	0,0	0,0	0,0	28	30	24	21	31	24	33	32	32	25	34	33	55	55	-40	-26	-39	-36																	
			60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	69	69	69	69	69	69	71,9	67,3	71,9	67,3	72,4	68,3	0,0	0,0	0,0	29	31	24	21	31	24	33	32	32	25	34	33	56	56	-35	-22	-39	-36																		
			60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	69	69	69	69	69	69	72,4	68,3	72,4	68,3	72,4	68,3	0,0	0,0	0,0	30	31	24	21	31	24	33	32	32	25	34	33	56	56	-34	-21	-40	-37																		
			60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	69	69	69	69	69	69	72,2	68,5	72,2	68,5	72,2	68,5	0,0	0,0	0,1	29	32	24	22	32	25	34	33	33	25	34	33	56	56	-32	-19	-39	-36																		
Adlergestell 275-77	EG	WA(S)	59	49	55	40	85	60	71	65	67	65	62	68	68	32	42	46	46	47	47	72,6	68,6	72,6	68,6	72,6	68,6	0,0	0,0	0,1	29	32	24	22	32	25	34	33	33	25	34	33	57	57	-31	-18	-39	-36																	
			60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	69	69	69	69	69	69	72,6	68,6	72,6	68,6	72,6	68,6	0,0	0,0	0,1	30	32	24	22	32	25	34	33	33	25	34	33	57	57	-31	-18	-39	-36																		
			60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	69	69	69	69	69	69	72,2	68,5	72,2	68,5	72,2	68,5	0,0	0,0	0,1	29	32	24	22	32	25	34	33	33	25	34	33	56	56	-32	-19	-39	-36																		
			60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	69	69	69	69	69	69	70,0	66,1	70,0	66,2	70,0	66,2	0,0	0,0	0,1	30	33	25	22	32	25	35	34	34	25	35	34	57	57	-30	-18	-35	-33																		
Adlergestell 279	EG	WA(S)	59	49	55	40	85	60	71	65	67	65	62	68	68	33	42	46	46	47	47	68,0	64,1	68,0	64,1	68,0	64,1	0,0	0,0	0,0	30	32	26	23	34	27	36	34	34	27	36	34	56	56	-35	-23	-32	-31																	
			60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	69	69	69	69	69	69	68,5	64,2	68,5	64,3	68,5	64,3	0,0	0,0	0,1	31	34	26	23	35	28	37	35	35	28	37	35	59	59	-32	-19	-32	-30																		
			60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	69	69	69	69	69	69	69,9	65,1	69,9	65,2	69,9	65,2	0,0	0,0	0,1	32	34	26	23	35	28	37	35	35	28	37	35	59	59	-32	-19	-32	-30																		
			60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	69	69	69	69	69	69	70,6	66,6	70,6	66,6	70,6	66,6	0,0	0,0	0,1	30	33	27	25	36	28	37	36	36	27	35	34	57	57	-37	-23	-34	-33																		
Adlergestell 281	EG	WA(S)	59	49	55	40	85	60	71	65	67	65	62	68	68	33	42	46	46	47	47	69,7	65,5	69,7	65,5	69,7	65,5	0,0	0,0	0,0	30	32	27	25	36	28	37	34	34	27	36	34	53	53	-37	-24	-33	-32																	
			60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	69	69	69	69	69	69	70,3	66,0	70,3	66,1	70,3	66,1	0,0	0,0	0,0	33	35	27	25	36	28	37	36	36	27	35	34	60	60	-32	-19	-33	-31																		
			60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	69	69	69	69	69	69	71,2	67,4	71,2	67,4	71,2	67,4	0,0	0,0	0,1	33	35	27	25	36	28	37	36	36	27	35	34	60	60	-32	-19	-33	-31																		
			60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	69	69	69	69	69	69	70,6	66,5	70,6	66,5	70,6	66,5	0,0	0,0	0,0	31	33	27	25	36	28	37	35	35	28	37	35	55	55	-37	-23	-34	-32																		
Adlergestell 283 / Böhnweg 102	EG	WA(S)	59	49	55	40	85	60	71	65	67	65	62	68	68	33	42	46	46	47	47	69,7	65,5	69,7	65,5	69,7	65,5	0,0	0,0	0,0	30	32	27	25	36	28	37	34	34	27	36	34	53	53	-37	-24	-33	-32																	
			60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	69	69	69	69	69	69	70,9	67,3	70,9	67,3	70,9	67,3	0,0	0,0	0,1	33	36	28	25	36	29	38	37	37	29	39	37	59	59	-32	-19	-31	-29																		
			60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	69	69	69	69	69	69	71,1	67,5	71,1	67,5	71,1	67,5	0,0	0,0	0,1	34	37	28	26	37	29	38	38	38	29	39	38	61	61	-30	-17	-32	-29																		
			60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	69	69	69	69	69	69	70,9	67,3	70,9	67,3	70,9	67,3	0,0	0,0	0,1	35	38	29	26	37	30	40	38	38	29	38	36	62	62	-30	-16	-31	-29																		
Böhnweg 100	EG	WA(S)	59	49	55	40	85	60	71	65	67	65	62	68	68	34	44	48	48	49	49	69,4	65,3	69,4	65,3	69,4	65,3	0,0	0,0	0,0	30	33	28	25	36	29	38	35	35	27	36	35	52	52	-37	-23	-32	-31																	
			60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	69	69	69	69	69	69	70,7	66,7	70,7	66,7	70,7	66,7	0,0	0,0	0,0	33	36	28	25	36	29	38	37	37	29	39	37	59	59	-32	-19	-31	-29																		
			60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	69	69	69	69	69	69	70,5	66,7	70,5	66,8	70,5	66,8	0,0	0,0	0,1	34	37	28	26	37	30	40	39	39	29	38	36	60	60	-30	-17	-31	-28																		
			60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	69	69	69	69	69	69	70,9	67,3	70,9	67,3	70,9	67,3	0,0	0,0	0,1	36	39	29	26	38	30	41	40	40	29	38	36	62	62	-28	-16	-30	-28																		

Merkmal zu Spalte 4:	Maximum über alle Immissionsorte >>					Maximum über alle Immissionsorte >>					Maximum über alle Immissionsorte >>					Maximum über alle Immissionsorte >>					Maximum über alle Immissionsorte >>					Maximum über alle Immissionsorte >>									
	(S)	(S)	(S)	(S)	(S)	(S)	(S)	(S)	(S)	(S)	(S)	(S)	(S)	(S)	(S)	(S)	(S)	(S)	(S)	(S)	(S)	(S)	(S)	(S)	(S)	(S)	(S)	(S)	(S)	(S)					
71	66	70	67	73	69	71	66	70	67	73	69	71	66	70	67	73	69	71	66	70	67	73	69	71	66	70	67	73	69	71	66	70	67	73	69
72,7	68,6	72,7	68,7	0,1	0,1	72,7	68,6	72,7	68,7	0,1	0,1	72,7	68,6	72,7	68,7	0,1	0,1	72,7	68,6	72,7	68,7	0,1	0,1	72,7	68,6	72,7	68,7	0,1	0,1	72,7	68,6	72,7	68,7	0,1	0,1
37	39	29	27	38	31	41	40	63	63	41	40	63	63	41	40	63	63	41	40	63	63	41	40	63	63	41	40	63	63	41	40	63	63		
26	-14	-25	-25	-23	-23	-26	-14	-25	-25	-23	-23	-26	-14	-25	-25	-23	-23	-26	-14	-25	-25	-23	-23	-26	-14	-25	-25	-23	-23	-26	-14	-25	-25	-23	

Tabelle 4.1
Ergebnisse der Schalltechnischen Untersuchungen (ohne Berücksichtigung aktiver Schallschutzmaßnahmen)
Immissionsorte in allgemeinen Wohngebieten

Immlotte in GE										Vorbereitung im Nutfall und Planfall												Untersuchung gemäß 16. BImSchV						Gesamtlärmbeurteilung						Untersuchung gemäß TA Lärm														Differenz zur Vorbelastung / Nutfall	
Immlotensort		Immlotensort		Immlotensort		Immlotensort		Immlotensort		Immlotensort		Immlotensort		Immlotensort		Immlotensort		Immlotensort		Immlotensort		Immlotensort		Immlotensort		Immlotensort		Immlotensort		Immlotensort		Immlotensort		Immlotensort		Immlotensort		Immlotensort		Immlotensort									
Adresse		Gebiet		Gebiet		Gebiet		Gebiet		Gebiet		Gebiet		Gebiet		Gebiet		Gebiet		Gebiet		Gebiet		Gebiet		Gebiet		Gebiet		Gebiet		Gebiet		Gebiet		Gebiet		Gebiet		Gebiet									
Kategorie		Kategorie		Kategorie		Kategorie		Kategorie		Kategorie		Kategorie		Kategorie		Kategorie		Kategorie		Kategorie		Kategorie		Kategorie		Kategorie		Kategorie		Kategorie		Kategorie		Kategorie		Kategorie		Kategorie		Kategorie									
Kategorie		Kategorie		Kategorie		Kategorie		Kategorie		Kategorie		Kategorie		Kategorie		Kategorie		Kategorie		Kategorie		Kategorie		Kategorie		Kategorie		Kategorie		Kategorie		Kategorie		Kategorie		Kategorie		Kategorie		Kategorie									
Am Studio 16 (ehem. Produktions- und Verleihungsstätte Salon AG, Fa. Aeos Deutschland GmbH, RT DE Produktions GmbH)		a		b		c		d		e		f		g		h		i		j		k		l		m		n		o		p		q		r		s											
Am Studio 20D (Studio Berlin GmbH, Gantgengebäude)		a		b		c		d		e		f		g		h		i		j		k		l		m		n		o		p		q		r		s											
Immlotensort		Immlotensort		Immlotensort		Immlotensort		Immlotensort		Immlotensort		Immlotensort		Immlotensort		Immlotensort		Immlotensort		Immlotensort		Immlotensort		Immlotensort		Immlotensort		Immlotensort		Immlotensort		Immlotensort		Immlotensort		Immlotensort		Immlotensort		Immlotensort									
1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		101		102		103		104		105		106		107		108		109		110		111		112							
11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		201		202		203		204		205		206		207		208		209		210		211		212							
11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		201		202		203		204		205		206		207		208		209		210		211		212							
11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		201		202		203		204		205		206		207		208		209		210		211		212							
11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		201		202		203		204		205		206		207		208		209		210		211		212							
11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		201		202		203		204		205		206		207		208		209		210		211		212							
11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		201		202		203		204		205		206		207		208		209		210		211		212							
11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		201		202		203		204		205		206		207		208		209		210		211		212							
11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		201		202		203		204		205		206		207		208		209		210		211		212							
11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		201		202		203		204		205		206		207		208		209		210		211		212							
11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		201		202		203		204		205		206		207		208		209		210		211		212							
11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		201		202		203		204		205		206		207		208		209		210		211		212							
11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		201		202		203		204		205		206		207		208		209		210		211		212							
11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		201		202		203		204		205		206		207		208		209		210		211		212							
11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		201		202		203		204		205		206		207		208		209		210		211		212							
11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		201		202		203		204		205		206		207		208		209		210		211		212							
11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		201		202		203		204		205		206		207		208		209		210		211		212							
11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		201		202		203		204		205		206		207		208		209		210		211		212							
11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		201		202		203		204		205		206		207		208		209		210		211		212							
11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		201		202		203		204		205		206		207		208		209		210		211		212							
11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		201		202		203		204		205		206		207		208		209		210		211		212							
11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		201		202		203		204		205		206		207		208		209		210		211		212							
11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		201		202		203		204		205		206		207		208		209		210		211		212							
11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		201		202		203		204		205		206		207		208		209		210		211		212							
11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		201		202		203		204		205		206		207		208		209		210		211		212							
11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		201		202		203		204		205		206		207		208		209		210		211		212							
11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		201		202		203		204		205		206		207		208		209		210		211		212							
11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		201		202		203		204		205		206		207		208		209		210		211		212							
11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		201		202		203		204		205		206		207		208		209		210		211		212							
11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		201		202		203		204		205		206		207		208		209		210		211		212							
11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		201		202		203		204		205		206		207		208		209		210		211		212							
11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		201		202		203		204		205		206		207		208		209		210		211		212							
11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		201		202		203		204		205		206		207		208		209		210		211		212							
11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		201		202		203		204		205		206		207		208		209		210		211		212							
11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		201		202		203		204		205		206		207		208		209		210		211		212							
11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		201		202		203		204		205		206		207		208		209		210		211		212							
11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		201		202		203		204		205		206		207		208		209		210		211		212							
11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		201		202		203		204		205		206		207		208		209		210		211		212							
11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		201		202		203		204		205		206		207		208		209		210		211		212							
11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		201		202		203		204</																							

Table with columns for Immissionsort, Verkehrsstrahl, and various noise level parameters (Lp, Leq, Lnight, Lday, Lnight, Lday, Lnight). The table is organized into several sections: 'Vorbelastung im Nullfall und Planfall', 'Untersuchung gemäß 16. BImSchV', 'Gesamtlärmbeurteilung', 'Untersuchung gemäß TA Lärm', and 'Differenz zur Vorbelastung / Nullfall'. It includes data for multiple studios (Am Studio 20B, Am Studio 20C) and various noise sources like Eisenbahn, Straßenverkehr, and Schienenverkehr.

1	Immissionsort			2			3		
	Adresse	Kennung		Tag	Nacht	mit LSW	Einfüguungs- dämmung LSW		
		Tr	T				Tag	Nacht	
	Kleingartenanlage Teltowkanal III	P 1	-	35,7	43,9	30,9	39,3	-4,8	-4,6
		P 3	-	35,9	44,1	31,3	39,7	-4,6	-4,4
		P 4a	-	36,0	44,2	31,5	39,8	-4,5	-4,4
		P 5	EG	34,6	42,8	30,6	39,0	-4,0	-3,8
		P 5a	-	36,1	44,2	31,6	39,9	-4,5	-4,3
		P 6/7	EG	35,2	43,3	31,1	39,4	-4,1	-3,9
		P 6/7	-	36,8	44,9	32,5	40,8	-4,3	-4,1
		P 8/9	-	35,7	43,8	31,3	39,6	-4,4	-4,2
		P 10	EG	35,3	43,4	31,0	39,2	-4,3	-4,2
		P 10a	-	34,9	43,0	30,2	38,3	-4,7	-4,7
		P 11	EG	33,0	41,2	29,7	38,1	-3,3	-3,1
		P 93	-	31,3	39,7	29,5	38,0	-1,8	-1,7
		P 94	-	32,1	40,4	29,5	37,9	-2,6	-2,5
		P 95	-	32,8	41,0	29,7	38,0	-3,1	-3,0
		P 96	-	33,3	41,5	29,8	38,1	-3,5	-3,4
		P 97	-	33,6	41,8	29,9	38,2	-3,7	-3,6
		P 100	EG	32,4	40,6	29,5	37,9	-2,9	-2,7
		P 112	EG	30,0	38,2	27,8	36,3	-2,2	-1,9
		P 131	EG	27,3	35,7	25,7	34,2	-1,6	-1,5
		P 137	-	30,5	38,9	29,0	37,4	-1,5	-1,5
		P 138	-	29,5	37,9	28,4	36,9	-1,1	-1,0
		P 138a	-	28,6	37,0	27,6	36,1	-1,0	-0,9
		P 147	EG	27,5	36,0	26,4	34,9	-1,1	-1,1
		P 148	EG	27,2	35,7	26,0	34,6	-1,2	-1,1
		P 151	EG	27,8	36,3	26,9	35,4	-0,9	-0,9

Beurteilungspegel Tram 16. BImSchV												
			201		202		203		204		206	
			ohne LSW		mit LSW		mit LSW		mit LSW		Einfüguungs- dämmung LSW	
Adresse			Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
			/dB(A)	/dB(A)	/dB(A)	/dB(A)	/dB(A)	/dB(A)	/dB(A)	/dB(A)	/dB(A)	/dB(A)
Kleingartenanlage			63,8	65,0	60,8	62,4	60,8	62,4	60,8	62,4	3,0	2,6
Teltowkanal III			65,0	65,8	62,4	63,0	61,9	62,8	63,0	63,0	2,8	2,8
			65,0	65,0	61,9	61,9	61,9	61,9	61,9	61,9	3,1	3,1
			66,5	66,5	63,3	63,3	63,3	63,3	63,3	63,3	3,2	3,2
			65,9	65,9	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	3,4	3,4
			67,7	67,7	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	3,7	3,7
			66,9	66,9	62,7	62,7	62,7	62,7	62,7	62,7	4,2	4,2
			67,0	67,0	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	4,5	4,5
			66,9	66,9	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8	5,1	5,1
			64,5	64,5	60,7	60,7	60,7	60,7	60,7	60,7	3,8	3,8
			62,6	62,6	59,5	59,5	59,5	59,5	59,5	59,5	3,1	3,1
			63,8	63,8	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	4,0	4,0
			64,6	64,6	60,6	60,6	60,6	60,6	60,6	60,6	4,4	4,4
			65,3	65,3	60,6	60,6	60,6	60,6	60,6	60,6	4,7	4,7
			65,6	65,6	60,8	60,8	60,8	60,8	60,8	60,8	4,8	4,8
			64,1	64,1	60,5	60,5	60,5	60,5	60,5	60,5	3,6	3,6
			61,3	61,3	58,3	58,3	58,3	58,3	58,3	58,3	3,0	3,0
			57,7	57,7	55,5	55,5	55,5	55,5	55,5	55,5	2,2	2,2
			61,7	61,7	59,0	59,0	59,0	59,0	59,0	59,0	2,7	2,7
			60,3	60,3	58,4	58,4	58,4	58,4	58,4	58,4	1,9	1,9
			59,4	59,4	56,1	56,1	56,1	56,1	56,1	56,1	1,3	1,3
			57,9	57,9	55,7	55,7	55,7	55,7	55,7	55,7	1,8	1,8
			57,6	57,6	55,7	55,7	55,7	55,7	55,7	55,7	1,9	1,9
			56,5	56,5	57,1	57,1	57,1	57,1	57,1	57,1	1,4	1,4

Spitzenpegel Kurven A												
			201		202		203		204		206	
			ohne LSW		mit LSW		mit LSW		mit LSW		Einfüguungs- dämmung LSW	
Adresse			Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
			/dB(A)	/dB(A)	/dB(A)	/dB(A)	/dB(A)	/dB(A)	/dB(A)	/dB(A)	/dB(A)	/dB(A)
Kleingartenanlage			66,5	66,5	60,8	60,8	60,8	60,8	60,8	60,8	9,0	9,0
Teltowkanal III			65,0	65,0	62,4	62,4	62,4	62,4	62,4	62,4	57,5	57,5
			65,9	65,9	61,9	61,9	61,9	61,9	61,9	61,9	55,9	55,9
			62,8	62,8	61,9	61,9	61,9	61,9	61,9	61,9	54,4	54,4
			64,2	64,2	63,3	63,3	63,3	63,3	63,3	63,3	55,4	55,4
			62,7	62,7	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	54,5	54,5
			64,2	64,2	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	55,4	55,4
			62,2	62,2	62,7	62,7	62,7	62,7	62,7	62,7	54,2	54,2
			60,9	60,9	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	54,0	54,0
			59,8	59,8	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8	53,5	53,5
			58,1	58,1	60,7	60,7	60,7	60,7	60,7	60,7	52,7	52,7
			55,8	55,8	59,5	59,5	59,5	59,5	59,5	59,5	55,1	55,1
			55,1	55,1	59,5	59,5	59,5	59,5	59,5	59,5	55,1	55,1
			56,5	56,5	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	54,9	54,9
			57,4	57,4	60,6	60,6	60,6	60,6	60,6	60,6	54,6	54,6
			57,7	57,7	60,8	60,8	60,8	60,8	60,8	60,8	54,4	54,4
			56,6	56,6	60,5	60,5	60,5	60,5	60,5	60,5	53,6	53,6
			54,1	54,1	58,3	58,3	58,3	58,3	58,3	58,3	51,4	51,4
			48,7	48,7	55,5	55,5	55,5	55,5	55,5	55,5	48,7	48,7
			51,5	51,5	59,0	59,0	59,0	59,0	59,0	59,0	51,5	51,5
			54,6	54,6	58,4	58,4	58,4	58,4	58,4	58,4	54,6	54,6
			54,0	54,0	58,4	58,4	58,4	58,4	58,4	58,4	54,0	54,0
			53,8	53,8	56,1	56,1	56,1	56,1	56,1	56,1	53,6	53,6
			51,2	51,2	55,7	55,7	55,7	55,7	55,7	55,7	50,1	50,1
			51,0	51,0	55,7	55,7	55,7	55,7	55,7	55,7	49,5	49,5
			52,6	52,6	57,1	57,1	57,1	57,1	57,1	57,1	52,3	52,3

(Anmerkung: Parzellen bzw. Immissionsorte sind fett, an denen infolge Kurvenquerschnitts die Immissionsrichtwerte ohne LSW überschritten werden)

Tabelle 6
Einfüguungsdämmung der Lärmschutzwände LSW 1 und LSW 2 für die Fahrgeräusche der Straßenbahnen und das Kurvenquietschen

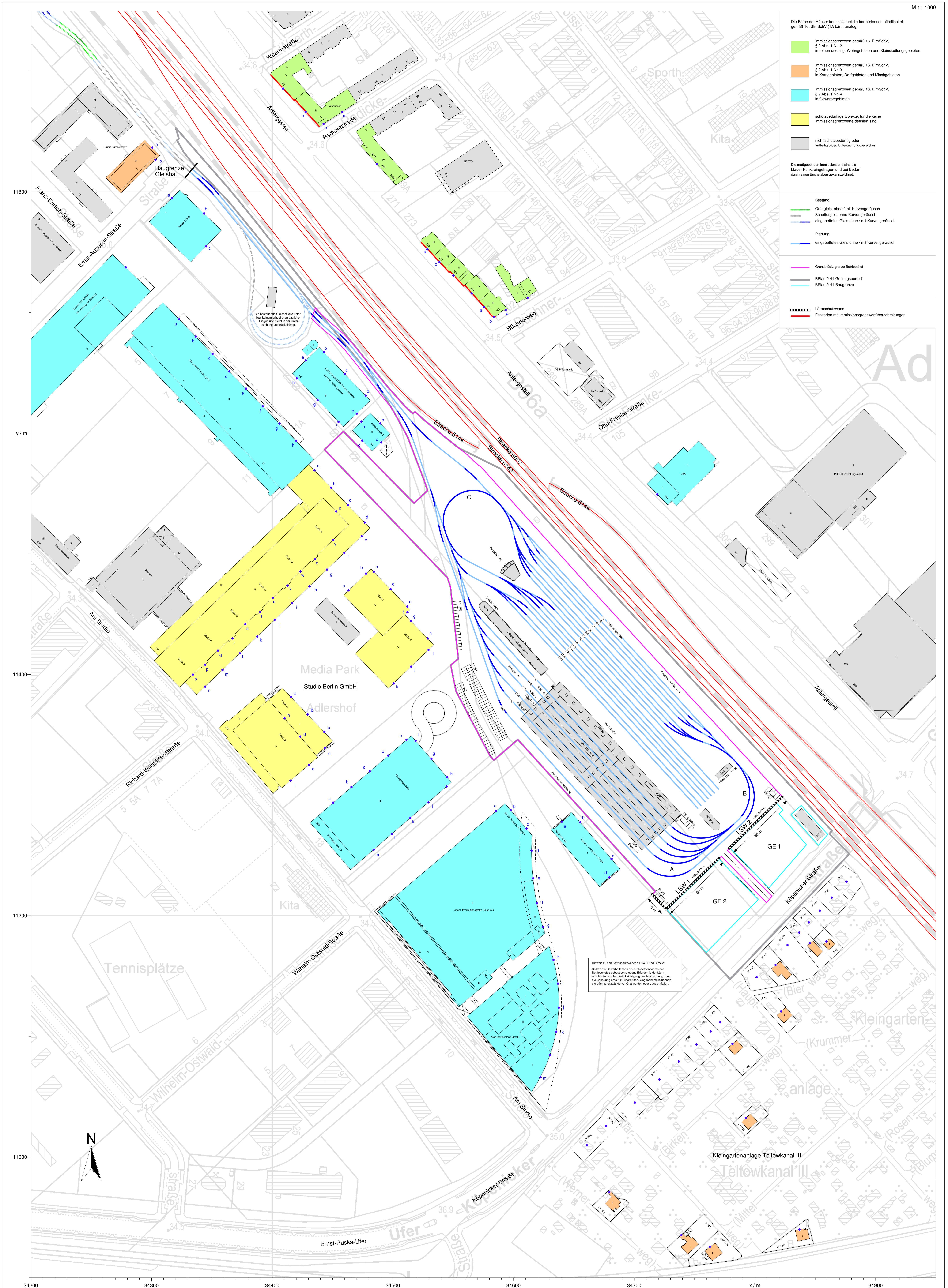


Bild 1
Schalltechnischer Lageplan mit Eintrag der maßgebenden Immissionsorte

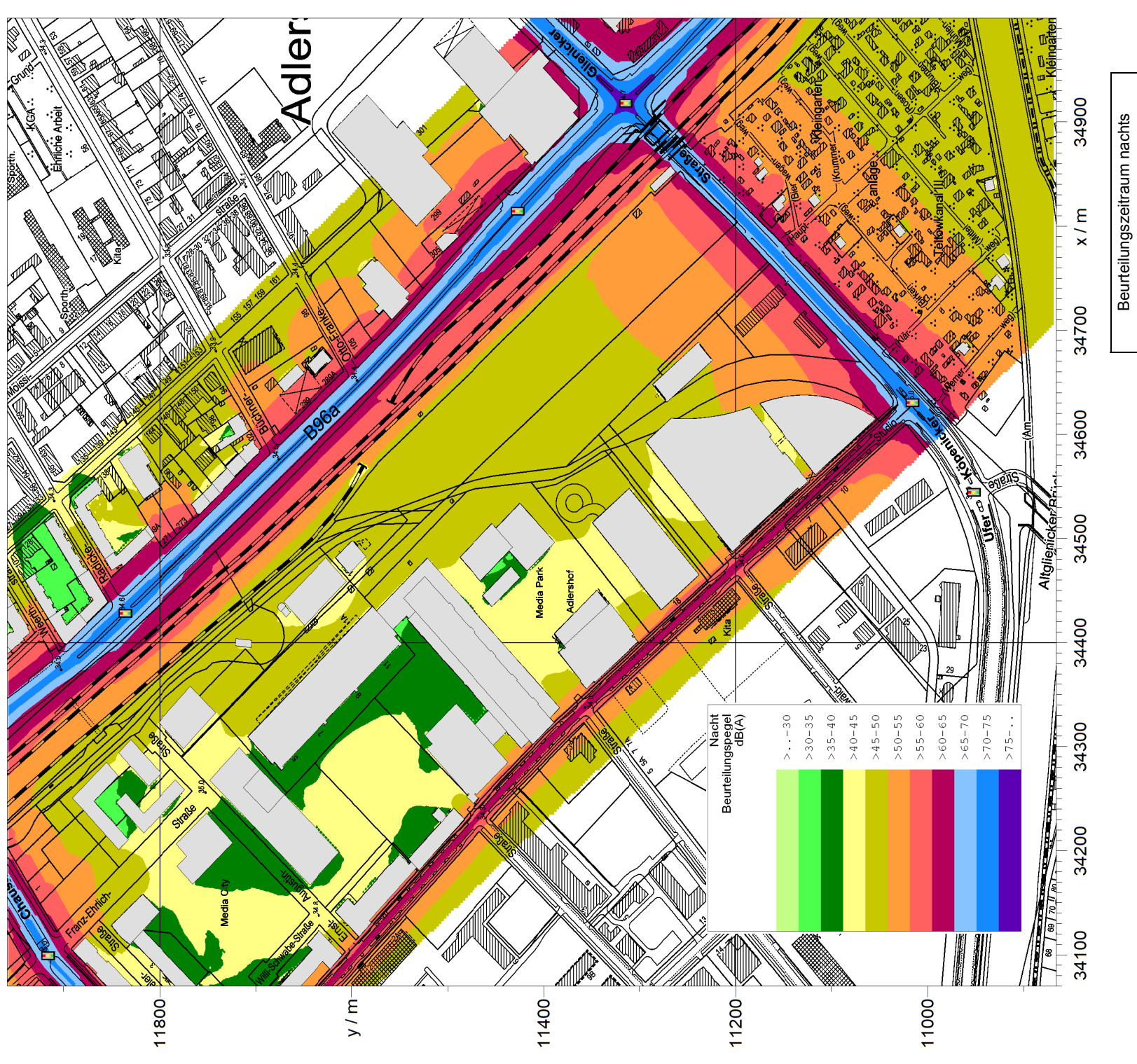
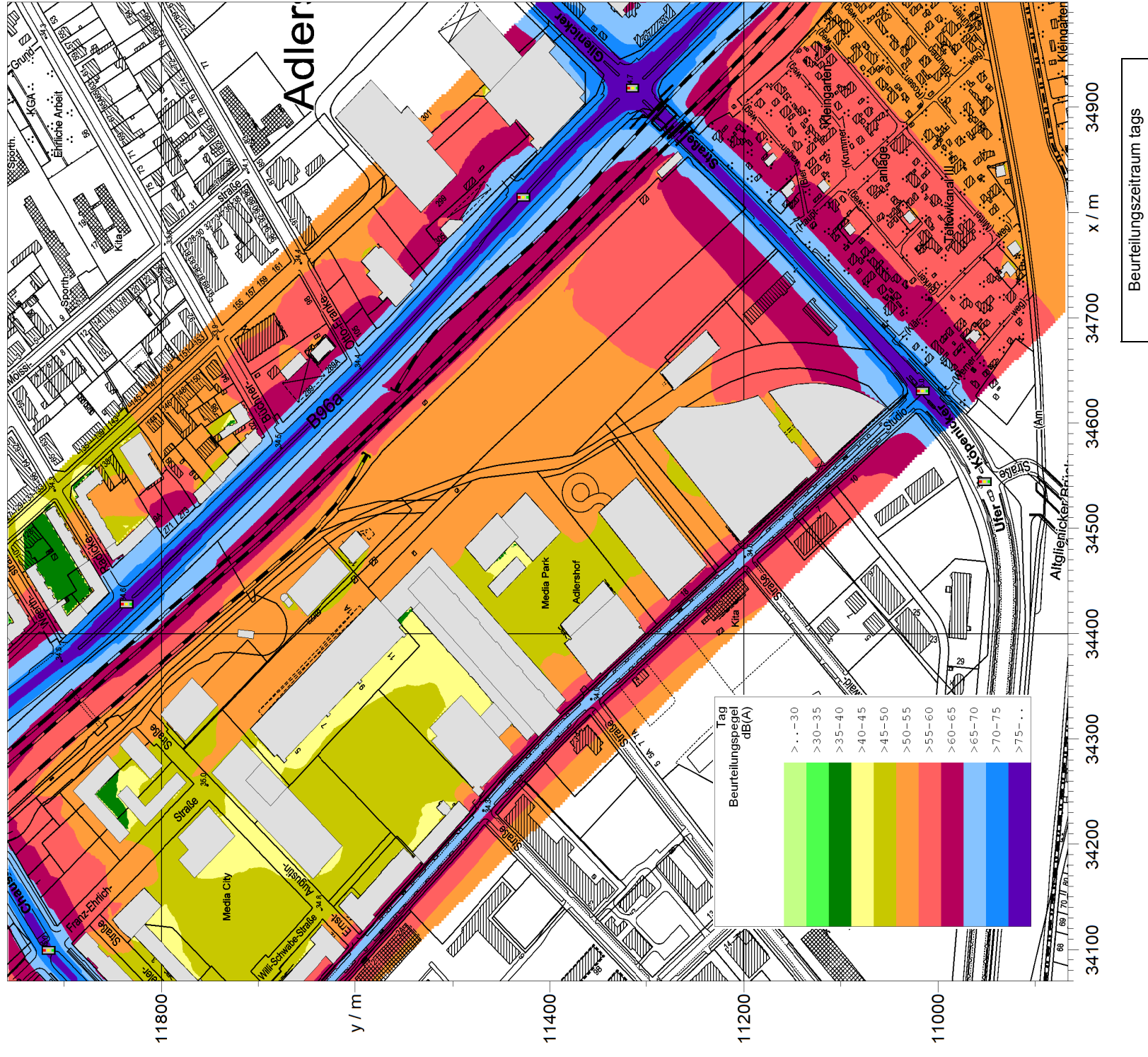


Bild 2.1
 Vorbelastung durch den Kfz-Verkehr auf den öffentlichen Straßen

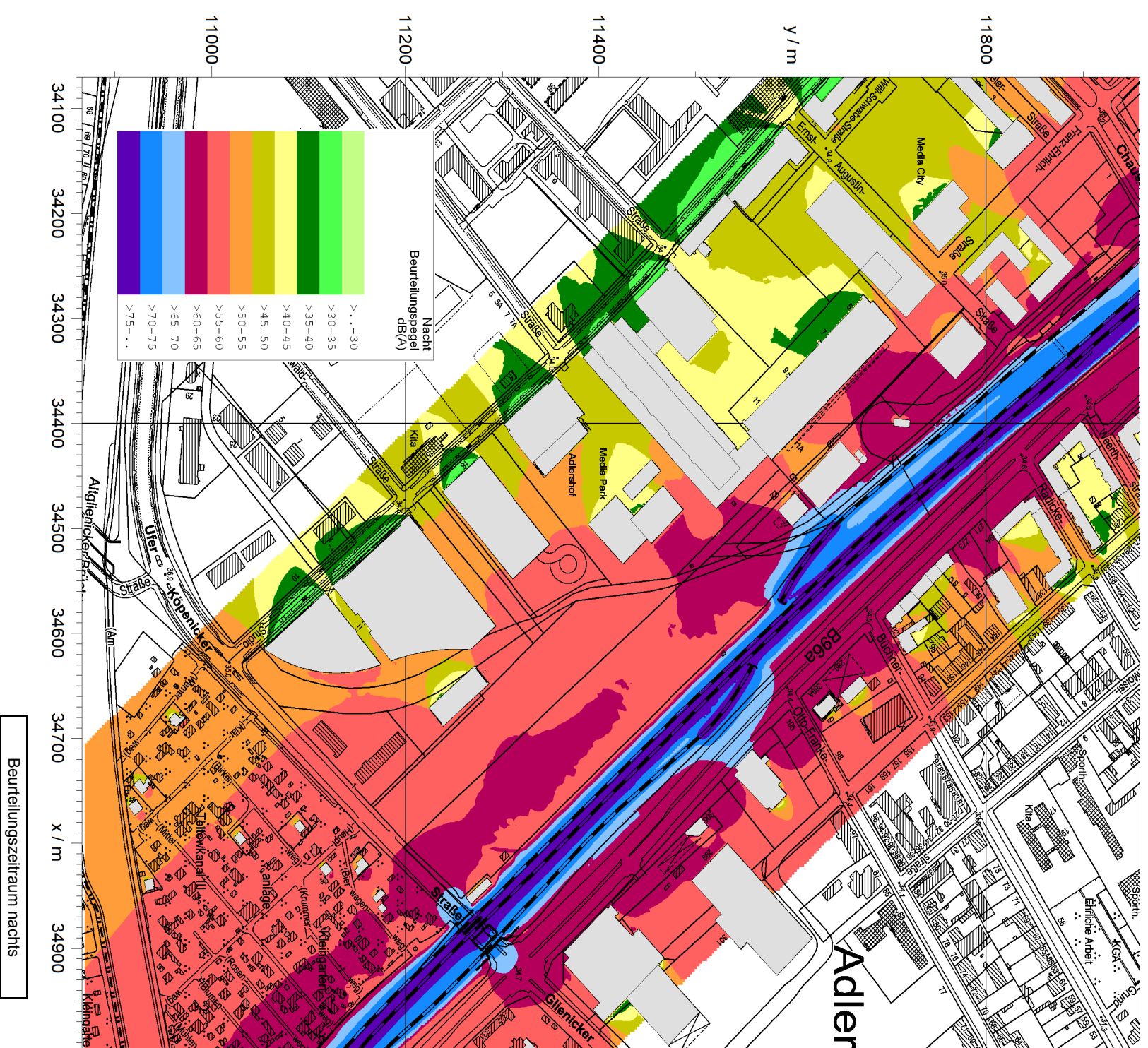


Bild 2.2
 Vorbelastung durch den Eisenbahnverkehr auf den Strecken 6007, 6142 und 6144 der DB AG

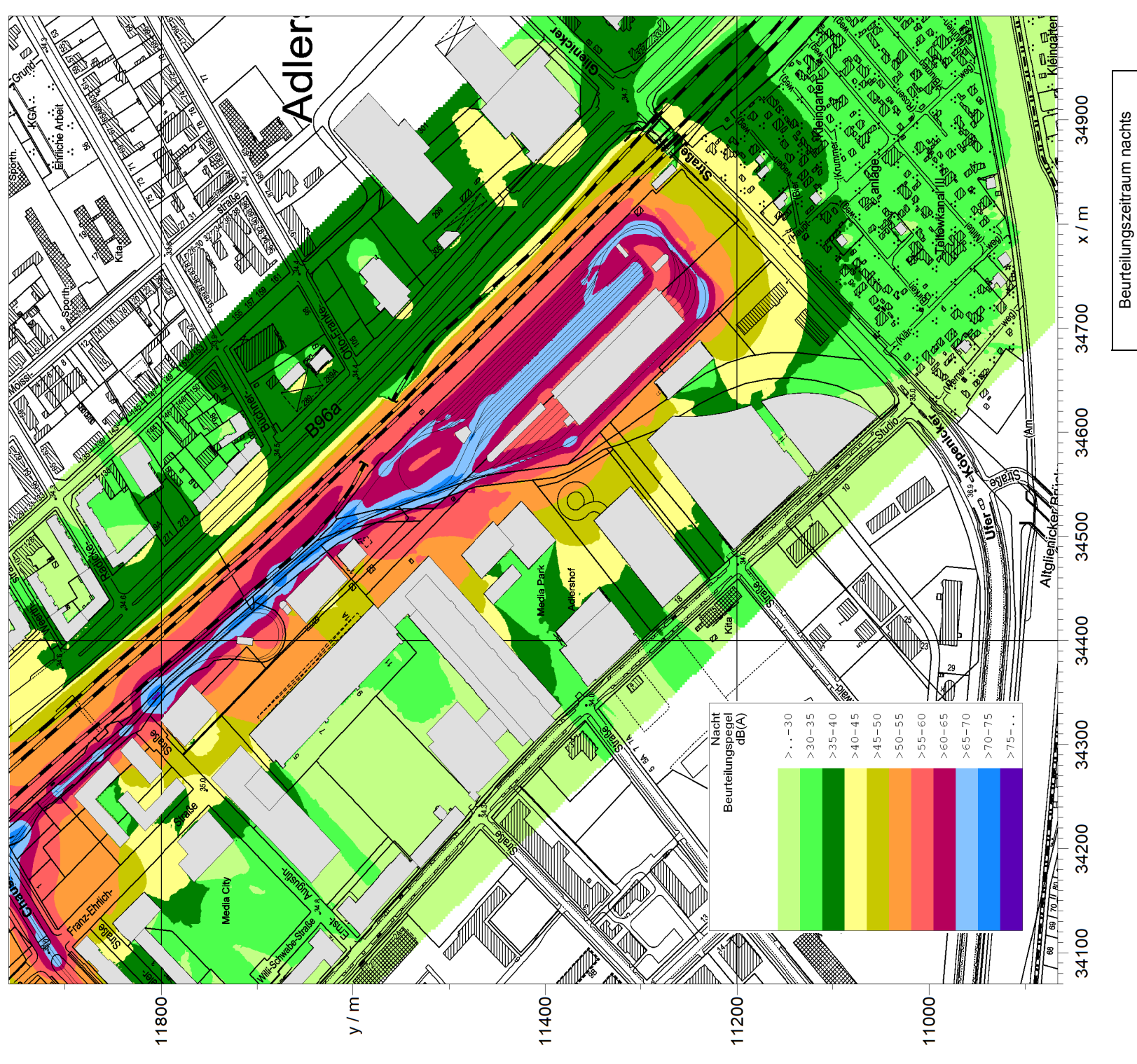
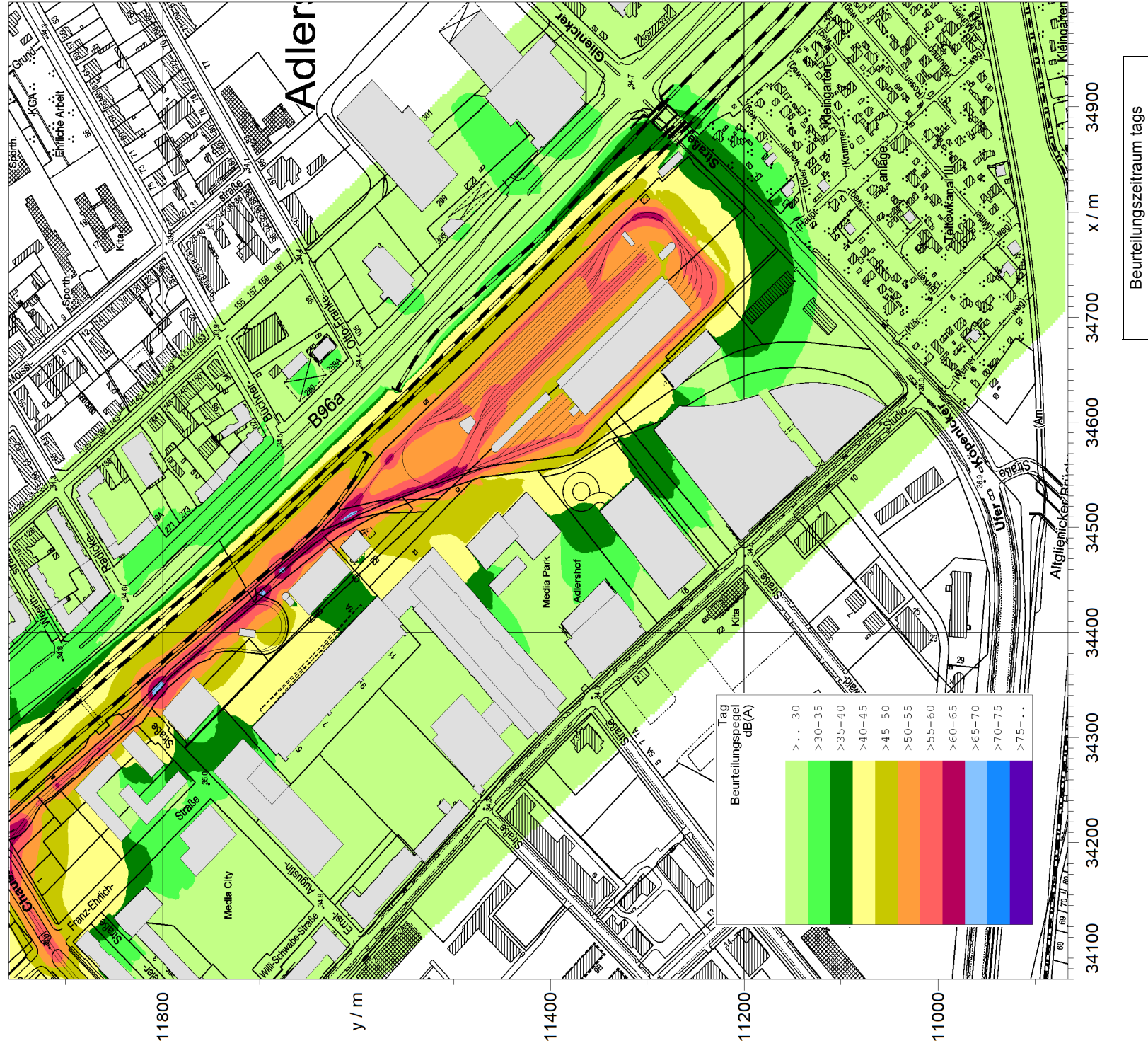


Bild 3.1
 Schallimmissionen von der Straßenbahn - Fahrzeugbewegungen im Geltungsbereich der 16. BImSchV

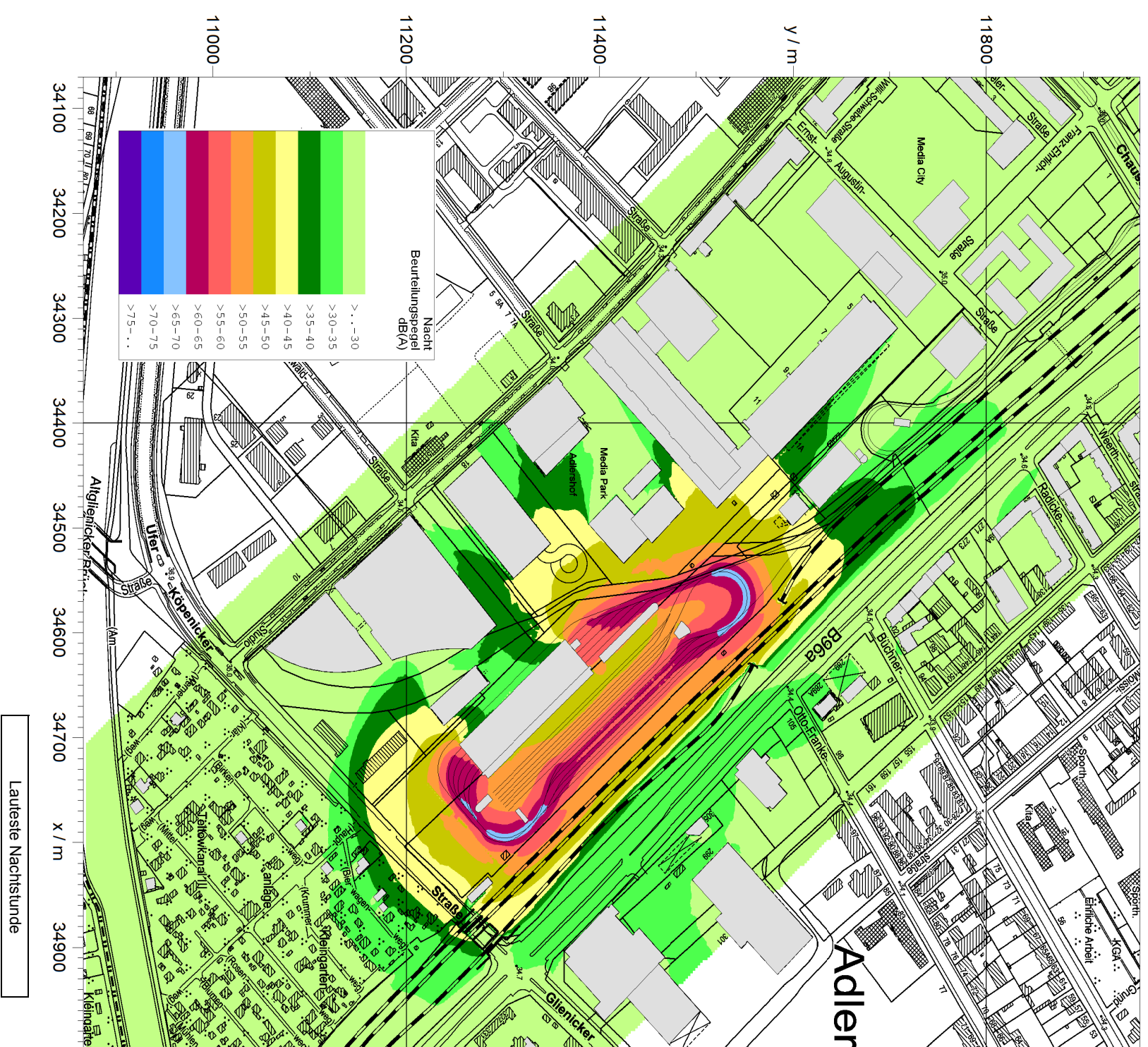
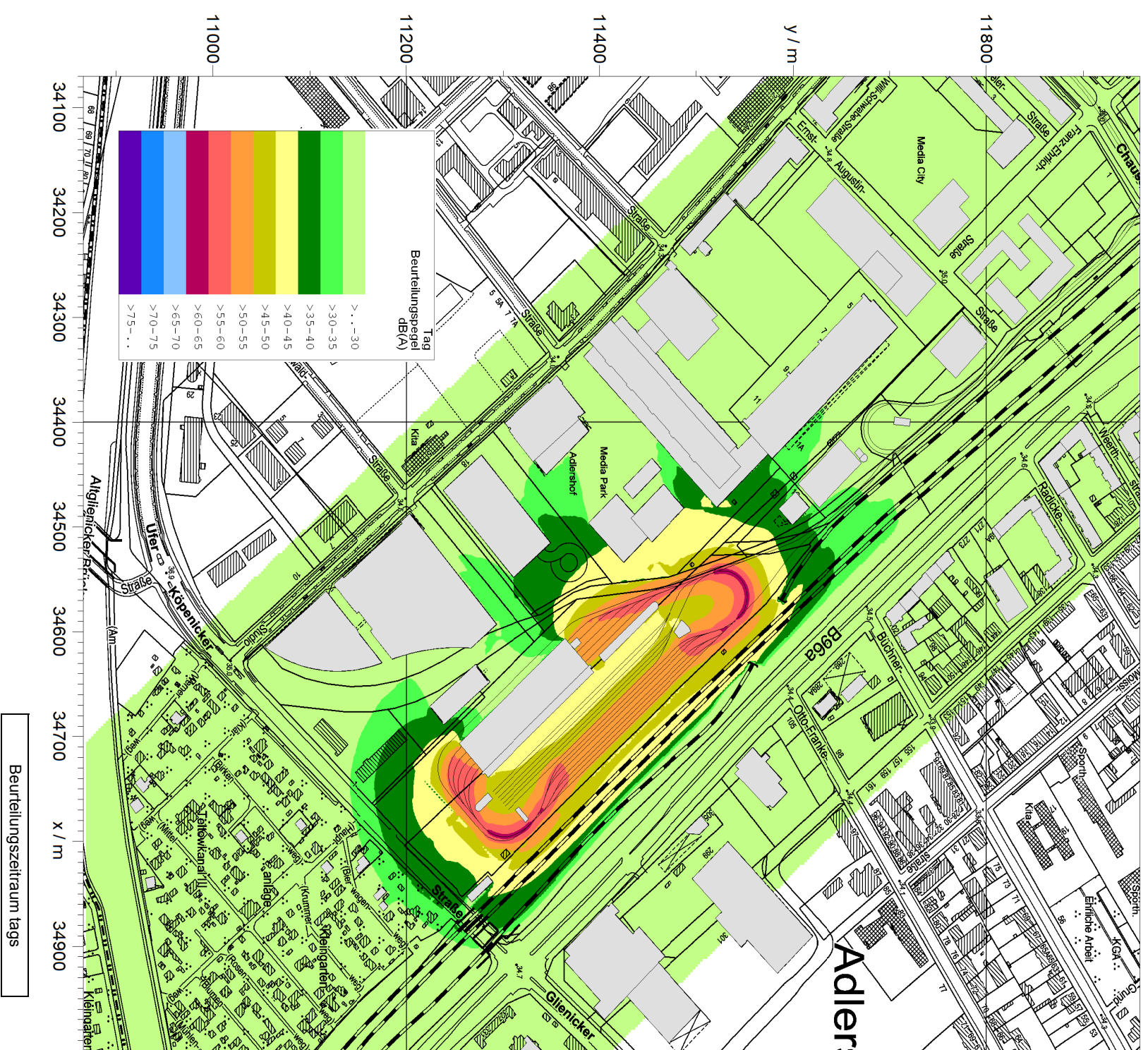


Bild 3.2
 Schallimmissionen von der Straßenbahn - Fahrzeugbewegungen im Geltungsbereich der TA Lärm

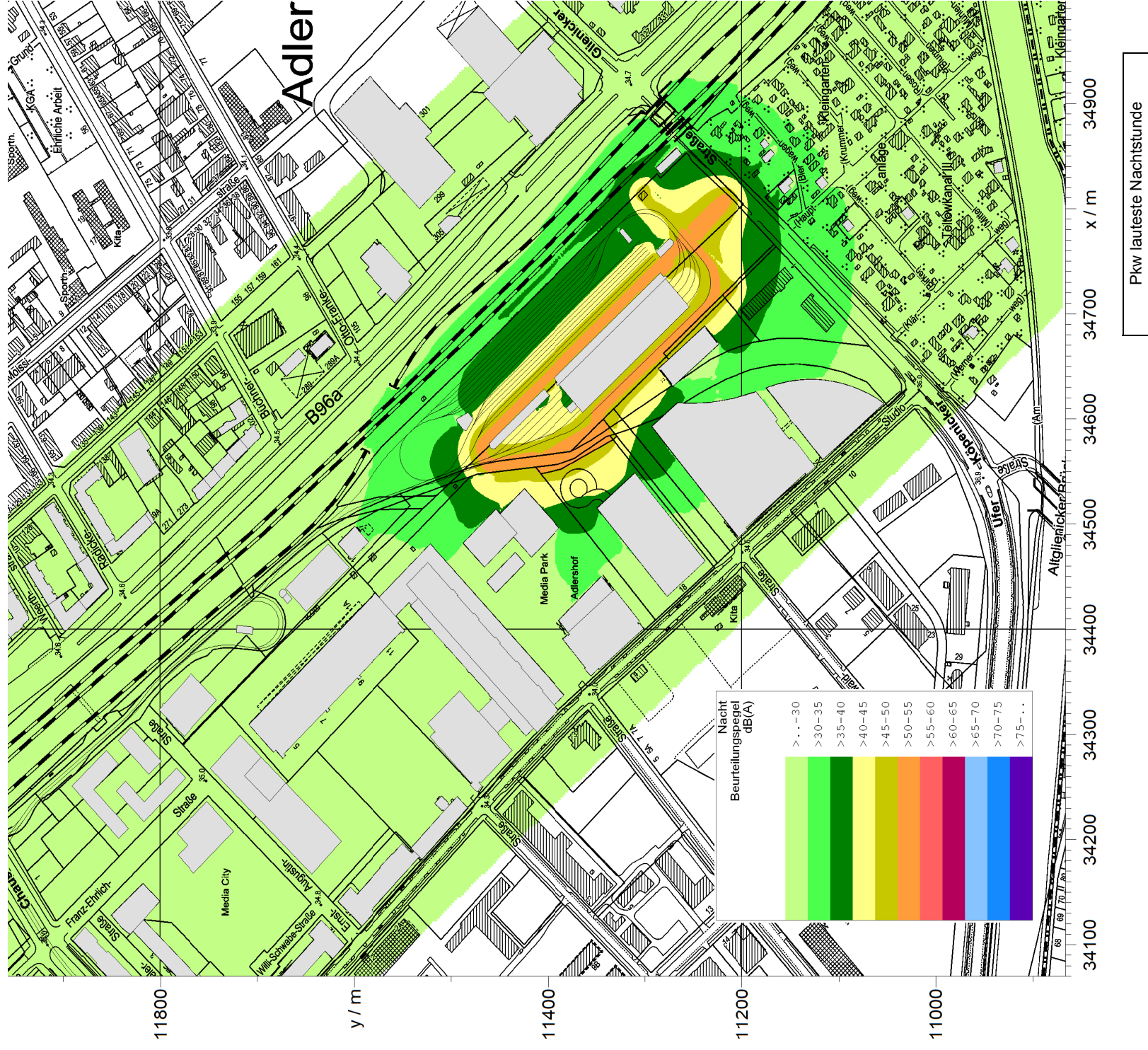
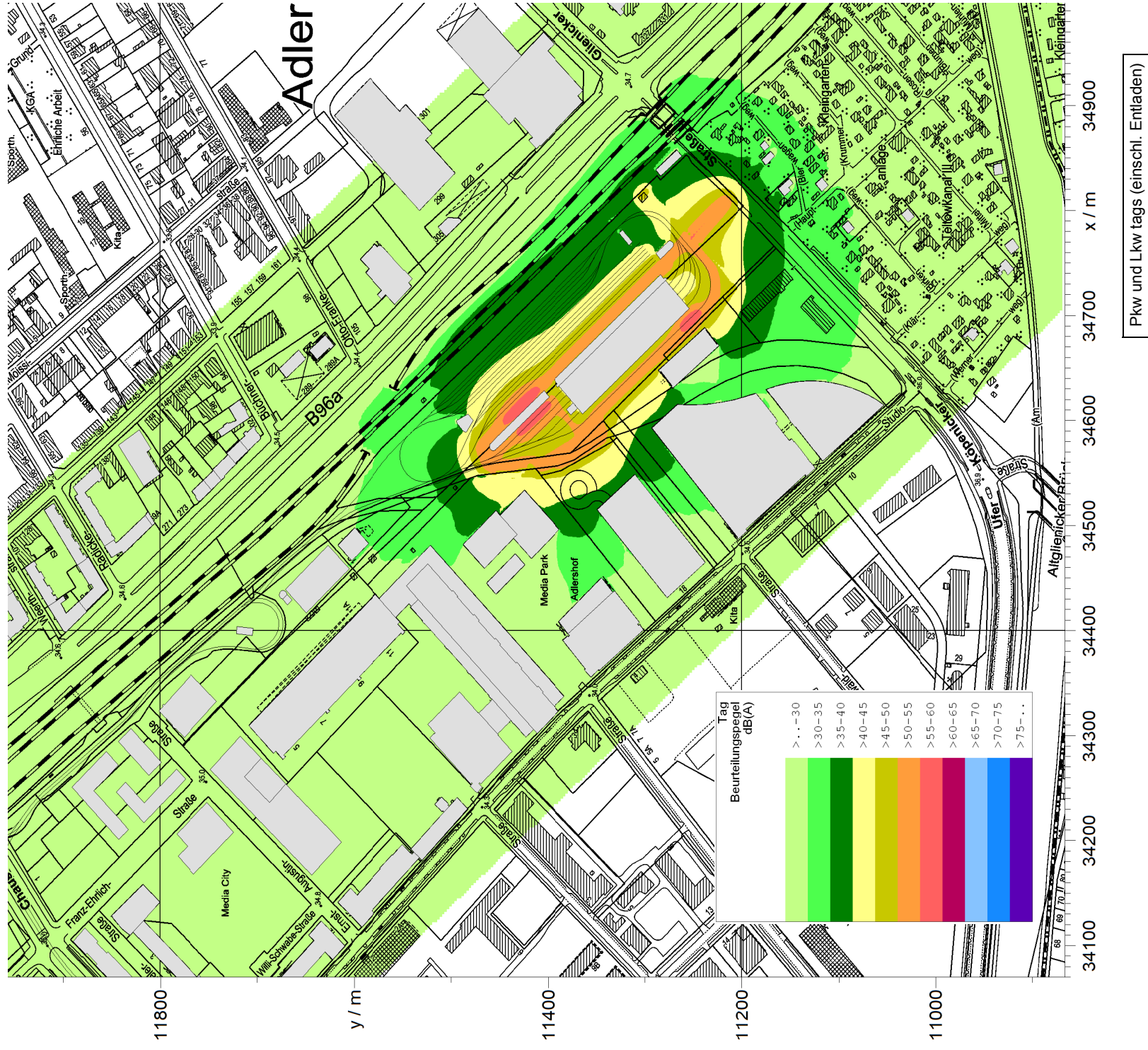


Bild 3.3
 Schallmissionen vom Kfz-Verkehr (Pkw und Lkw)

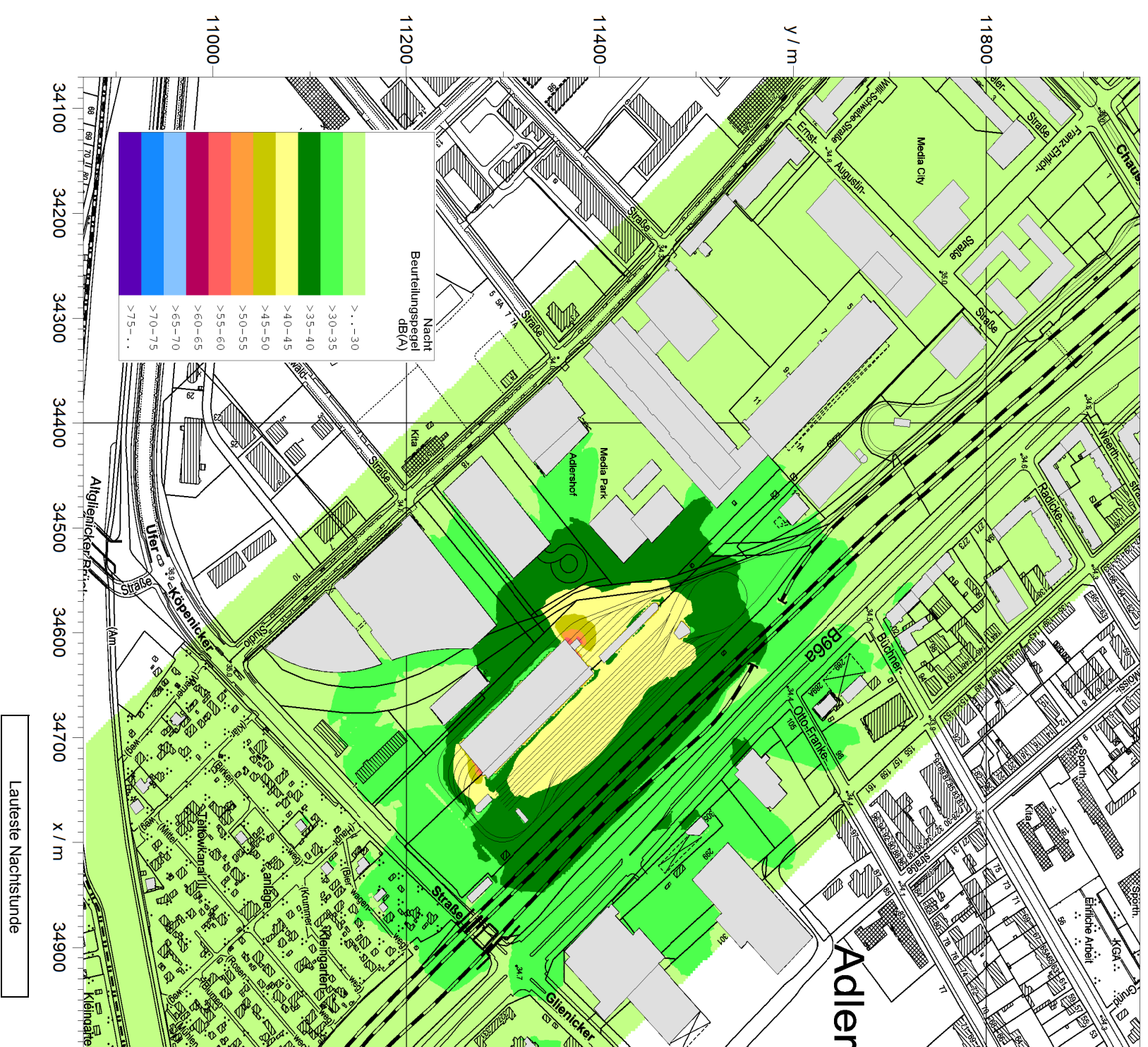
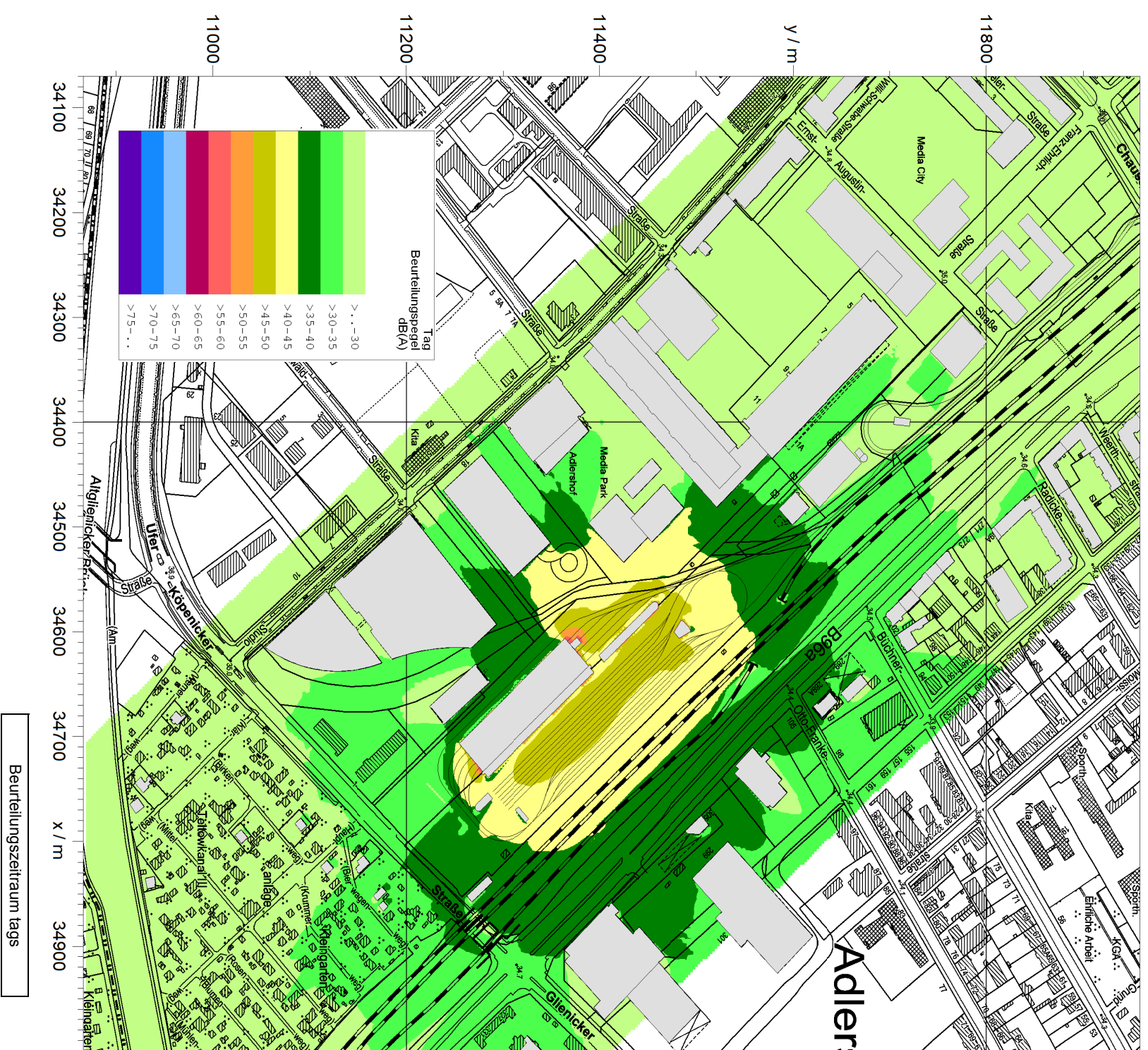
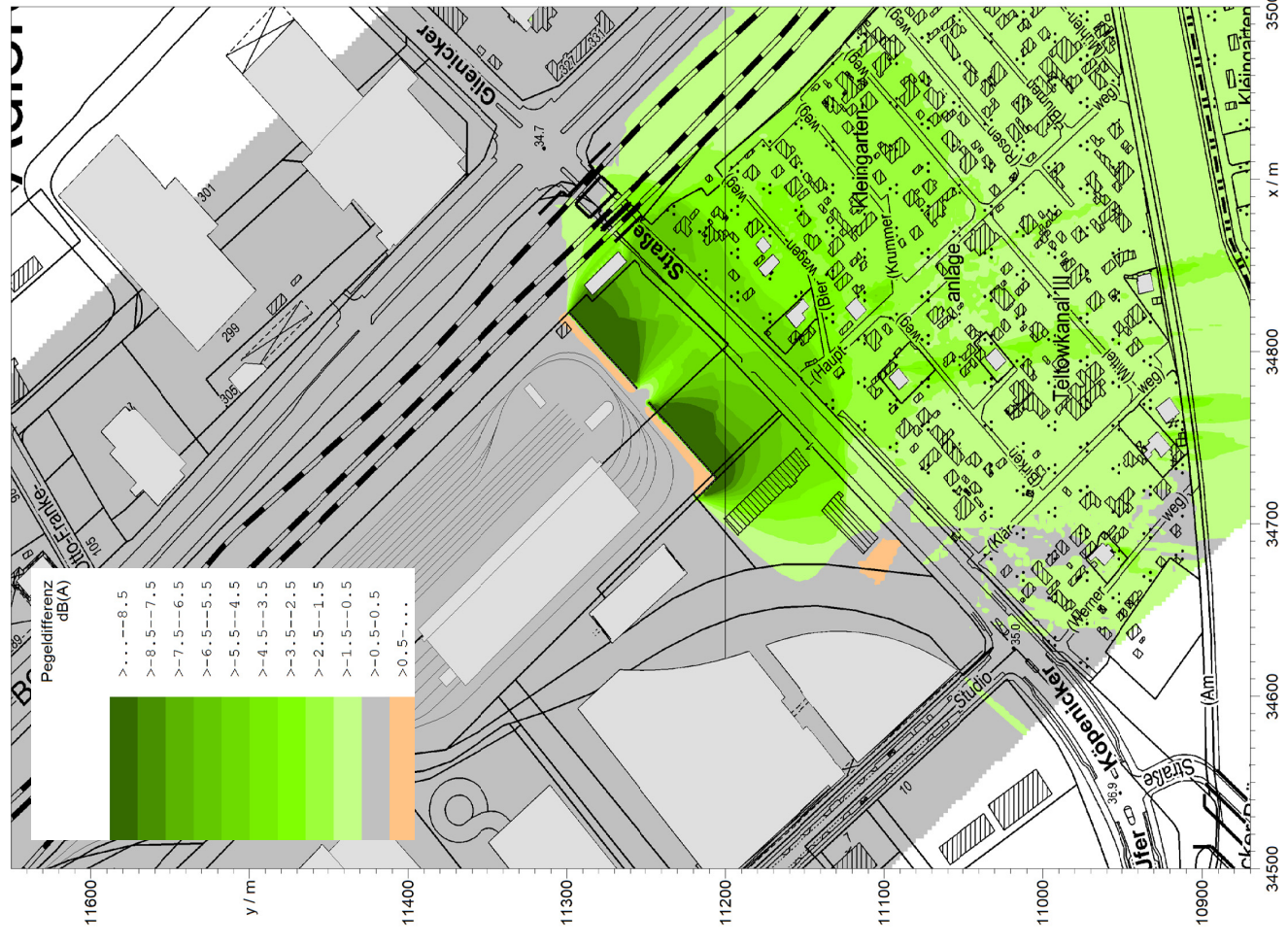
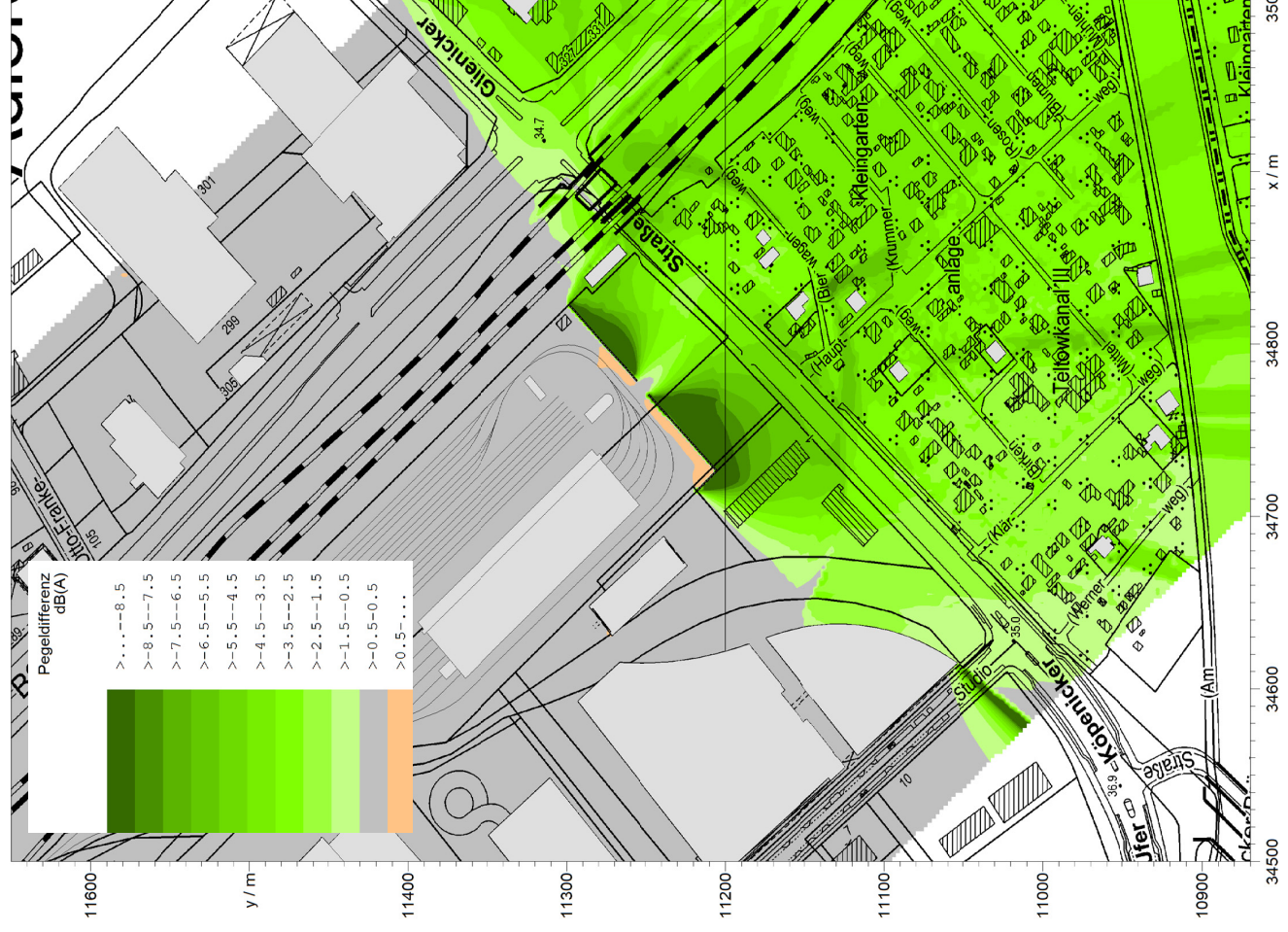


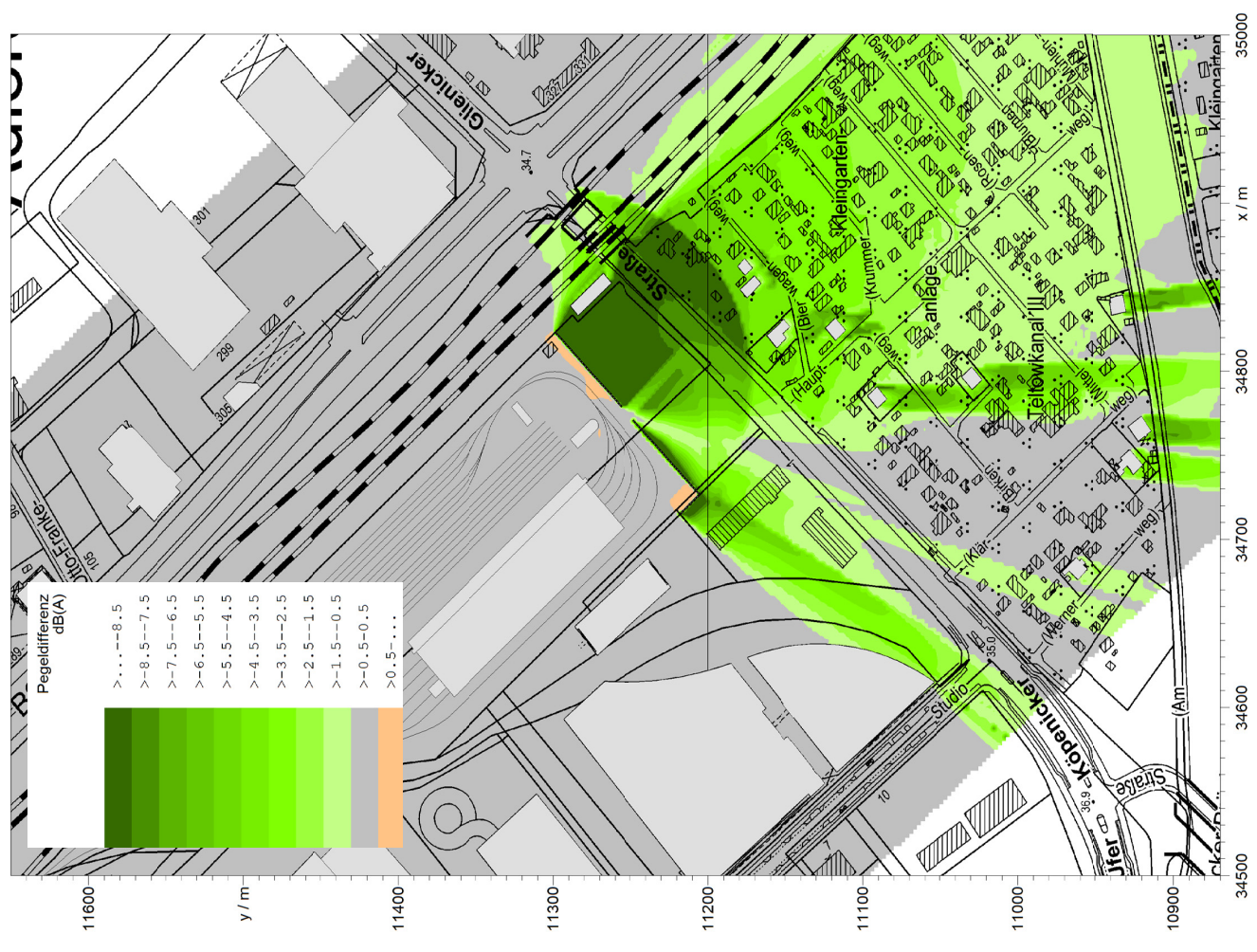
Bild 3.4
 Schallimmissionen von der Werkstatthalle



Quelle: Fahrgeräusche der Straßenbahnen



Quelle: Kurvenquietschen Kurven A



Quelle: Kurvenquietschen Kurven B

Bild 4
 Wirkung der Lärmschutzwände LSW 1 und LSW 2 für die Fahrgeräusche der Straßenbahnen und das Kurvenquietschen

Ergänzung zur Schalltechnischen Untersuchung Nr. 915.22
Schallimmissionsprognose
BFADL - Neubau Straßenbahnbetriebshof Adlershof

**Einfluss jüngster Planungsänderungen (Stand Oktober 2023)
auf die Schallimmissionen im Einwirkungsbereich**

Mit Mail der PST GmbH vom 10. Oktober 2023 wurde dem Unterzeichner eine Liste jüngster Planungsänderungen zur Stellungnahme vorgelegt. Die Planungsänderungen betreffen im wesentlichen die Geländehöhe, die Gebäudeplanung, die Ausgestaltung der Zufahrt sowie die Freianlagen. Des Weiteren wird darauf hingewiesen, dass die beiden vorgesehenen Lärmschutzwände LSW 1 und LSW 2 aus Platzgründen nur schwer zu realisieren seien.

1 Geländehöhe: Minderung von 36,60 m auf 36,00 m ü. NHN

Die Minderung der Geländehöhe lässt im Einwirkungsbereich des geplanten Betriebshofes keinen schädlichen Anstieg der Schallimmissionen erwarten. Allerdings ist zu prüfen, ob parallel zur Minderung der Geländehöhe auch die OK der beiden Lärmschutzwände an der Südostseite des Betriebsgeländes (LSW 1 und LSW 2) unter Erhalt der relativen Höhe von 2,50 m von 39,10 m auf 38,50 m ü. NHN reduziert werden kann.

Eine abschließende Aussage ist nur auf Grundlage einer vollständigen Neuberechnung der Schallimmissionen möglich. Deren Ergebnis ist in den anliegenden Tabellen 4, 5 und 6 dokumentiert; sie ersetzen die gleichlautenden Tabellen der Schalltechnischen Untersuchung 915-22 Stand 2020-10-12.

Bei der aktuellen Neuberechnung wurden folgende Änderungen gegenüber der ursprünglichen Planung berücksichtigt:

- Berücksichtigung einer geplanten Produktionshalle der Fa. Farben Frikell Ernst-Augustin-Str. 1 (siehe den Schriftwechsel mit der Planfeststellungsbehörde im Januar 2023)
- Minderung der Geländehöhe von 36,60 m auf 36,00 m ü. NHN.
- Minderung der OK der LSW 1 und LSW 2 vom 39,10 m auf 38,50 m (Erhalt der relativen Höhe von 2,50 m).

Die aktuelle Neuberechnung dokumentiert, dass die Minderung der Geländehöhe in Verbindung mit der gleichlaufenden Reduzierung der LSW-OK keine zusätzlichen Immissionsgrenzwert- beziehungsweise Immissionsrichtwertüberschreitungen auslöst. An zahlreichen maßgebenden Immissionsorten sind die prognostizierten Beurteilungspegel sogar etwas niedriger. Vor diesem Hintergrund ist die Herabsetzung der Geländehöhe aus Sicht des Schallimmissionsschutzes unbedenklich.

2 Pfortnerhaus: Grundfläche um anteiligen Vordachbereich erweitert

Gemessen an den anderen geplanten Gebäuden auf dem Gelände des BF und gemessen an der Ausdehnung der Linien- und Flächenschallquellen ist das Pfortnerhaus so klein, dass eine Änderung der Grundfläche das Schallfeld (durch Abschirmung und Reflexion) nicht mehr als unerheblich und auch nur im direkten Wirkungsbereich beeinflussen kann. In größerer Entfernung ist ein Einfluss ausgeschlossen.

3 Straßenbau: Ausbildung der Zufahrt an der Köpenicker Straße

Das dem Betriebshof zuzurechnende Verkehrsaufkommen (Pkw, Anlieferung LKW) ist im Vergleich zur Verkehrsbelegung der Köpenicker Straße vernachlässigbar gering (siehe Schalltechnische Untersuchung 915-22 Stand 2020-10-12, Kap. 6.2.2 Absatz 1). Daher hat die reale Ausbildung der Zufahrt keinen Einfluss auf die Verkehrslärmbelastung an der Köpenicker Straße.

Es wird darauf hingewiesen, dass das künftige Verkehrsaufkommen der Gewerbeflächen GE 1 und GE 2 im Rahmen eines gesonderten Genehmigungsverfahrens berücksichtigt wird (laufendes B-Planverfahren).

4 LSW 1 und LSW 2: Platzmangel erschwert Realisierung

Die im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens vorgelegte Schalltechnische Untersuchung 915-22 Stand 2020-10-12 geht in einem Worst-Case-Ansatz davon aus, dass die Gewerbeflächen GE 1 und GE 2 zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme des Betriebshofes noch unbebaut sind, und berücksichtigt keine Gebäudeabschirmung. In diesem Fall müssen die Immissionsrichtwertüberschreitungen auf den Parzellen der Kleingartenanlage durch den Bau von zwei Lärmschutzwänden bewältigt werden. Sie sind entlang der südöstlichen Grundstücksgrenze des Betriebshofes auf beiden Seiten der Zufahrt anzuordnen und als LSW 1 und LSW 2 im Schalltechnischen Lageplan eingetragen. Die akustisch relevanten Parameter fasst Kap. 9.2 der Schalltechnischen Untersuchung zusammen; die Angaben gelten auch für die reduzierte Geländehöhe 36,00 m ü. NHN.

Sollten die Gewerbeflächen bis zur Inbetriebnahme des Betriebshofes bebaut sein, ist das Erfordernis der Lärmschutzwände in einer späteren Untersuchung erneut zu überprüfen. Hierbei ist der Einfluss der Bebauung auf das Schallfeld zu berücksichtigen. Gegebenenfalls können die Lärmschutzwände verkürzt werden oder ganz entfallen.

5 Freianlagen: zusätzliche Baumfällungen, Flächenentsiegelungen usw.

Die Maßnahmen wirken sich nicht auf die Schallimmissionsverhältnisse aus.

Aufgestellt am 25. Oktober 2023



Dipl.-Ing. Imelmann

Immer in GE				Vorbereitung im Nullfall und Planfall							Untersuchung gemäß 16. BImSchV				Gesamtlärmbetrachtung														Untersuchung gemäß TA Lärm														Differenz zur Verkehlslärm Arbeitslärm										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	201	202	203	204	205	206	301	302	303	304	305	306	307	308	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	501	502	503	504
										Am Studio 16 (chem. Produktions- und Ver- waltungsgesellschaft Saxon AG, Fa. Aocis Deutschland GmbH, RT/DE Produktions GmbH)												Am Studio 20D (Studio Berlin GmbH, Gartengebäude)																															
a	EG	GE (B)	69	69	65	65	65	65	65	50	57	57	58	58	60	59	58	55	55	53	53	53	38	39	39	39	39	39	57.3	57.2	53.0	54.1	-4.3	-	-	32	33	36	37	37	40	41	57	58	58	58	58	-20	-19	-18	-18		
d	EG	GE (B)	69	69	65	65	65	65	65	52	53	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	42	40	42	42	42	42	59.9	59.9	55.5	55.5	-5.0	-	-	32	32	40	39	38	42	43	58	58	58	58	58	-19	-19	-18	-18			
c	EG	GE (B)	69	69	65	65	65	65	65	52	54	59	60	60	60	60	60	60	60	60	60	41	41	41	41	41	41	59.2	59.2	54.8	54.8	-4.9	-	-	30	30	39	38	37	41	41	56	56	56	56	56	-20	-19	-18	-18			
d	EG	GE (B)	69	69	65	65	65	65	65	54	56	56	57	57	59	59	59	59	59	59	59	35	35	35	35	35	35	56.9	56.9	52.8	52.8	-4.1	-	-	23	23	34	34	36	38	50	50	50	50	50	-22	-21	-21	-21				
e	EG	GE (B)	69	69	65	65	65	65	65	53	54	57	57	59	59	59	59	59	59	59	59	31	31	31	31	31	31	56.0	56.0	56.1	56.1	-1.8	-1.2	-	22	22	30	31	33	35	50	50	50	50	50	-25	-24	-23	-23				
f	EG	GE (B)	69	69	65	65	65	65	65	54	55	58	58	60	60	60	60	60	60	60	60	31	31	31	31	31	31	57.1	57.1	56.2	56.2	-0.9	-1.7	-	24	24	31	31	35	37	56	56	56	56	56	-27	-27	-27	-27				
g	EG	GE (B)	69	69	65	65	65	65	65	55	56	58	59	60	60	60	60	60	60	60	60	32	32	32	32	32	32	58.3	58.3	57.8	57.8	-0.5	-	-	30	30	31	32	34	37	64	64	64	64	64	-27	-27	-27	-27				
h	EG	GE (B)	69	69	65	65	65	65	65	57	57	57	57	60	60	60	60	60	60	60	60	33	33	33	33	33	33	60.4	60.4	59.0	59.0	-0.4	-	-	31	31	32	32	33	37	64	64	64	64	64	-27	-27	-27	-27				
i	EG	GE (B)	69	69	65	65	65	65	65	58	58	58	58	61	61	61	61	61	61	61	61	33	33	33	33	33	33	60.3	60.3	59.3	59.3	-0.6	-	-	33	33	33	33	33	38	66	66	66	66	66	-26	-26	-26	-26				
j	EG	GE (B)	69	69	65	65	65	65	65	59	59	59	59	62	62	62	62	62	62	62	62	34	34	34	34	34	34	60.6	60.6	60.2	60.2	-0.4	-	-	30	30	30	30	30	35	63	63	63	63	63	-29	-29	-29	-29				
k	EG	GE (B)	69	69	65	65	65	65	65	60	60	60	60	62	62	62	62	62	62	62	62	31	31	31	31	31	31	61.5	61.5	61.3	61.3	-0.2	-	-	29	29	31	31	30	35	64	64	64	64	64	-29	-29	-29	-29				
l	EG	GE (B)	69	69	65	65	65	65	65	61	61	61	61	62	62	62	62	62	62	62	62	31	31	31	31	31	31	61.8	61.8	61.7	61.7	-0.1	-	-	29	29	29	29	29	33	62	62	62	62	62	-31	-31	-31	-31				
m	EG	GE (B)	69	69	65	65	65	65	65	63	63	63	63	64	64	64	64	64	64	64	64	30	30	30	30	30	30	63.2	63.2	63.2	63.2	0.0	-	-	28	28	30	28	28	34	63	63	63	63	63	-32	-32	-32	-32				
n	EG	GE (B)	69	69	65	65	65	65	65	64	64	64	64	65	65	65	65	65	65	65	65	29	29	29	29	29	29	64.4	64.4	64.4	64.4	0.0	-	-	27	27	25	25	25	32	62	62	62	62	62	-34	-34	-33	-33				
o	EG	GE (B)	69	69	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	29	29	29	29	29	29	64.5	64.5	64.6	64.6	0.1	-	-	27	27	18	18	30	30	61	61	61	61	61	-36	-36	-36	-36				
p	EG	GE (S)	69	69	65	65	65	65	65	51	52	55	56	57	58	59	60	60	60	60	60	30	30	30	30	30	30	54.0	54.0	53.6	53.6	-0.4	-	-	30	30	26	26	26	34	46	46	46	46	46	-25	-25	-24	-24				
q	EG	GE (S)	69	69	65	65	65	65	65	52	53	56	57	58	59	60	61	61	61	61	61	31	31	31	31	31	31	54.4	54.4	53.4	53.4	-0.6	-	-	31	31	28	28	28	36	46	46	46	46	46	-23	-23	-23	-23				
r	EG	GE (S)	69	69	65	65	65	65	65	51	52	55	56	57	58	59	60	60	60	60	60	32	32	32	32	32	32	55.0	55.0	54.8	54.8	-0.2	-	-	33	33	29	29	29	37	48	48	48	48	48	-22	-22	-22	-22				
s	EG	GE (S)	69	69	65	65	65	65	65	51	52	55	56	57	58	59	60	60	60	60	60	33	33	33	33	33	33	55.4	55.4	55.0	55.0	-0.1	-	-	34	34	31	31	31	38	48	48	48	48	48	-22	-22	-22	-22				
t	EG	GE (S)	69	69	65	65	65	65	65	49	49	54	55	56	57	58	59	60	60	60	60	34	34	34	34	34	34	54.4	54.4	54.4	54.4	0.0	-	-	34	34	31	31	35	38	48	48	48	48	48	-22	-22	-22	-22				
u	EG	GE (S)	69	69	65	65	65	65	65	48	48	55	56	57	58	59	60	60	60	60	60	35	35	35	35	35	35	54.4	54.4	54.4	54.4	0.0	-	-	35	35	31	31	35	39	48	48	48	48	48	-21	-21	-21	-21				
v	EG	GE (S)	69	69	65	65	65	65	65	48	48	56	57	58	59	60	61	61	61	61	61	35	35	35	35	35	35	54.4	54.4	54.4	54.4	0.0	-	-	35	35	31	31	35	39	48	48	48	48	48	-21	-21	-21	-21				
w	EG	GE (S)	69	69	65	65	65	65	65	48	48	56	57	58	59	60	61	61	61	61	61	35	35	35	35	35	35	54.4	54.4	54.4	54.4	0.0	-	-	35	35	31	31	35	39	48	48	48	48	48	-21	-21	-21	-21				
x	EG	GE (S)	69	69	65	65	65	65	65	48	48	56	57	58	59	60	61	61	61	61	61	35	35	35	35	35	35	54.4	54.4	54.4	54.4	0.0	-	-	35	35	31	31	35	39	48	48	48	48	48	-21	-21	-21	-21				
y	EG	GE (S)	69	69	65	65	65	65	65	48	48	56	57	58	59	60	61	61	61	61	61	35	35	35	35	35	35	54.4	54.4	54.4	54.4	0.0	-	-	35	35	31	31	35	39	48	48	48	48	48	-21	-21	-21	-21				
z	EG	GE (S)	69	69	65	65	65	65	65	48	48	56	57	58	59	60	61	61	61	61	61	35	35	35	35	35	35	54.4	54.4	54.4	54.4	0.0	-	-	35	35	31	31	35	3													

Immissionsort	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			11			12			13			14			15			16			17			18			19			20			21			22			23			24			25			26			27			28			29			30			31			32			33			34			35			36			37			38			39			40			41			42			43			44			45			46			47			48			49			50			51			52			53			54			55			56			57			58			59			60			61			62			63			64			65			66			67			68			69			70			71			72			73			74			75			76			77			78			79			80			81			82			83			84			85			86			87			88			89			90			91			92			93			94			95			96			97			98			99			100			101			102			103			104			105			106			107			108			109			110			111			112			113			114			115			116			117			118			119			120			121			122			123			124			125			126			127			128			129			130			131			132			133			134			135			136			137			138			139			140			141			142			143			144			145			146			147			148			149			150			151			152			153			154			155			156			157			158			159			160			161			162			163			164			165			166			167			168			169			170			171			172			173			174			175			176			177			178			179			180			181			182			183			184			185			186			187			188			189			190			191			192			193			194			195			196			197			198			199			200			201			202			203			204			205			206			207			208			209			210			211			212			213			214			215			216			217			218			219			220			221			222			223			224			225			226			227			228			229			230			231			232			233			234			235			236			237			238			239			240			241			242			243			244			245			246			247			248			249			250			251			252			253			254			255			256			257			258			259			260			261			262			263			264			265			266			267			268			269			270			271			272			273			274			275			276			277			278			279			280			281			282			283			284			285			286			287			288			289			290			291			292			293			294			295			296			297			298			299			300			301			302			303			304			305			306			307			308			309			310			311			312			313			314			315			316			317			318			319			320			321			322			323			324			325			326			327			328			329			330			331			332			333			334			335			336			337			338			339			340			341			342			343			344			345			346			347			348			349			350			351			352			353			354			355			356			357			358			359			360			361			362			363			364			365			366			367			368			369			370			371			372			373			374			375			376			377			378			379			380			381			382			383			384			385			386			387			388			389			390			391			392			393			394			395			396			397			398			399			400			401			402			403			404			405			406			407			408			409			410			411			412			413			414			415			416			417			418			419			420			421			422			423			424			425			426			427			428			429			430			431			432			433			434			435			436			437			438			439			440			441			442			443			444			445			446			447			448			449			450			451			452			453			454			455			456			457			458			459			460			461			462			463			464			465			466			467			468			469			470			471			472			473			474			475			476			477			478			479			480			481			482			483			484			485			486			487			488			489			490			491			492			493			494			495			496			497			498			499			500			501			502			503			504			505			506			507			508			509			510			511			512			513			514			515			516			517			518			519			520			521			522			523			524			525			526			527			528			529			530			531			532			533			534			535			536			537			538			539			540			541			542			543			544			545			546			547			548			549			550			551			552			553			554			555			556			557			558			559			560			561			562			563			564			565			566			567			568			569			570			571			572			573			574			575			576			577			578			579			580			581			582			583			584			585			586			587			588			589			590			591			592			593			594			595			596			597			598			599			600			601			602			603			604			605			606			607			608			609			610			611			612			613			614			615			616			617			618			619			620			621			622			623			624			625			626			627			628			629			630			631			632			633			634			635			636			637			638			639			640			641			642			643			644			645			646			647			648			649			650			651			652			653			654			655			656			657			658			659			660			661			662			663			664			665			666			667			668			669			670			671			672			673			674			675			676			677			678			679			680			681			682			683			684			685			686			687			688			689			690			691			692			693			694			695			696			697			698			699			700			701			702			703			704			705			706			707			708			709			710			711			712			713			714			715			716			717			718			719			720			721			722			723			724			725			726			727			728			729			730			731			732			733			734			735			736			737			738			739			740			741			742			743			744			745			746			747			748			749			750			751			752			753			754			755			756			757			758			759			760			761			762			763			764			765			766			767			768			769			770			771			772			773			774			775			776			777			778			779			780			781			782			783			784			785			786			787			788			789			790			791			792			793			794			795			796			797			798			799			800			801			802			803			804			805			806			807			808			809			810			811			812			813			814			815			816			817			818			819			820			821			822			823			824			825			826			827			828			829			830			831			832			833			834			835			836			837			838			839			840			841			842			843			844			845			846			847			848			849			850			851			852			853			854			855			856			857			858			859			860			861			862			863			864			865			866			867			868			869			870			871			872			873			874			875			876			877			878			879			880			881			882			883			884			885			886			887			888			889			890			891			892			893			894			895			896			897			898			899			900			901			902			903			904			905			906			907			908			909			910			911			912			913			914			915			916			917			918			919			920			921			922			923			924			925			926			927			928			929			930			931			932			933			934			935			936			937			938			939			940			941			942			943			944			945			946			947			948			949			950			951			952			953			954			955			956			957			958			959			960			961			962			963			964			965			966			967			968			969			970			971			972			973			974			975			976			977			978			979			980			981			982			983			984			985			986			987			988			989			990			991			992			993			994			995			996			997			998			999			1000		
---------------	---	--	--	---	--	--	---	--	--	---	--	--	---	--	--	---	--	--	---	--	--	---	--	--	---	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	------	--	--

Differenz zur Vorebelastung / Nullfall		Untersuchung gemäß TA Lärm		Gesamtlärmbetrachtung		Untersuchung gemäß 16. BImSchV		Vorebelastung im Nullfall und Plantal		Differenz zur Vorebelastung / Nullfall	
Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
-20	-18	32	40	-4,3	-	38	53	50	52	57	53
-19	-17	33	41	-3,2	-	39	54	50	53	57	54
-19	-18	32	42	-6,4	-	41	54	52	51	53	55
-19	-18	32	43	-5,0	-	42	55	60	61	52	55
-30	-19	30	45	-8,2	-	40	53	52	50	59	55
-18	-	30	46	-4,9	-	41	55	54	52	58	55
-22	-21	23	36	-4,1	-	35	53	57	52	53	53
-23	-	23	38	-3,5	-	36	55	54	51	55	55
-25	-21	22	35	-1,8	-	31	55	56	49	53	55
-27	-22	23	48	-2,4	-	32	57	55	53	57	57
-29	-23	24	35	-0,9	-	31	57	54	55	58	58
-27	-23	30	37	-1,7	-	32	58	55	55	58	58
-26	-22	30	34	-0,5	-	34					

UNTERLAGE ~~8.5.3~~ 8.6.3

Schallimmissionen (Baulärm)

Unterlage

Bezeichnung

Zusammenfassung Schallimmissionen (Baulärm)

Erläuterungsbericht Schallimmissionen (Baulärm)

Ort		Berlin Treptow-Köpenick	
Bauteil		BFADL - Neubau Straßenbahnbetriebshof Adlershof	
Planfeststellung		Schallimmissionen (Baulärm)	
BVG	Berliner Verkehrsbetriebe <i>Anstalt des öffentlichen Rechts</i>	Unterlage:	8.5.3 8.6.3
		Seiten: Pläne: Anlagen:	41 -- --
Der Betriebsleiter Straßenbahn im Original gezeichnet: Heisel Datum: Berlin, 18.01.2021	Bauherr Immobilien- management und -projekte im Original gezeichnet: Johannesson Datum: Berlin, 18.01.2021	Koordinierung und Begleitung Genehmigungsverfahren 	
Antragsteller: Berlin Verkehrsbetriebe BI-GP Im Original gezeichnet: Johannesson Berlin, 18.01.2021		Planfeststellungsbehörde:	
Der Plan hat vom <u>202</u> bis zum <u>202</u> öffentlich ausgelegt. Anhörungsbehörde: Berlin, <u>202</u>		Berlin, <u>202</u>	

Projekt: BFADL – Neubau Straßenbahnbetriebshof Adlershof

Kurzzusammenfassung: Schalltechnische Untersuchung (Baulärm)

In Berlin-Adlershof planen die Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) die Errichtung eines neuen Straßenbahnbetriebshofes. Der Betriebshof wird mit Hilfe von vielen Baumaschinen gebaut, dadurch entsteht Lärm.

Bevor die Baustelle genehmigt wird, muss bekannt sein, ob Nachbarn durch den Baustellenlärm gestört werden.

Die Baustelle soll nur tagsüber betrieben werden. Wie laut die Baustelle wird, ist in einem Gutachten berechnet worden.

Es kommen verschiedene Baumaschinen zum Einsatz, z.B. Bagger, Raupen, Bohrgeräte, Lkw und Kräne.

Einzelne Bauzustände auf Teilflächen mit den jeweiligen Baumaschinen wurden am Computer nachgebildet. Es ist jetzt noch nicht bekannt, wie viele Baumaschinen gleichzeitig eingesetzt werden. In der Berechnung wurde angenommen, dass alle Baumaschinen auf den jeweiligen Teilflächen in Betrieb sind. Auf diese Weise wird der Baustellenlärm überschätzt. Aber Konflikte werden auf diese Weise auch gut erkennbar.

Es kommt zu geringen Überschreitungen der Richtwerte für Baulärm. Am lautesten wird es, wenn die Masten für die Fahrleitung der Straßenbahn gebaut werden.

Der Baustellenlärm ist dann aber immer noch leiser als der Lärm, der in Adlershof durch die Straßen und Eisenbahnstrecken jeden Tag entsteht.

Deshalb wird eingeschätzt, dass durch das Baugeschehen am Straßenbahnbetriebshof Adlershof nur geringe Konflikte entstehen.

Trotzdem sollen bei der Baustelle Lärmschutzmaßnahmen beachtet werden, weil durch die innerstädtische Lage Rücksicht auf andere zu nehmen ist.

Schalltechnische Untersuchung

BFADL -

Neubau Straßenbahnbetriebshof Adlershof

Untersuchung zu baubedingten

Schallimmissionen (Baulärm)



- Schallimmissionsschutz
- Bau- und Raumakustik
- Schall- und Vibrationsanalyse
- Erschütterungen

Notifizierte Messstelle nach §26/ 29b BImSchG
Güteprüfstelle Schall nach DIN 4109

Akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005
DAkKS D-PI-20157-01-00

KSZ Ingenieurbüro GmbH
Bühningstraße 12
13086 Berlin
Telefon: +49 (0) 30 44 00 87 93
Telefax: +49 (0) 30 44 00 87 95

Projektnummer:

19-070-10V1

Kurztitel:

Schalltechnische Untersuchung
Straßenbahnbetriebshof Adlershof

Auftraggeber:

Berliner Verkehrsbetriebe (BVG)

Auftrag vom:

10.12.2019

Bearbeiter:


K. Seubert/ G. Waldmann

Bericht vom:

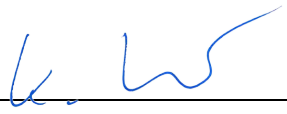
09.06.2020

18 Seiten Text

12 Seiten Anhang



Fachl. Verantwortlicher
S. Langner
Dipl.-Ing.



Bearbeiter
K. Seubert
Dipl.-Geogr.

Änderungstabelle			
Bearbeiter	Berichtsversion	Grund der Änderung	Datum der Änderung
KS	Version 2	Einarbeitung Korrekturwünsche BVG	06.04.2020
KS	Version 3	Vereinheitlichung Projektbezeichnung	09.06.2020

Die Ergebnisse dieses Gutachtens beziehen sich ausschließlich auf den im Text beschriebenen Untersuchungsgegenstand. Die Vervielfältigung des Berichts oder einzelner Teile hieraus ist nur mit schriftlicher Genehmigung der KSZ Ingenieurbüro GmbH gestattet. Eine darüber hinausgehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechtes gemäß UrhG. Die Authentizität dieses Dokuments ist nur mit Originalunterschrift gewährleistet.

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung	4
2	Rechtliche Grundlagen	5
3	Methodik	7
4	Örtliche Gegebenheiten	8
5	Bauablauf	9
6	Schallemissionen	11
7	Schallimmissionen und Beurteilung	14
8	Schallschutz	16
9	Zusammenfassung	17
10	Literaturverzeichnis Regelwerke und Fachliteratur	18
	Anhang	19

Anhang 1: Übersichtsplan

Anhang 2: Darstellung der untersuchten Bauzustände

Anhang 3: Beurteilungspegel

1 Aufgabenstellung

In Berlin-Adlershof planen die Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) die Errichtung eines neuen Straßenbahnbetriebshofes auf der Fläche des ehemaligen Kohlebahnhofs nahe der Köpenicker Straße. Der Betriebshof besteht im Wesentlichen aus einer Abstellanlage und einer Werkstatthalle, die Anbindung an das vorhandene Straßenbahnnetz erfolgt Richtung Nordwesten (Rudower Chaussee) zur Wendeschleife am S-Bahnhof Adlershof.



Abb. 1: Übersichtsplan (Quelle: <https://www.meinetram.de/de/Betriebshof-Adlershof>)

Nach § 28 Abs.1 PBefG (1) dürfen Betriebsanlagen für Straßenbahnen nur gebaut werden, wenn der Plan vorher festgestellt ist. Bei der Planfeststellung sind die von dem Vorhaben betroffenen öffentlichen und privaten Belange im Rahmen der Abwägung zu berücksichtigen.

Daher ist eine gutachterliche Aussage erforderlich, inwieweit durch baubedingte Lärmimmissionen in der Nachbarschaft zum Vorhaben Konflikte beim Schallimmissionsschutz entstehen können.

Lärmimmissionen, die durch den Straßenbahnverkehr sowie den vorgesehenen Betrieb des Straßenbahnbetriebshofes entstehen, sind Gegenstand separater Gutachten und werden in vorliegender Untersuchung nicht betrachtet.

Auf Grund der nicht bis ins letzte möglichen Festlegung akustisch relevanter Randbedingungen, insbesondere wegen der derzeit nur angenommenen Typen der später eingesetzten Maschinen, kann die hier vorliegende Schalltechnische Untersuchung nur auf der Basis von Erfahrungen über die möglichen Lärmemissionen bei ähnlichen Baustellen und plausiblen Annahmen für den konkret vorliegenden Fall erfolgen. Eventuelle Unsicherheiten werden im Sinne einer worst-case-Betrachtung zur sicheren Seite für die Betroffenen berücksichtigt.

Im Ergebnis der Untersuchungen liegen Informationen über eventuell mögliche Richtwertüberschreitungen vor, die zu Schlussfolgerungen über organisatorische und/oder technische Lärm-minderungsmaßnahmen führen können.

Folgende Bearbeitungsgrundlagen standen zur Verfügung:

- BFADL - Neubau Straßenbahnbetriebshof Adlershof: Bauphasenplanung, Erläuterung der Bauphasen, Erläuterungsbericht. PST GmbH, Stand Januar 2020
- Digitale kartographische Grundlagen aus dem Geoportal Berlin (Digitales Geländemodell, LoD1-Gebäudedaten, Kartengrundlage)

2 Rechtliche Grundlagen

Beim Betrieb von Baustellen, Baumaschinen und Baulagerplätzen wird gemäß §22, Absatz 1 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (2) vom Anlagenbetreiber verlangt, dass keine schädlichen Umwelteinwirkungen, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind, auftreten. Nach dem Stand der Technik unvermeidbare schädliche Umwelteinwirkungen sind auf ein Mindestmaß zu beschränken.

Eine Konkretisierung dieser Anforderungen erfolgt in der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm – Geräuschimmissionen (AVV Baulärm (3)). Hierin sind gebietsabhängige Richtwerte für die Einwirkzeiten tags (7:00 bis 20:00 Uhr) und nachts (20:00 bis 7:00 Uhr) sowie die Methodik zur Ermittlung der mit den Richtwerten zu vergleichenden Beurteilungspegel angegeben. Die Regelungen der AVV Baulärm unterscheiden sich teilweise deutlich von denen der anderen Vorschriften zum Lärmschutz (z. B. TA Lärm (4)). So wird in der AVV Baulärm im Gegensatz zur TA Lärm nicht die ungünstigste Nachtstunde zwischen 22:00 und 06:00 Uhr zur Beurteilung herangezogen, sondern der Mittelungspegel über einen Beurteilungszeitraum zwischen 20:00 und 7:00 Uhr. Hierdurch wird der Baulärm über einen

längeren Zeitraum gemittelt und damit für den Anlagenbetreiber "günstiger" bewertet. Andererseits gelten nach AVV Baulärm auch in den so genannten Ruhezeiten zwischen 20:00 und 22:00 Uhr sowie zwischen 6:00 und 7:00 Uhr die wesentlich strengeren Nachtrichtwerte.

Tabelle 1: Immissionsrichtwerte gemäß AVV Baulärm

	Gebiete	Immissionsrichtwert in dB(A)	
		tags	nachts
a)	Gebiete, in denen nur gewerbliche oder industrielle Anlagen und Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichts- und Bereitschaftspersonen untergebracht sind	70	70
b)	Gebiete, in denen vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind	65	50
c)	Gebiete mit gewerblichen Anlagen und Wohnungen, in denen weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind	60	45
d)	Gebiete, in denen vorwiegend Wohnungen untergebracht sind	55	40
e)	Gebiete, in denen ausschließlich Wohnungen untergebracht sind	50	35
f)	Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten	45	35

Die Beurteilungszeiten sind tags 07:00 bis 20:00 Uhr
 nachts 20:00 bis 07:00 Uhr

Für Sonn- und Feiertage sind keine gesonderten Immissionsrichtwerte angegeben. Hier sind die gesetzlichen Regelungen des Landes (LImSchG Berlin (5) in Verbindung mit AV LImSchG (6)) zu beachten.

Der jeweilige Immissionsort befindet sich 0,5 m vor dem geöffneten, vom Geräusch am stärksten betroffenen Fenster von zum Aufenthalt von Menschen bestimmten Gebäuden bzw. in 1,2 m Höhe über dem Erdboden in mindestens 3 m Entfernung von reflektierenden Flächen.

Gemäß AVV Baulärm werden die wirksamen Zeitanteile von Baugeräuschen durch abgestufte Pegelabschläge berücksichtigt (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Korrektur zur Berücksichtigung der Einwirkungsdauer gemäß AVV Baulärm

Durchschnittliche tägliche Betriebsdauer in der Zeit von 7:00 bis 20:00 Uhr	20:00 bis 7:00 Uhr	Zeitkorrektur
bis 2,5 h	bis 2 h	10 dB(A)
über 2,5 h bis 8 h	über 2 h bis 6 h	5 dB(A)
über 8 h	über 6 h	0 dB(A)

Der Beurteilungspegel ist aus dem "Wirkpegel", d.h. aus dem mittleren Taktmaximalpegel (Taktzeit 5 sec) unter Berücksichtigung der Zeitkorrektur zu bilden. Somit sind eventuell erforderliche Zuschläge für die Impulshaltigkeit von Geräuschen bereits berücksichtigt. Weitere Lästigkeitszuschläge bis zu 5 dB(A) können erforderlich werden bei Geräuschen mit deutlich hervortretenden Tönen (z.B. Singen, Heulen, Pfeifen, Kreischen).

Der Immissionsrichtwert gilt als überschritten, wenn der Beurteilungspegel (als Mittelungspegel) den jeweiligen Immissionsrichtwert überschreitet oder wenn nachts der Immissionsrichtwert durch einzelne, kurzzeitige Pegelspitzen (als Taktmaximalwert bei einer Taktdauer von 5 sec) um mehr als 20 dB(A) überschritten wird.

Nicht als Baulärm angesehen werden Verkehrsgeräusche, die während der Baumaßnahme durch den Baustellenverkehr auf öffentlich gewidmeten Straßen, sowie durch Schienenverkehr verursacht werden.

3 Methodik

Die schalltechnische Untersuchung zum Baubetrieb basiert auf einem digitalen Berechnungsmodell, in dem alle wesentlichen Entfernungen zwischen Quellen und Nachweisorten, Reflexionsflächen, Beugungskanten, Höhenlinien und anderen Einflussgrößen enthalten sind. Die Immissionsrechnungen erfolgen mittels der im PC-Programmpaket "SoundPlan" (Version 8.1 vom November 2019) integrierten Rechenverfahren der AVV Baulärm und der ISO 9613-2.

In das Berechnungsmodell sind die emissionsrelevanten Ausgangsdaten für alle berücksichtigten Schallquellen unter Beachtung der Zeitkorrektur nach AVV Baulärm eingegeben worden. Entsprechend den Angaben der Bauphasenplanung wurde angenommen, dass die immissionsrelevanten Bauarbeiten ausschließlich tags zwischen 07:00 Uhr und 20:00 Uhr stattfinden.

Prognoseberechnungen unterliegen gewissen Unsicherheiten, die durch unterschiedliche Unsicherheitsquellen verursacht werden. Dies betrifft einerseits Unsicherheiten, die durch die Ermittlung der akustischen Ausgangsdaten (Schallleistungspegel u. ä.) sowie durch die Idealisierungen der physikalischen Schallausbreitungsbedingungen innerhalb eines mathematischen Ausbreitungsmodells hervorgerufen werden. Diese Unsicherheiten liegen üblicherweise im Bereich ± 1 dB(A) bis ± 3 dB(A) (siehe auch DIN ISO 9613-2 (7)). Wesentlich bedeutsamer als die o. g. Unsicherheiten sind jene, die die Schallabstrahlung der einzelnen Geräuschquellen betreffen. Hier sind Streuungen unterschiedlicher Typen bestimmter Maschinen, Anlagen und Fahrzeuge, Exemplarstreuungen bei gleichen Typen, Streuungen durch unterschiedliche

Lastpunkte bzw. Betriebsbedingungen, Streuungen durch Alterungs- und Wartungseffekte, Unsicherheiten hinsichtlich der Dauer bzw. Anzahl von geräuschverursachenden Ereignissen sowie Streuungen durch unterschiedliche Art und Weise der Bedienung von Maschinen wirksam. Speziell im vorliegenden Fall von Baustellengeräuschen sind die planungsbedingten Unsicherheiten von erheblicher Bedeutung. Dies betrifft insbesondere Art, Typ, Anzahl und Zeitdauer von einzusetzenden Maschinen und Technologien. In ihrer Gesamtheit können diese Unsicherheiten durchaus die Größenordnung von 10 dB(A) erreichen.

Aufgrund der außerordentlich vielen Einflussfaktoren ist es jedoch in den meisten Fällen nicht möglich, diese Unsicherheiten quantitativ zu bestimmen. Zur angemessenen Berücksichtigung dieser Unsicherheiten wird deshalb bei Prognoseberechnungen üblicherweise bewusst von sehr ungünstigen Annahmen bezüglich Emission, Auftretenshäufigkeit und -dauer der Quellen ausgegangen. Vorhandene Aussageunsicherheiten hinsichtlich dieser Parameter werden auf diese Weise so berücksichtigt, dass auch unter Einbeziehung der Unsicherheiten der akustischen Mess- und Berechnungsverfahren eher eine Über- statt eine Unterschätzung der Geräuschpegel eintritt (worst-case-Betrachtung).

4 Örtliche Gegebenheiten

Der geplante Betriebshof liegt im westlichen Winkel zwischen der Fern- bzw. S-Bahnstrecke Berlin-Königs Wusterhausen und der Köpenicker Straße im Bezirk Treptow-Köpenick (Ortsteil Adlershof).

In westlicher Richtung schließen verschiedene Teilflächen des Wissenschafts- und Technologieparks Adlershof an, deren überwiegend gewerbliche Nutzung durch folgende Bebauungspläne festgesetzt ist:

- Bebauungsplan XV-51a (zwischen Rudower Chaussee, Bahngelände, Am Studio) festgesetzt am 30.06.2006
- Bebauungsplan XV-51a-1 (zwischen Rudower Chaussee, Bahngelände, Am Studio) festgesetzt am 08.11.2016
- Bebauungsplan XV-51c (zwischen Am Studio, Justus-von-Liebig-Str., Volmerstr.) festgesetzt am 12.09.2005
- Bebauungsplan XV-51c-1 (zwischen Am Studio, Justus-von-Liebig-Str., Volmerstr.) festgesetzt am 14.10.2013
- Bebauungsplan XV-51d (zwischen Am Studio, Ernst-Ruska-Ufer, Volmerstr.) festgesetzt am 26.05.2011
- Bebauungsplan XV-51l (zwischen Bahnflächen, Köpenicker Str., Am Studio) festgesetzt am 24.11.2016
- Bebauungsplan XV-67a (zwischen Bahnanlage, Rudower Chaussee und Wagner-Regeny-Str.) festgesetzt am 10.11.2011

- Bebauungsplan XV-72 (zwischen Am Studio, Albert-Einstein-Str., Volmerstr. und Rüdower Chaussee) festgesetzt am 03.03.2006

Zwischen Köpenicker Straße und Teltowkanal liegt die Kleingartenanlage Teltowkanal III, auf einigen der Parzellen ist eine Dauerwohnnutzung vorhanden.

Östlich der Bahnstrecke und des Adlergestells ist gewerbliche Nutzung entlang der Glienicker Straße vorhanden, es gelten folgende Bebauungspläne:

- Bebauungsplan XV-65 (zwischen Otto-Franke-Str., Glienicker Weg, Adlergestell) festgesetzt am 04.04.2006
- Vorhabenbezogener Bebauungsplan 9-43 (Grundstück Adlergestell 327 – 331/ Glienicker Weg) festgesetzt am 31.05.2017

Östlich des Adlergestells zwischen Büchnerweg und Radickestraße grenzt ein Wohngebiet mit 3 – 4 geschossiger Blockrandbebauung an, ein Bebauungsplan hierfür existiert nicht.

Immissionsorte

Die Nachbargebäude des Wissenschafts- und Technologieparks Adlershof haben keine Fenster, die zum geplanten Betriebshof hin exponiert sind, eine Berücksichtigung von Immissionsorten ist daher nicht erforderlich.

Die dauerwohnberechtigten Kleingartenparzellen (Köpenicker Str.) werden hinsichtlich ihrer Schutzwürdigkeit nach Kategorie c (vgl. Tabelle 1) eingestuft.

5 Bauablauf

Eine konkrete Bauphasenplanung ist zum jetzigen Zeitpunkt nur bedingt möglich. Aktuell erfolgt von Seiten der Vorhabenträgerin die Vorbereitung zur Ausschreibung der Generalplanung zu den Gewerken. Nach der Erstellung der Entwurfs- (LPH 3, Genehmigungs- (LPH 4) und Ausführungsplanung (LPH 5) beginnt voraussichtlich ab dem dritten Quartal 2022 die Ausschreibung und Vergabe bzw. Bindung von Generalunternehmern zur Ausführung der Baumaßnahme.

Auf Grundlage des aktuellen Planungsstandes sowie bautechnischer Erfahrungswerte, wurde eine vorläufige Bauphasenplanung durch PST GmbH erstellt. Wichtigste Vorgabe war dabei,

die Inbetriebnahme des Betriebshofes zu Ende 2025 bzgl. Der Fahrzeugabstellung zu gewährleisten.

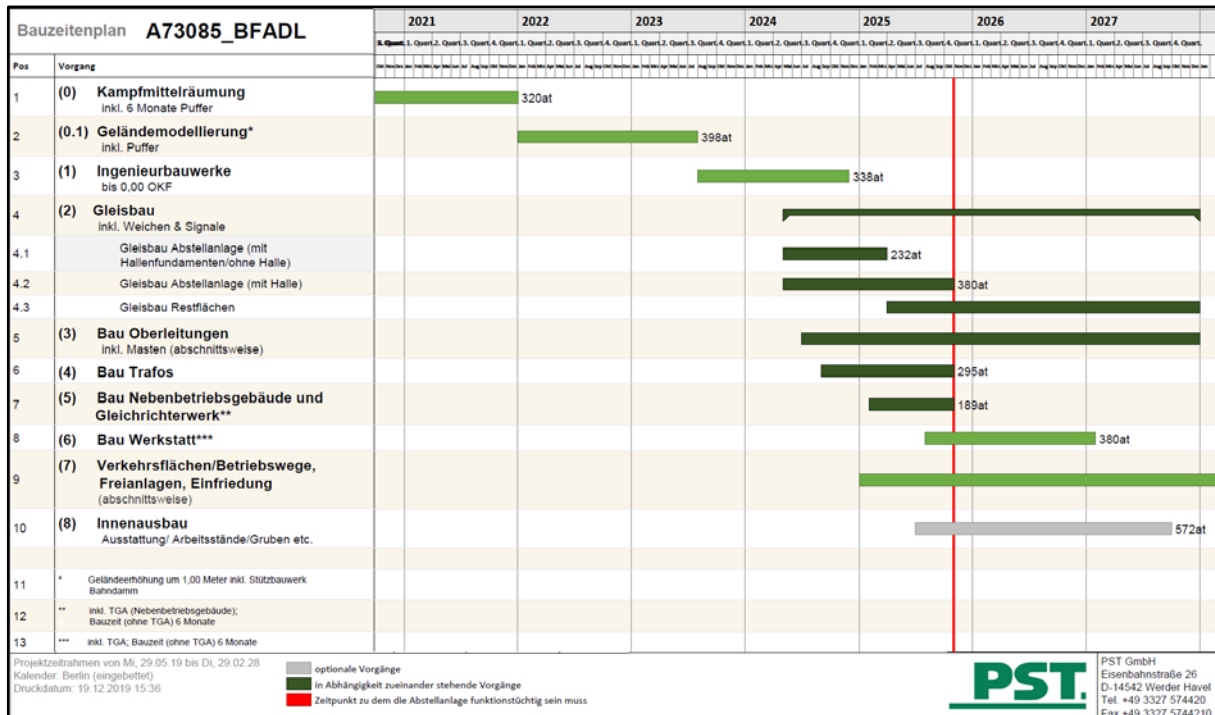


Abb. 2: Bauphasenplanung (Oktober 2020 – Dezember 2027)

Aus den dargestellten Bauphasen wurden folgende schalltechnisch relevante Bauzustände (BZ) abgeleitet:

BZ 01: Vorbereitende Arbeiten/ Kampfmittelsondierung

Innerhalb des BZ01 sind alle bauvorbereitenden Maßnahmen zusammengefasst. Neben der Kampfmittelsondierung erfolgt ein Abbruch betonierter Strukturen im Untergrund. Die Aufbereitung des Rückbaumaterials soll mittels einer Brecheranlage erfolgen. Parallel ist der Betrieb einer Grundwasser-Behandlungsanlage geplant, sowie die Gründung der Stützwand zum Bahndamm hin mittels Spundwandbohlen. Der BZ 01 wird wie folgt untergliedert:

- BZ 01a: Arbeiten auf der Gesamtfläche (Beräumung, Rückbau)
- BZ 01b: Betrieb einer Brecheranlage
- BZ 01c: Betrieb einer Grundwasser-Behandlungsanlage
- BZ 01d: Gründungsarbeiten Stützwand zum Bahndamm

BZ 02: Geländemodellierung

Innerhalb des BZ02 erfolgen der Auftrag von ca. 52.600 m³ Aufschüttungsmaterial sowie die Verdichtung und die Geländemodellierung.

BZ 03: Gleisbau (Straßenbahn) Betriebshof

Der BZ03 wird getrennt für die beiden u.g. Teilflächen betrachtet. Er erfolgt in Fertigteilbauweise.

BZ 03a: Gleisbau Freiflächen

BZ 03b: Gleisbau Abstellanlage mit Fahrleitungsmastfundamenten

BZ 04: Fahrleitung + Masten

Die Herstellung der Fahrleitungsanlage erfordert Mastgründungen (Rammrohre) im Bereich der Straßenbahn-Gleisanlage.

Ingenieurbauwerke:

Die Errichtung der vorgesehenen Ingenieurbauwerke wird nicht separat betrachtet, da hier im Hinblick auf die Schalleistung ähnliches Gerät wie beim BZ 02a zum Einsatz kommt.

Baustellenverkehr:

Die Geländemodellierung (BZ 02) erfordert eine größere Menge Aufschüttungsmaterial, nach derzeitigem Kenntnisstand ca. 52.600 m³. Sofern ein Transport per LKW erfolgen soll, sind hierzu ca. 2.630 LKW-Anfahrten nötig. Die Zuführung erfolgt über das öffentliche Straßenland (Köpenicker Straße) und stellt somit keinen Baustellenlärm im eigentlichen Sinne dar.

Bei gleichmäßiger Verteilung ergäben sich rechnerisch 35 LKW-Anfahrten je Woche. Die Köpenicker Straße weist einen DTV-Wert von 27.000 Kfz auf bei insgesamt 972 Lkw¹.

Vor diesem Hintergrund werden potenzielle Lärmauswirkungen der Baustelle, die durch Lieferverkehr auf öffentlichen Straßen entstehen, nicht weiter betrachtet, dies trifft auch für die diskutierte Möglichkeit einer nächtlichen Baustellenanlieferung zu.

6 Schallemissionen

Aufgrund der Baucharakteristik während der einzelnen Bauzustände werden überwiegend Flächenschallquellen modelliert. Dabei wird unterstellt, dass sich die eingesetzten Baumaschinen innerhalb dieser Fläche bewegen.

¹ **Umweltatlas Berlin: Verkehrsstärkenkarte 2014 (VLB); Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen**

Als Linienquelle wird die Spundwandgründung zur Bahnstrecke modelliert, als Punktquellen werden die Brecheranlage und die Grundwasserbehandlungsanlage modelliert.

Die Angaben zum Schalleistungspegel der einzelnen Quellen wurden größtenteils aus Literaturangaben entnommen, teilweise wurden eigene Messwerte verwendet. Die Impulshaltigkeit ist bei den angegebenen Schalleistungen bereits berücksichtigt. Die Lage der einzelnen Schallquellen geht aus den Lageplänen in Anhang 2 hervor.

Die während der Geräuscherzeugung wirksamen Schalleistungspegel sowie auch die immisionswirksamen (d.h. unter Berücksichtigung der Einsatzzeiten anzusetzenden) Schalleistungspegel aller berücksichtigten Quellen sind nachfolgend beschrieben:

Bauzustand 01: Vorbereitende Maßnahmen, Beräumung, Kampfmittelsondierung, Spundwandgründung

BZ 01a: Arbeiten auf der Gesamtfläche (Beräumung, Rückbau)

Baumaschine/ Arbeitsvorgang	L _{WAT}	Anzahl	Einwirkzeit	K	L _{WAr}
	dB(A)	Stück	h	dB(A)	dB(A)
Kettenbagger	107	3	8	-5	106,8
Freischneider	116	5	6	-5	118,0
Abbruchmeißel	118	1	4	-5	113,0
LKW	97	12	8	-5	102,8
Radlader	104	2	8	-5	102,0
Vibrationswalze	108	1	4	-5	103,0
Schalleistungspegel			L_{WAr,ges} =		119,7

L_{WAT}: Schalleistungspegel
 K: Zeitkorrektur nach AVV Baulärm
 L_{WAr}: resultierender Schalleistungspegel

BZ 01b: Betrieb einer Brecheranlage

Baumaschine/ Arbeitsvorgang	L _{WAT}	Anzahl	Einwirkzeit	K	L _{WAr}
	dB(A)	Stück	h	dB(A)	dB(A)
Brecheranlage	114,5	1	8	-5	109,5
Kettenbagger	107	1	5	-5	102,0
Schalleistungspegel			L_{WAr,ges} =		110,2

BZ 01c: Grundwasser-Behandlungsanlage

Baumaschine/ Arbeitsvorgang	L _{WAT}	Anzahl	Einwirkzeit	K	L _{WAr}
	dB(A)	Stück	h	dB(A)	dB(A)
GW-Anlage	105	1	13	0	105
Schalleistungspegel			L_{WAr,ges} =		105

BZ 01d: Herstellen Spundwandgründung zum Bahnkörper

Baumaschine/ Arbeitsvorgang	L _{WAT}	Anzahl	Einwirkzeit	K	L _{WA,r}
	dB(A)	Stück	h	dB(A)	dB(A)
Vibrationsramme	121	1	6	-5	116,0
Kettenbagger m. Bohrgerät	107	1	8	-5	102,0
LKW	97	4	8	-5	98,0
Schalleistungspegel			L _{WA,r,ges} =		116,2

Es ist davon auszugehen, dass die in BZ01 gefassten Arbeiten teilweise parallel durchgeführt werden. In der schalltechnischen Berechnung wird zur sicheren Seite hin ein Parallelbetrieb aller Schallquellen angesetzt.

BZ 02: Geländemodellierung

Baumaschine/ Arbeitsvorgang	L _{WAT}	Anzahl	Einwirkzeit	K	L _{WA,r}
	dB(A)	Stück	h	dB(A)	dB(A)
Kettenbagger	107	3	10	0	111,8
Planierdraupe	105	2	10	0	108,0
Rüttelplatte	113	2	6	-5	111,0
LKW	97	12	8	-5	102,8
Radlader	104	2	8	-5	102,0
Vibrationswalze	108	1	4	-5	103,0
Schalleistungspegel			L _{WA,r,ges} =		116,0

BZ 03: Gleisbau Straßenbahngleise

Baumaschine/ Arbeitsvorgang	L _{WAT}	Anzahl	Einwirkzeit	K	L _{WA,r}
	dB(A)	Stück	h	dB(A)	dB(A)
Kettenbagger	107	3	10	0	111,8
Mobilkran	108	2	5	-5	106,0
Schweißgerät	106	2	6	-5	104,0
LKW	97	12	8	-5	102,8
Radlader	104	2	8	-5	102,0
Stromerzeuger	107	1	10	0	107,0
Schalleistungspegel			L _{WA,r,ges} =		114,8

Die Gleisbauarbeiten werden in zwei räumlich getrennten Teilflächen untersucht, einmal auf den Freiflächen, einmal im Bereich der Abstellanlage.

BZ 04: Fahrleitungsmaste

Baumaschine/ Arbeitsvorgang	L _{WAT}	Anzahl	Einwirkzeit	K	L _{WAr}
	dB(A)	Stück	h	dB(A)	dB(A)
Vibrationsramme	121	2	6	-5	119,0
Kettenbagger	107	2	8	-5	105,0
LKW	97	4	8	-5	98,0
Schallleistungspegel			L_{WAr,ges} =		119,2

7 Schallimmissionen und Beurteilung

Die Berechnungsergebnisse sind tabellarisch in Anhang 3 zusammengestellt.

- Bauzustand 01 – Bauvorbereitende Maßnahmen:** Während der bauvorbereitenden Maßnahmen kommt es im Bereich Adlergestell zu Überschreitungen des Tagesrichtwertes von bis zu 7 dB(A), im Bereich Köpenicker Straße von bis zu 3 dB(A).
 Maßgeblich für die Überschreitungen sind die angesetzten Geräte während der Flächenberäumung, namentlich die Freischneider. In der konkreten Bauausführung ist davon auszugehen, dass die Freischneider nur wenige Tage zum Einsatz kommen. Die Brecheranlage und die Grundwasserbehandlungsanlage sind hinsichtlich des Immissionsbeitrages nachrangig, sie sollten nicht am Rand der Baufläche aufgestellt werden.
 Die Spundwandgründung an der Bahnstrecke ist ebenfalls eine maßgeblich Ursache für die Richtwertüberschreitungen.
- Bauzustand 02 – Geländemodellierung:** Die Richtwerte werden nicht überschritten.
- Bauzustand 03a – Gleisbau Straßenbahngleise:** Die Richtwerte im Bereich Adlergestell werden um 2-6 dB(A) überschritten.
- Bauzustand 03b – Gleisbau Restflächen:** Die Richtwerte werden eingehalten.
- Bauzustand 04 – Fahrleitungsmaste:** Die Richtwerte im Bereich Adlergestell werden um 5-11 dB(A) überschritten, im Bereich Köpenicker Straße um bis zu 3 dB(A). Hier kann die Wahl einer anderen Bautechnologie (z.B. Bohrgründung) oder die Festschreibung einer emissionsarmen Vibrationsramme in der Bauausschreibung zu deutlichen Pegelminderungen führen.

Die ermittelten Beurteilungspegel liegen bei den geräuschintensiven Bauphasen somit bei ca. 65 dB(A), dies entspricht Richtwertüberschreitungen von 10 dB(A).

Da in der jetzigen frühen Planungsphase keine detaillierten Bauabläufe vorliegen, erfolgte zur sicheren Seite hin eine zeitgleiche Betrachtung verschiedenster Bautätigkeiten, die es in Realität so nicht geben wird. Ebenfalls zu früh ist es, einen ggf. vorhandenen räumlichen Baufortschritt nachzubilden, der zu einer weiteren Minderung der Beurteilungspegel führen wird.

Generell ist bei der Beurteilung zu berücksichtigen, dass das Umfeld des Bauvorhabens bereits einer sehr großen Vorbelastung durch Verkehrslärm ausgesetzt ist. Unter Berücksichtigung des Urteils BVerwG 7 A 24.11 (RN 32) ist die Vorbelastung bei der Beurteilung der Zumutbarkeit von Baulärm zu berücksichtigen, sofern diese im Einwirkungsbereich der Baustelle über den Richtwerten der AVV Baulärm liegt.

Für das Land Berlin liegt die strategische Lärmkartierung 2017 im Umweltatlas digital vor. Für die Gebäude Adlergestell 275 – 283 sind nachfolgend die Fassadenpegel für den Gesamtlärm (L_{DEN} Tag-Abend-Nacht) dargestellt.

Der L_{DEN} wird nach einer anderen Methodik gebildet, als z.B. die Beurteilungspegel nach AVV Baulärm und ist daher nur bedingt vergleichbar.

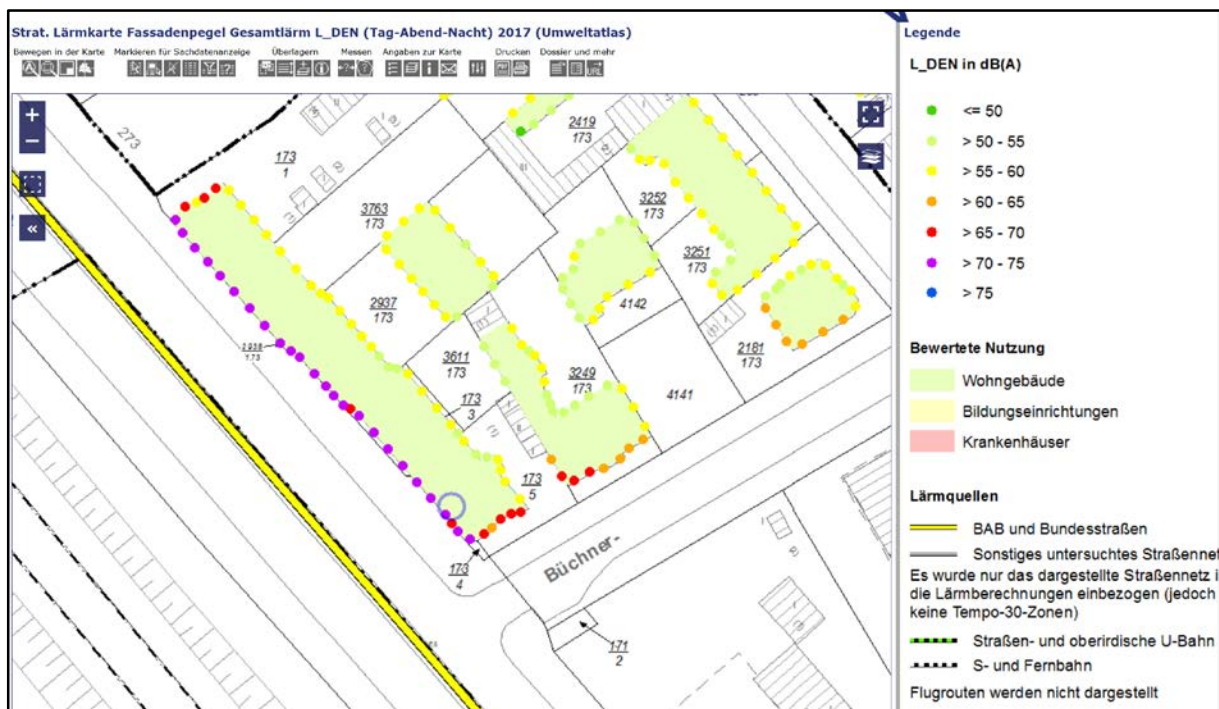


Abb. 3: Strategische Lärmkarte Berlin (2017) Bereich Adlergestell

Zweifellos herrscht jedoch am Adlergestell eine sehr deutliche Vorbelastung an den Fassaden, die bei der Lärmkartierung zu einer Einstufung in die zweithöchste Kategorie (L_{DEN} 70 – 75 dB(A)) führt.

Vor diesem Hintergrund wird eingeschätzt, dass durch das Baugeschehen am Straßenbahnbetriebshof Adlershof nur ein geringes Konfliktpotenzial entsteht.

8 Schallschutz

Bei innerstädtischen Baumaßnahmen besteht neben der allgemeinen Pflicht zur Einhaltung des Standes der Technik eine weitergehende Veranlassung für technische Lärminderungsmaßnahmen, sofern bereits in der Planungsphase Richtwertüberschreitungen abzusehen sind. Die Planung und Organisation der Baumaßnahmen sollte daher weitestgehend die Belange des Lärmschutzes berücksichtigen:

1. Für die auf der Baustelle zum Einsatz kommenden Geräte sollte die Forderung nach lärmarmen Typen aufgenommen werden (Einsatz von Maschinen und Aggregaten mit dem Umweltzeichen "Blauer Engel"; Beachtung der Forderungen der Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung - 32. BImSchV). Als Baumaschinen (bspw. Bagger) sollten solche mit möglichst geringer Leistung ausgewählt werden.
2. Längere Leerlaufzeiten (Abstellen von Maschinen und LKW mit laufendem Motor) im Nahbereich der Wohnbebauung sollten vermieden werden.
3. Einsatz alternativer Bautechnologien zum Einbringen der Verbauträger.
4. Anlieger sind rechtzeitig über die Baumaßnahmen in Kenntnis zu setzen.
5. Beschwerden sollten ernst genommen werden; entsprechende Maßnahmen zur Lärminderung (Verringerung der Einsatzzeiten oder Austausch bestimmter Maschinen und Geräte, Einleitung von technischen Maßnahmen zur Lärminderung) sollten geprüft werden.
6. Es sollte unbedingt darauf geachtet werden, alle lärmintensiven Tätigkeiten wie geplant während der Tages-Stunden durchzuführen.
7. Im Rahmen dieser erstellten Schalltechnischen Untersuchung werden trotz prognostizierter Richtwertüberschreitungen der AVV Baulärm nur in begrenztem Umfang konkrete Maßnahmen zum Schutz vor Baulärm untersucht. Dies ist damit zu begründen, dass die genauen Arbeitsabläufe und -zeiten der in den einzelnen Bauzuständen zum Einsatz kommenden Baumaschinen sowie die Umsetzbarkeit geeigneter Maßnahmen zum Schutz vor Baulärm erst nach Ausschreibung der Bauleistungen und deren Vergabe bekannt sein werden. Erst ab diesem Zeitpunkt sind alle Randbedingungen bekannt, die im Einzelnen eine Prüfung der Umsetzbarkeit ggf. erforderlicher Schall- und Erschütterungsschutzmaßnahmen sowie deren Dimensionierung und Ermittlung ihrer Wirksamkeit gestatten. Prognosen bieten die

Möglichkeit, bereits vor Beginn einzelner Baumaßnahmen konkret zu prüfen, durch welche Schutzmaßnahmen eine Konfliktreduzierung erreicht werden kann.

9 Zusammenfassung

Mit Hilfe einer schalltechnischen Berechnung wird das Konfliktpotenzial bestimmt, das sich durch den Baulärm bei Realisierung des Vorhabens Straßenbahnbetriebshof Adlershof ergibt.

Hierzu werden Annahmen im Hinblick auf schalltechnisch relevante Bauzustände und eingesetzte Baumaschinen getroffen und die zugehörigen Beurteilungspegel errechnet, um die Auswirkungen auf die Nachbarschaft einzuschätzen.

Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass während des Baubetriebes mit erhöhten Lärmimmissionen in der Nachbarschaft zu rechnen ist. Die Richtwerte der AVV Baulärm werden im Bereich Adlergestell um bis zu 11 dB(A) überschritten.

Aufgrund der hohen Lärmvorbelastung im Untersuchungsgebiet geht mit den ermittelten Richtwertüberschreitungen jedoch nur ein begrenztes Konfliktpotenzial einher.

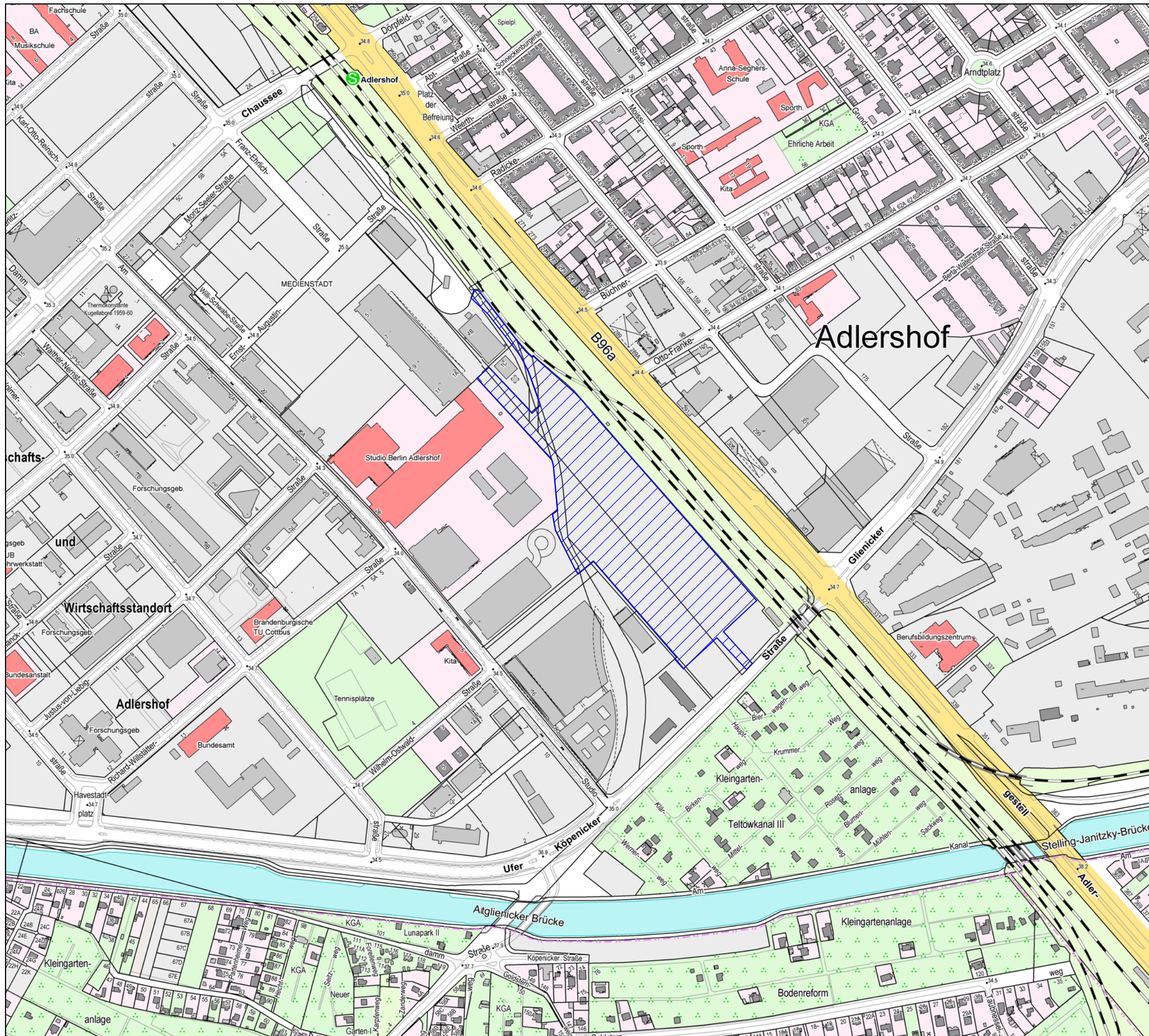
10 Literaturverzeichnis Regelwerke und Fachliteratur

- (1) **PBefG**
Personenbeförderungsgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 8. August 1990 (BGBl. I S. 1690), das zuletzt durch Artikel 5 des Gesetzes vom 21. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2886) geändert worden ist
- (2) **BImSchG**
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 (BGBl. I S. 1274), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 8. April 2019 (BGBl. I S. 432) geändert worden ist
- (3) **AVV-Baulärm**
Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm – Geräuschimmissionen AVV-Baulärm vom 19. August 1970 (Bundesanzeiger Nr. 160 vom 1. September 1970)
- (4) **TA Lärm**
Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm) vom 26. August 1998 (GMBI Nr. 26/1998 S. 503); geändert durch Verwaltungsvorschrift vom 01.06.2017 (BAnz AT 08.06.2017 B5)
- (5) **LImSchG Berlin**
Landes-Immissionsschutzgesetz Berlin (LImSchG Bln) vom 5. Dezember 2005
- (6) **AV LImSchG Berlin**
Ausführungsvorschriften zum Landes-Immissionsschutzgesetz Berlin vom 9. Dezember 2015, StadtUm IX C 22
- (7) **DIN ISO 9613-2**
Akustik - Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien. Teil 2: Allgemeine Berechnungsverfahren. Oktober 1999
- (8) **VDI 3765**
Kennzeichnende Geräuschemissionen typischer Arbeitsabläufe auf Baustellen. Entwurf Dezember 2001
- (9) **Krämer, E:**
Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemission von Baumaschinen. Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz, Heft 247, Hessisches Landesamt für Umwelt, 1998
- (10) **Krämer, E.; Leiker, H.; Wilms, U.**
Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemission von Baumaschinen. Umwelt und Geologie - Lärmschutz in Hessen, Heft 2, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 2004

Anhang

Anhang 1

Übersichtsplan



Straßenbahnbetriebshof Berlin-Adlershof


Schalltechnische Untersuchung Baulärm Anhang 1

ÜBERSICHTSPLAN

Auftragnehmer:
KSZ Ingenieurbüro GmbH
Bühningstraße 12, 13086 Berlin



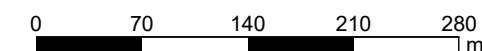
Auftraggeber:
Berliner Verkehrsbetriebe (BVG)

 geplanter Straßenbahnbetriebshof



Quelle: Geoportal Berlin / ALK Berlin

Maßstab 1:5.000



Erstellt: 30.01.2020

Projekt-Nr.: 19-070-10
Übersichtsplan-ks

Anhang 2

Untersuchte Bauzustände

Straßenbahnbetriebshof Berlin-Adlershof

Schalltechnische Untersuchung Baulärm Anhang 2

Bauzustand 01 Bauzustand 02

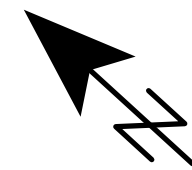
Auftragnehmer:
KSZ Ingenieurbüro GmbH
Bühningstraße 12, 13086 Berlin



Auftraggeber:
Berliner Verkehrsbetriebe (BVG)

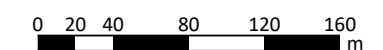
Zeichenerklärung

- Punktquelle
- Flächenquelle
- Linienquelle



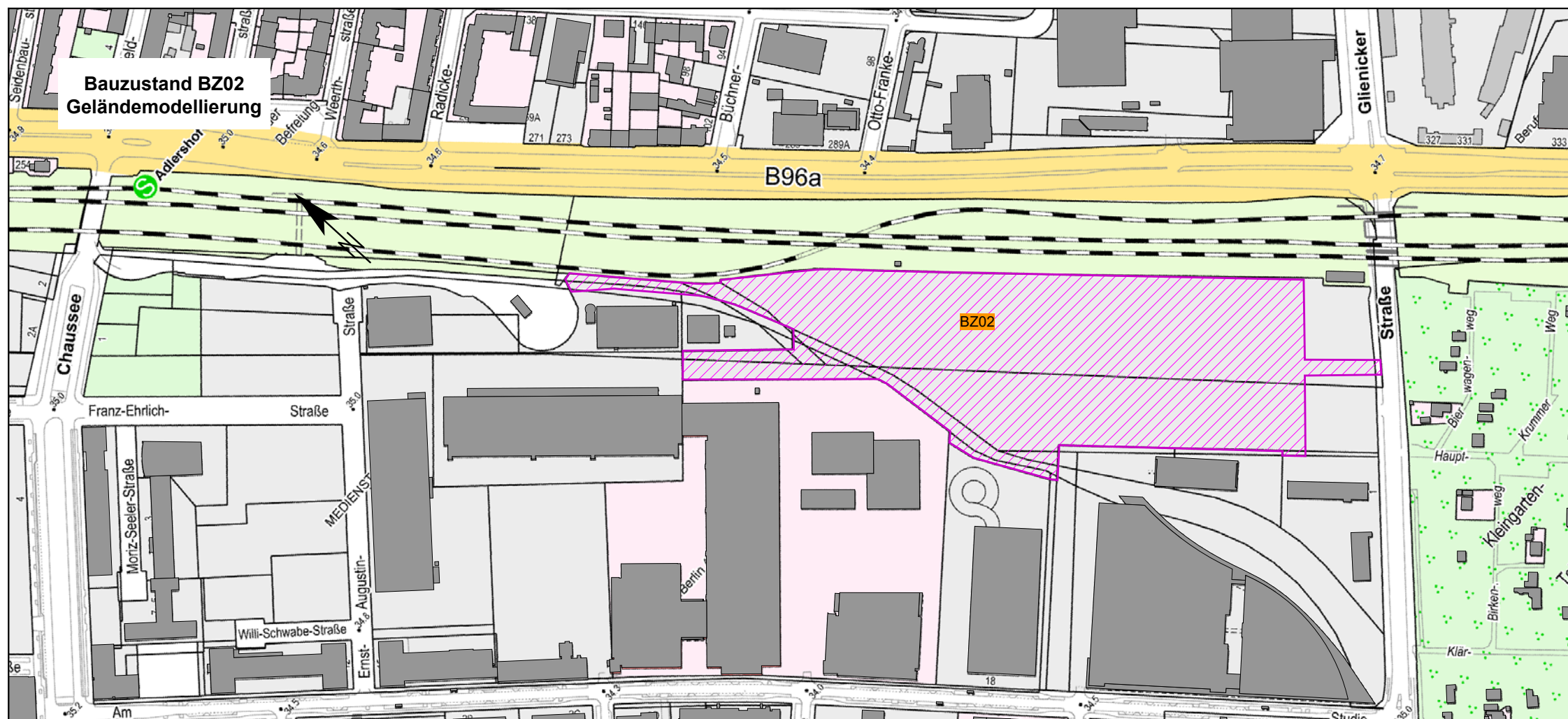
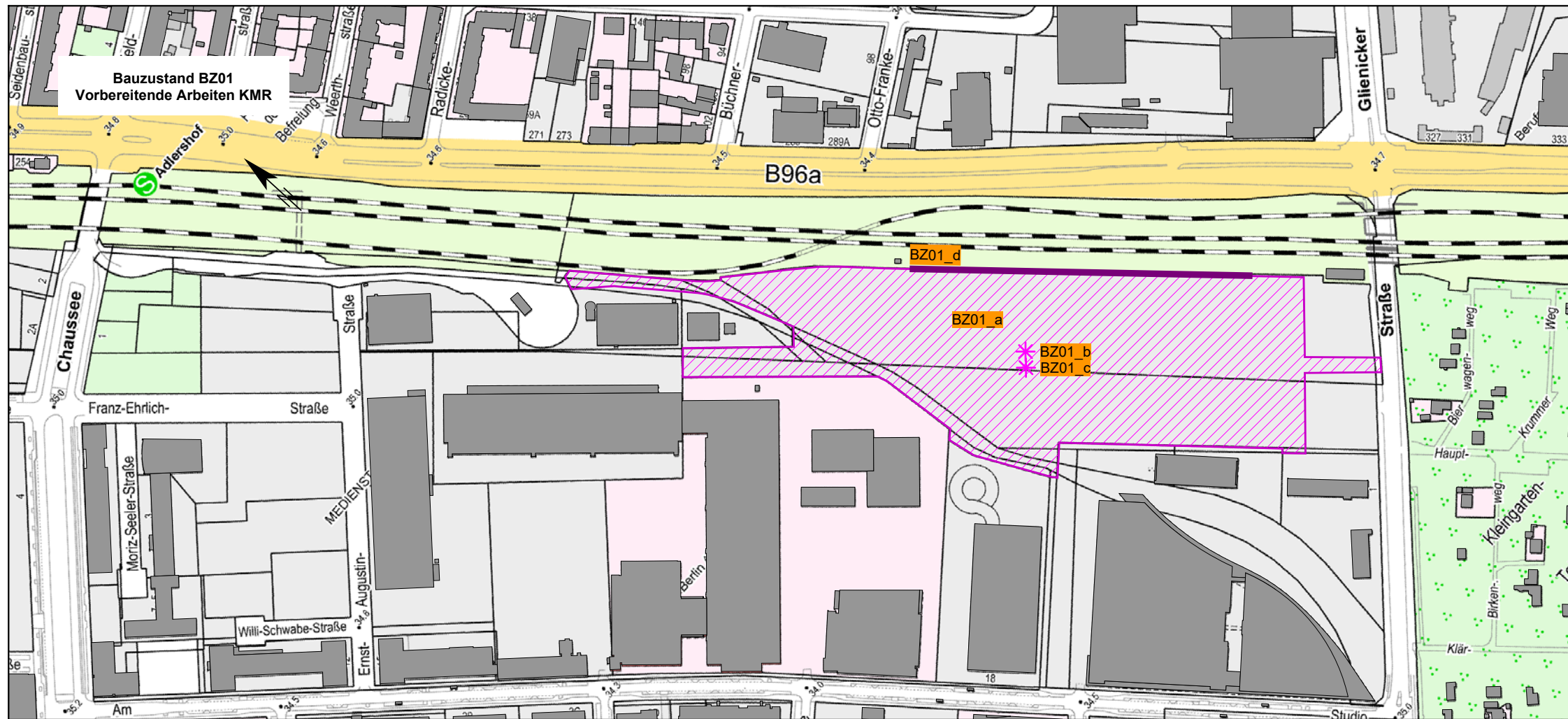
Quelle: Geoportal Berlin / ALK Berlin

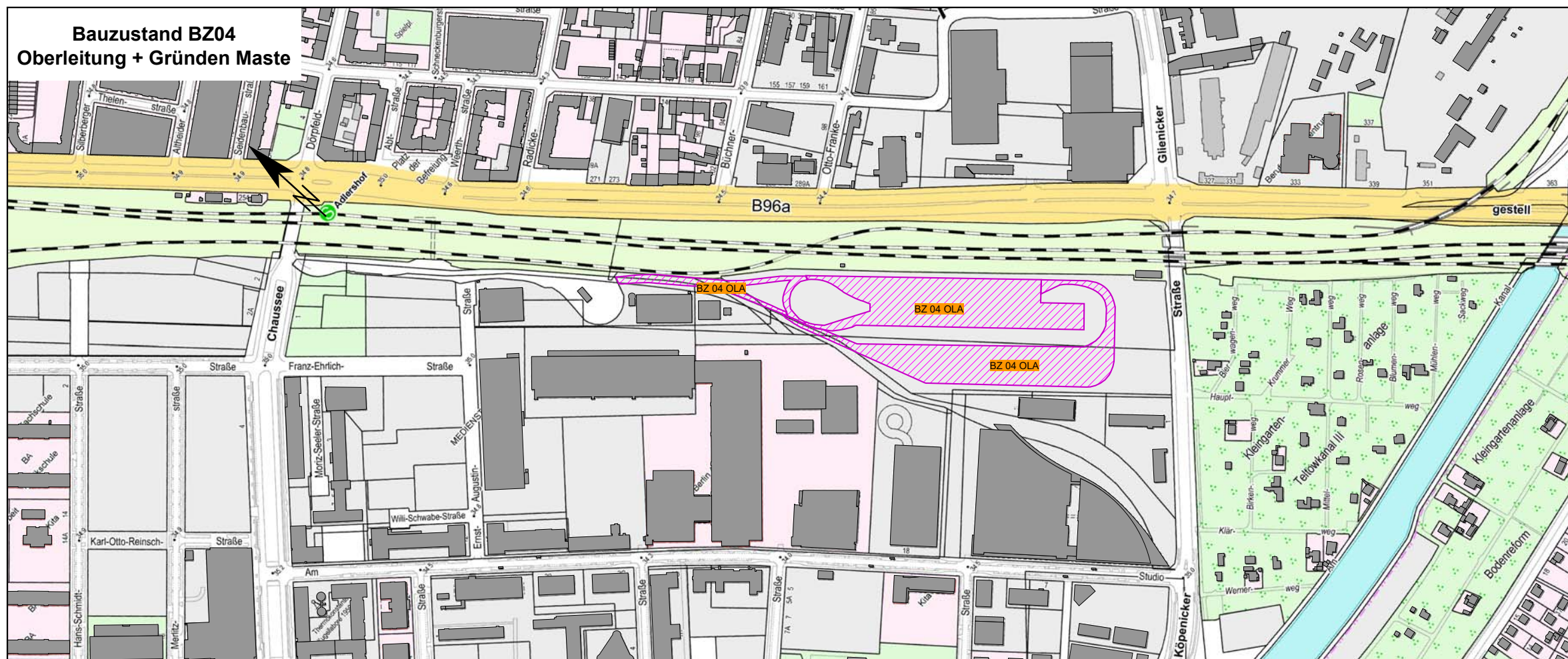
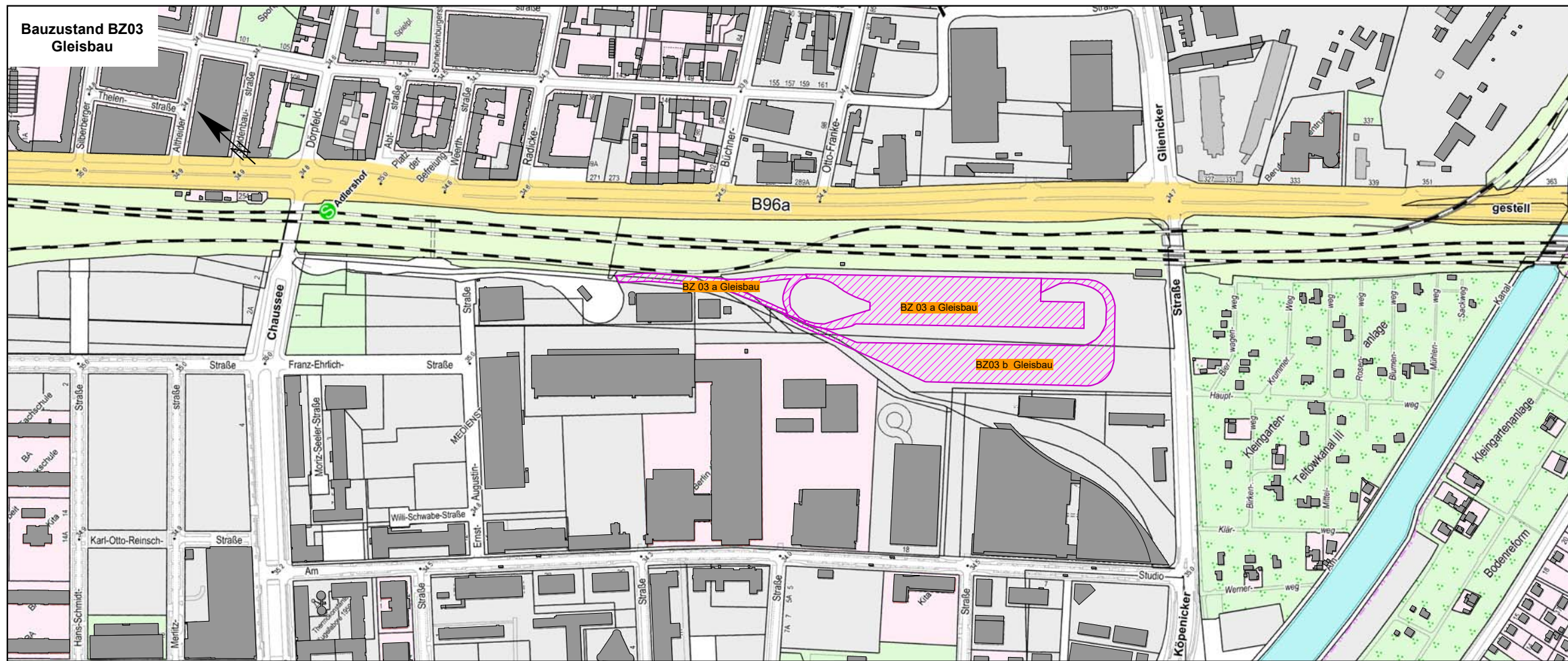
Maßstab



Erstellt: 06.04.2020

Projekt-Nr.: 19-070-10
Übersicht_BZ01+02-ks





BVG Adlershof

Übersichtspläne Bauzustände BZ03 und BZ04

Auftragnehmer:
KSZ Ingenieurbüro GmbH
Bühningstraße 12, 13086 Berlin



Auftraggeber:
Berliner Verkehrsbetriebe (BVG)
Trebener Straße 6
10963 Berlin

Zeichenerklärung

- Gebäude
- Punktquelle
- Flächenquelle
- Linienquelle

Anhang 3

Beurteilungspegel

Immissionsort	SW	Nutzung	HR	RW,T	LrT	LrT,diff
				dB(A)	dB(A)	dB
Adlergestell 275	EG	WA	SW	55	59	4
	1.OG			55	59	4
	2.OG			55	60	5
Adlergestell 277	EG	WA	SW	55	59	4
	1.OG			55	60	5
	2.OG			55	60	5
Adlergestell 279	EG	WA	SW	55	60	5
	1.OG			55	60	5
	2.OG			55	61	6
	3.OG			55	61	6
Adlergestell 281	EG	WA	SW	55	60	5
	1.OG			55	61	6
	2.OG			55	61	6
	3.OG			55	62	7
Adlergestell 283	EG	WA	SW	55	60	5
	1.OG			55	61	6
	2.OG			55	62	7
Köpenicker Straße 69	EG	MI	NO	60	61	1
Köpenicker Straße 69	EG	MI	NW	60	61	1
Köpenicker Straße 69	EG	MI	SW	60	51	---
Köpenicker Straße 89	EG	MI	NO	60	62	2
Köpenicker Straße 89	EG	MI	NO	60	59	---
Köpenicker Straße 89	EG	MI	NW	60	59	---
Köpenicker Straße 89	EG	MI	NW	60	63	3
Köpenicker Straße 89	EG	MI	SW	60	48	---
Köpenicker Straße 89	EG	MI	SW	60	58	---

Immissionsort	SW	Nutzung	HR	RW,T dB(A)	LrT dB(A)	LrT,diff dB
Adlergestell 275	EG	WA	SW	55	51	---
	1.OG			55	52	---
	2.OG			55	53	---
Adlergestell 277	EG	WA	SW	55	51	---
	1.OG			55	53	---
	2.OG			55	54	---
Adlergestell 279	EG	WA	SW	55	52	---
	1.OG			55	53	---
	2.OG			55	54	---
	3.OG			55	55	---
Adlergestell 281	EG	WA	SW	55	52	---
	1.OG			55	53	---
	2.OG			55	54	---
	3.OG			55	55	---
Adlergestell 283	EG	WA	SW	55	52	---
	1.OG			55	54	---
	2.OG			55	55	---
Köpenicker Straße 69	EG	MI	NO	60	54	---
Köpenicker Straße 69	EG	MI	NW	60	54	---
Köpenicker Straße 69	EG	MI	SW	60	44	---
Köpenicker Straße 89	EG	MI	NO	60	55	---
Köpenicker Straße 89	EG	MI	NO	60	51	---
Köpenicker Straße 89	EG	MI	NW	60	52	---
Köpenicker Straße 89	EG	MI	NW	60	57	---
Köpenicker Straße 89	EG	MI	SW	60	40	---
Köpenicker Straße 89	EG	MI	SW	60	53	---

Immissionsort	SW	Nutzung	HR	RW,T	LrT	LrT,diff	
				dB(A)	dB(A)	dB	
Adlergestell 275	EG	WA	SW	55	55	---	
	1.OG			55	57	2	
	2.OG			55	59	4	
Adlergestell 277	EG	WA	SW	55	55	---	
	1.OG			55	58	3	
	2.OG			55	60	5	
Adlergestell 279	EG	WA	SW	55	55	---	
	1.OG			55	58	3	
	2.OG			55	60	5	
	3.OG			55	61	6	
Adlergestell 281	EG	WA	SW	55	55	---	
	1.OG			55	58	3	
	2.OG			55	60	5	
	3.OG			55	61	6	
Adlergestell 283	EG	WA	SW	55	55	---	
	1.OG			55	57	2	
	2.OG			55	60	5	
Köpenicker Straße 69	EG	MI	NO	60	53	---	
Köpenicker Straße 69	EG	MI	NW	60	53	---	
Köpenicker Straße 69	EG	MI	SW	60	43	---	
Köpenicker Straße 89	EG	MI	NO	60	54	---	
Köpenicker Straße 89	EG	MI	NO	60	51	---	
Köpenicker Straße 89	EG	MI	NW	60	51	---	
Köpenicker Straße 89	EG	MI	NW	60	54	---	
Köpenicker Straße 89	EG	MI	SW	60	40	---	
Köpenicker Straße 89	EG	MI	SW	60	47	---	

Immissionsort	SW	Nutzung	HR	RW,T dB(A)	LrT dB(A)	LrT,diff dB
Adlergestell 275	EG	WA	SW	55	49	---
	1.OG			55	49	---
	2.OG			55	49	---
Adlergestell 277	EG	WA	SW	55	49	---
	1.OG			55	49	---
	2.OG			55	49	---
Adlergestell 279	EG	WA	SW	55	49	---
	1.OG			55	50	---
	2.OG			55	50	---
	3.OG			55	50	---
Adlergestell 281	EG	WA	SW	55	49	---
	1.OG			55	50	---
	2.OG			55	50	---
	3.OG			55	50	---
Adlergestell 283	EG	WA	SW	55	50	---
	1.OG			55	50	---
	2.OG			55	51	---
Köpenicker Straße 69	EG	MI	NO	60	54	---
Köpenicker Straße 69	EG	MI	NW	60	54	---
Köpenicker Straße 69	EG	MI	SW	60	45	---
Köpenicker Straße 89	EG	MI	NO	60	53	---
Köpenicker Straße 89	EG	MI	NO	60	51	---
Köpenicker Straße 89	EG	MI	NW	60	52	---
Köpenicker Straße 89	EG	MI	NW	60	57	---
Köpenicker Straße 89	EG	MI	SW	60	40	---
Köpenicker Straße 89	EG	MI	SW	60	54	---

Immissionsort	SW	Nutzung	HR	RW,T	LrT	LrT,diff	
				dB(A)	dB(A)	dB	
Adlergestell 275	EG	WA	SW	55	60	5	
	1.OG			55	62	7	
	2.OG			55	64	9	
Adlergestell 277	EG	WA	SW	55	60	5	
	1.OG			55	63	8	
	2.OG			55	64	9	
Adlergestell 279	EG	WA	SW	55	61	6	
	1.OG			55	63	8	
	2.OG			55	65	10	
	3.OG			55	66	11	
Adlergestell 281	EG	WA	SW	55	61	6	
	1.OG			55	63	8	
	2.OG			55	65	10	
	3.OG			55	66	11	
Adlergestell 283	EG	WA	SW	55	61	6	
	1.OG			55	63	8	
	2.OG			55	65	10	
Köpenicker Straße 69	EG	MI	NO	60	61	1	
Köpenicker Straße 69	EG	MI	NW	60	61	1	
Köpenicker Straße 69	EG	MI	SW	60	51	---	
Köpenicker Straße 89	EG	MI	NO	60	61	1	
Köpenicker Straße 89	EG	MI	NO	60	58	---	
Köpenicker Straße 89	EG	MI	NW	60	59	---	
Köpenicker Straße 89	EG	MI	NW	60	63	3	
Köpenicker Straße 89	EG	MI	SW	60	47	---	
Köpenicker Straße 89	EG	MI	SW	60	60	---	