

Umgebungslärmkartierung Ballungsraum Berlin 2022 gemäß EG-ULR

Auftraggeber: Land Berlin
Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität,
Verbraucher- und Klimaschutz
Abteilung I Umweltpolitik, Kreislaufwirtschaft und
Immissionsschutz
Brückenstraße 6
10179 Berlin

Berichtsnummer: Y0187.007.01.001

Dieser Bericht umfasst 18 Seiten Text und 1 Seiten Anhang



Akkreditierung nach
DIN EN ISO/IEC 17025
für die Prüfarten Geräusche,
Erschütterungen und
Bauakustik

Höchberg/Berlin, 15.02.2023



Dipl.-Phys. M. Dold
Bearbeitung



Dipl.-Geophys. S. Ibbeken
Prüfung und Freigabe
fachliche Verantwortung

Bekanntgegebene
Messstelle nach
§ 29b BImSchG
für Geräusche und
Erschütterungen

VMPA-anerkannte
Schallschutzprüfstelle
nach DIN 4109,
VMPA-SPG-210-04-BY

Änderungsindex

Version	Datum	Geänderte Kapitel	Hinzugefügte Seiten/Kapitel	Erläuterungen
001	15.02.2023	-	-	Erstellung

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung.....	3
2	Unterlagen.....	4
3	Kartierungsumfang	5
3.1	Beschreibung der Hauptlärmquellen.....	5
3.2	Untersuchungsgebiet.....	5
3.3	Zuständige Behörde	5
4	Eingangsdaten	6
4.1	Geländemodell.....	6
4.2	Lärmschutzeinrichtungen	6
4.3	Gebäude und Einwohnerzahlen	6
4.4	Wohnungen	7
4.5	Sonderbauwerke	7
4.5.1	Tunnel.....	7
4.5.2	Bahnhöfe.....	7
4.6	Brücken	7
4.7	Lage und Verkehr der Straßen.....	7
4.8	Lage und Verkehr der Straßenbahnen und oberirdischen U-Bahnen.....	10
4.8.1	Straßenbahn.....	10
4.8.2	U-Bahn.....	10
4.9	Lage und Betrieb der Industrie- und Gewerbeanlagen (IED-Anlagen).....	10
4.10	Flugverkehr	11
5	Berechnungsmodell	11
5.1	Verwendete Software.....	11
5.2	Hindernisse.....	11
5.3	Festlegung der Immissionspunkte.....	11
5.4	Prüfung auf Plausibilität.....	11
5.5	Berechnungsverfahren.....	12
5.6	Berechnungsparameter	12
6	Berechnungsergebnisse.....	13
6.1	Lärmkarten	13
6.2	Lärmbelastung nach BEB.....	13
6.2.1	Allgemeine Größen der Lärmbelastung.....	13
6.2.2	Straßenverkehr Ballungsraum (Hauptverkehr und sonstige Straßen).....	13
6.2.3	Straßenverkehr Hauptverkehr	14

6.2.4	Straßenbahnverkehr	15
6.2.5	IED-Anlagen	16
6.2.6	Flugverkehr gemäß /11/	16
6.3	Lärmbelastung in Anlehnung an VBEB (informativ)	17
6.3.1	Vorbemerkung	17
6.3.2	Straßenverkehr Ballungsraum (Hauptverkehr und sonstige Straßen)	17
6.3.3	Straßenbahnverkehr	17
6.4	Prüfung der Ergebnisse auf Plausibilität	18
7	Anlagen / Übersicht Lärmkarten	18
Anhang A		
	Unterschiede BUB vs. VBUS	A-1

1 Aufgabenstellung

Gemäß § 47 c BImSchG /1/ und §§ 4 und 5 der novellierten 34. BImSchV /3/ i. V. m. der Richtlinie 2002/49/EG /2/ muss das Land Berlin (AG) alle 5 Jahre eine strategische Umgebungslärmkartierung durchführen.

Die Lärmberechnung erfolgt nach der EU-weit harmonisierten Berechnungsmethode CNOSSOS-EU (Common Noise Assessment Methods) und der in diesem Zusammenhang gültigen Berechnungsvorschriften BUB /4/ (Berechnungsmethode für den Umgebungslärm von bodennahen Quellen), BUB-D /5/ (Datenbank für die Berechnungsmethode für den Umgebungslärm von bodennahen Quellen) und BEB /6/ (Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm).

Für die Bewertung der Belastung durch den Umgebungslärm sind die Lärmindizes

- L_{DEN} (über den gesamten Tag gemittelter Beurteilungspegel, Tag-Abend-Nacht-Pegel) und
- L_{Night} (über den Nachtzeitraum gemittelter Beurteilungspegel, 22 Uhr abends bis 6 Uhr morgens) zu Grunde zu legen.

Ziel der Beauftragung ist die Erarbeitung von strategischen Lärmkarten und den zugehörigen statistischen Auswertungen (belastete Menschen, Wohnungen, Schulen und Krankenhäuser in bestimmten Immissionspegelklassen) für den Kfz-Verkehr, Straßenbahnverkehr mit oberirdischer U-Bahn sowie den Industrie- und Gewerbelärm für die Stadt Berlin.

Die Ergebnisse werden im Hinblick auf folgende Punkte für die weitere Nutzung durch den Auftraggeber aufbereitet:

- Grundlage für die Berichterstellung an die EU einschließlich Information der Öffentlichkeit
- Grundlage für die Aufstellung von Aktionsplänen für Lärminderungsmaßnahmen
- Grundlage für die Verwaltung der Ausgangsdaten (Pflege des Datenmodells)
- Grundlage für Neuberechnungen und Auswertungen von räumlich begrenzten Flächen

2 Unterlagen

Nr.	Dokument/Quelle
/1/	Bundes-Immissionsschutzgesetz (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 3 des Gesetzes vom 29. Mai 2017 (BGBl. I S. 1298) geändert worden ist
/2/	RICHTLINIE (EU) 2015/996 DER KOMMISSION vom 19. Mai 2015 zur Festlegung gemeinsamer Lärmbewertungsmethoden gemäß der Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates i. V. m. Anhang der Delegierten Richtlinie der Kommission zur Änderung des Anhangs II der Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich gemeinsamer Methoden zur Lärmbewertung zwecks Anpassung an den wissenschaftlichen und technischen Fortschritt, C(2020) 9101 final, 21.12.2020
/3/	Vierunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Lärmkartierung) vom 6. März 2006 (BGBl. I S. 516), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 28. Mai 2021 (BGBl. I S. 1251) geändert worden ist
/4/	Bundesanzeiger, BAnz AT 05.10.2021 B4, Berechnungsmethoden für den Umgebungslärm von bodennahen Quellen (Straßen, Schienenwege, Industrie und Gewerbe) (BUB)
/5/	Bundesanzeiger, BAnz AT 05.10.2021 B4, Datenbank für die Berechnungsmethoden für den Umgebungslärm von bodennahen Quellen (Straßen, Schienenwege, Industrie und Gewerbe) (BUB-D)
/6/	Bundesanzeiger, BAnz AT 05.10.2021 B4, Berechnungsmethoden zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm (BEB)
/7/	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI), Hinweise zur Lärmkartierung - Dritte Aktualisierung -, Fassung vom 27.01.2022, Beschlussfassung durch die 143. Sitzung am 29. und 30 März 2022.
/8/	Amtsblatt der Europäischen Union L 334 vom 17. Dezember 2010, Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 24. November 2010 über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung)
/9/	Sächsisches Landesamt für Umwelt Landwirtschaft und Geologie, Erarbeitung von Methoden und Strategien zur Optimierung der Lärmkartierung nach EU-Umgebungslärmrichtlinie, Februar 2022 (Erstellt durch Wölfel Engineering GmbH + Co. KG und SoundPLAN GmbH)
/10/	Umweltbundesamt, Vergleichsrechnungen für die EU-Umgebungslärmrichtlinie, Texte 84/2021, Mai 2021
/11/	Wölfel Engineering GmbH + Co. KG, Umgebungslärmkartierung des Flughafens Berlin Brandenburg (EDDB), 30.06.2022 im Auftrag des Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz, Brandenburg
/12/	Wölfel Engineering GmbH + Co. KG „IMMI“ Release 20221111, Programm zur Schallimmissionsprognose, geprüft auf Konformität gemäß den QSI-Formblättern zu VDI 2714:1988-01, VDI 2720 Blatt1:1997-03, DIN ISO 9613-2:1999-10, Schall 03:1990/2015, RLS 90:1990 und gemäß TEST-20 der BAST für RLS-19:2019

3 Kartierungsumfang

3.1 Beschreibung der Hauptlärmquellen

Als Lärmquellen werden der Straßenverkehr, der Straßenbahnverkehr einschl. oberirdischer U-Bahn und Industrieanlagen berücksichtigt. Für die Lärmkartierung des Flughafens Berlin Brandenburg (BER) ist das Land Brandenburg zuständig und die Ergebnisse dieser Kartierung /11/ im Ballungsraum Berlin werden hier übernommen und dokumentiert.

Tabelle 3.1: Lärmquellen der Kartierung

Lärmquelle	Netz	Streckenlänge
Straßenverkehr	Bundsautobahn/Bundesstraße	349,3 km
	Stadtstraße	1.420,8 km
Verkehr von Straßenbahn und U-Bahn	Straßenbahn	205,9 km
	U-Bahn (oberirdisch)	28,6 km
Industrie-/Gewerbelärm (IED-Anlagen)	18 Kraftwerksstandorte	
Flugverkehr	Flughafen Berlin Brandenburg (BER)	

Maßgebliche weitere Hauptlärmquellen (Straße) im grenznahen Brandenburger Raum, die vorgegebene, resultierende Immissionspegel überschreiten, werden mit einbezogen.

3.2 Untersuchungsgebiet

Die Grenzen des Untersuchungsgebietes sind die Grenzen des Stadtgebietes Berlin mit einer Fläche von 892 km². Innerhalb des Stadtgebietes beschränkt sich das Untersuchungsgebiet auf Flächen der jeweiligen Lärmbelastung des $L_{DEN} \geq 50$ dB(A) und des $L_{Night} \geq 45$ dB(A), die jeweils um 5 dB unter den zu kartierenden Pegeln liegen. Die Lärmbelastung wird für 3.677.232 Einwohner untersucht.

3.3 Zuständige Behörde

Zuständige Behörde für die Umgebungslärmkartierung ist die

Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz
Abteilung I Umweltpolitik, Kreislaufwirtschaft und Immissionsschutz
Brückenstraße 6
10179 Berlin

4 Eingangsdaten

4.1 Geländemodell

Das Gelände-Höhenmodell (Stand 01/2022) wurde vom Auftraggeber in Form eines DGM1 mit 1 m Punktabstand zur Verfügung gestellt. Das Geländemodell wird unverändert ohne Vereinfachungen verwendet.

4.2 Lärmschutzeinrichtungen

Die Lage und Höhe von bestehenden Lärmschutzeinrichtungen an Straßen und Bahnstrecken wurde aus der Lärmkartierung der 3. Stufe (2017) übernommen. Neue Lärmschutzeinrichtungen wurden auf Grundlage zur Verfügung gestellter Planunterlagen in das Berechnungsmodell integriert. Das Absorptionsverhalten wurde an die Standard-Absorptionsspektren nach Tabelle 9 der LAI-Hinweise zur Lärmkartierung /7/ angepasst.

4.3 Gebäude und Einwohnerzahlen

Der Gebäudedatensatz mit Einwohnerzahlen wurde aus drei Quellen zusammengesetzt bzw. erzeugt:

1. 533.717 Gebäude mit Einwohnerzahlen aus dem Gebäudemodell EBA_GEB_BE.gdb des Eisenbahn-Bundesamtes (Stand 02/2022).
2. 6.151 Gebäude aus den ALKIS Gebäude-Daten der Stadt Berlin (https://fbinter.stadt-berlin.de/fb/wms/senstadt/wmsk_alkis, Stand 02/2022), mit einer Grundfläche von mindestens 45 m² und mindestens einem Geschoss, die im Datensatz EBA_GEB_BE.gdb nicht enthalten waren. Aus der Anzahl der Geschosse wurde die Gebäudehöhe über den Zusammenhang Gebäudehöhe = 3,2 m + Anzahl Geschosse x 2,8 m gebildet. Aus dem EBA-Gebäudedatensatz wurde abgeleitet, dass jeder Wohnung im Mittel ein Volumen von 414,4 m³ zuzuordnen ist. Unter der weiteren Zuordnung von 2,1 Einwohnern je Wohnung (s. Kapitel 4.4) wurde für jedes Wohngebäude (Einstufung gemäß ALKIS-Objektschlüssel) aus dem Gebäudevolumen die Einwohnerzahl ermittelt (Einwohner = 2,1 x Volumen/414,1 m³). Misch-Wohngebäude mit Gewerbe wurden dabei nur mit halbem Volumen angesetzt.
3. 40 Gebäude wurden aus Luftbildabgleich und teilweise durch Hinweis des Auftraggebers manuell nachdigitalisiert. Dabei wurden Gebäudehöhe und Nutzungsart aus dem Luftbild abgeschätzt und die Einwohner gemäß Punkt 2 zugeordnet.

Die Gebäudenutzung wird differenziert in Wohnen, Schulgebäude (alle Einzelgebäude einer Schule), Krankenhäuser (alle Einzelgebäude einer Krankenhauseinrichtung), Kindergärten* und Sonstige Gebäude.

Tabelle 4.1: Nutzungsart der Gebäude

Nutzung	Anzahl Gebäude
Wohnen	305.574
Schule	3.071
Krankenhaus	929
Kindergarten*	1.383
Sonstige	230.334

*Kindergärten werden nur informativ mitgeführt, in der Belastetenstatistik sind diese definitionsgemäß nicht enthalten

Die Fassaden sämtlicher Gebäude werden als reflektierend mit einer Oberfläche „glatt/schallhart“ nach Tabelle 9 der LAI-Hinweise /7/ in den Berechnungen berücksichtigt.

4.4 Wohnungen

Die Anzahl betroffener Wohnungen wird aus der bekannten Anzahl betroffener Einwohner abgeleitet. Dabei wird das pauschale Verhältnis 2,1 Einwohner pro Wohnung herangezogen, das auch in den LAI-Hinweisen /7/ vorgeschlagen wird.

4.5 Sonderbauwerke

4.5.1 Tunnel

Tunnelbauwerke werden im Berechnungsmodell durch Unterbrechungen der Streckenverläufe abgebildet. Tunnelöffnungen werden nicht als gesonderte Schallquelle modelliert.

4.5.2 Bahnhöfe

Emissionspegel von Zugfahrten in Bahnhöfen werden wie für die freie Strecke und ohne Reduzierung der Fahrgeschwindigkeit berechnet. Abschirmungen durch Bahnsteigkanten und Bahnhofsgebäude werden bei der Berechnung des Schienenlärms nicht berücksichtigt. Für andere Lärmarten werden die Bahnhofsgebäude als Hindernis berücksichtigt.

4.6 Brücken

Das Berechnungsmodell enthält 894 Brückenabschnitte, in denen die Hochlage eines Straßen- oder Schienenweges oder die Abschirmung durch eine Brücke einen maßgeblichen akustischen Einfluss auf die nahe gelegene Bebauung hat. Hier ist jeweils eine reflektierende Brückenplatte in der Breite des Straßen- oder Schienenweges modelliert.

Hinweis: Brückenbauwerke zählen nicht zur Geländeoberfläche, sie stehen auf dem Gelände. Lärmkarten werden in einer Höhe von 4 m über dem Gelände berechnet und können daher unterhalb einer „lauten“ Straßenbrücke liegen, von dieser abgeschirmt werden und lokal entsprechend geringe Immissionspegel ausweisen.

4.7 Lage und Verkehr der Straßen

Die vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Daten wurden zusammengeführt, nach ArcGIS eingelesen und auf ihre Plausibilität geprüft.

- Die Plausibilitätsprüfung der Netzgeometrie wurde insbesondere in Bereichen mit größeren baulichen Veränderungen sowie der im Zählnetz neu aufgenommenen Netzabschnitte geprüft und wo erforderlich angepasst. Dabei waren insbesondere auch Tunnelstrecken aus dem zu berechnenden Netz zu entfernen.
- Bei der Plausibilitätsprüfung festgestellte Auffälligkeiten wurden mit dem Auftraggeber abgestimmt und im Modell angepasst.

Verkehrsmengen:

Die Zuordnung der Verkehrsmengen aus den Eingangsdaten erfolgte in Abstimmung mit dem Auftraggeber nach den folgenden Formeln:

$$Klasse\ 1_d = \frac{[KFZ_D_R] + [KFZ_D_L]}{12}$$

$$Klasse\ 1_e = \frac{[KFZ_E_R] + [KFZ_D_L]}{4}$$

$$Klasse\ 1_n = \frac{[KFZ_N_R] + [KFZ_N_L]}{8}$$

$$Klasse\ 2_d = \frac{[MLKW_D_R] + [MLKW_D_L] + [MLBUS_D_R] + [MLBUS_D_L]}{12}$$

$$Klasse\ 2_e = \frac{[MLKW_E_R] + [MLKW_E_L] + [MLBUS_E_R] + [MLBUS_E_L]}{4}$$

$$Klasse\ 2_n = \frac{[MLKW_N_R] + [MLKW_N_L] + [MLBUS_N_R] + [MLBUS_N_L]}{8}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Klasse } 3_d &= \frac{[\text{SLKW_D_R}] + [\text{SLKW_D_L}] + [\text{SLBUS_D_R}] + [\text{SLBUS_D_L}] + [\text{RBUS_D_R}] + [\text{RBUS_D_L}]}{12} \\
 \text{Klasse } 3_e &= \frac{[\text{SLKW_E_R}] + [\text{SLKW_E_L}] + [\text{SLBUS_E_R}] + [\text{SLBUS_E_L}] + [\text{RBUS_E_R}] + [\text{RBUS_E_L}]}{4} \\
 \text{Klasse } 3_n &= \frac{[\text{SLKW_N_R}] + [\text{SLKW_N_L}] + [\text{SLBUS_N_R}] + [\text{SLBUS_N_L}] + [\text{RBUS_N_R}] + [\text{RBUS_N_L}]}{8}
 \end{aligned}$$

Autobahnen	Alle übrigen Straßen
$\text{Klasse } 4a_d = 0$ $\text{Klasse } 4a_e = 0$ $\text{Klasse } 4a_n = 0$	$\text{Klasse } 4a_d = \frac{[\text{KRAD_D_R}] + [\text{KRAD_D_L}]}{12} * 30\%$ $\text{Klasse } 4a_e = \frac{[\text{KRAD_E_R}] + [\text{KRAD_E_L}]}{4} * 30\%$ $\text{Klasse } 4a_n = \frac{[\text{KRAD}_{N_R}] + [\text{KRAD}_{N_L}]}{8} * 30\%$
$\text{Klasse } 4b_d = \frac{[\text{KRAD_D_R}] + [\text{KRAD_D_L}]}{12}$ $\text{Klasse } 4b_e = \frac{[\text{KRAD_E_R}] + [\text{KRAD_E_L}]}{4}$ $\text{Klasse } 4b_n = \frac{[\text{KRAD_N_R}] + [\text{KRAD_N_L}]}{8}$	$\text{Klasse } 4b_d = \frac{[\text{KRAD_D_R}] + [\text{KRAD_D_L}]}{12} * 70\%$ $\text{Klasse } 4b_e = \frac{[\text{KRAD_E_R}] + [\text{KRAD_E_L}]}{4} * 70\%$ $\text{Klasse } 4b_n = \frac{[\text{KRAD_N_R}] + [\text{KRAD_N_L}]}{8} * 70\%$

Regelquerschnitte:

Strecken mit Verkehr nur in eine Richtung werden als eine Fahrachse angenommen.

Strecken mit Verkehr in beiden Richtungen werden mit zwei Fahrachsen in einem Abstand verteilt, der auf einer mittleren Fahrbahnbreite von 2,8 m, der Anzahl Fahrachsen je Richtung und der Breite des Mittelstreifens beruht. Der Abstand für beide Seiten wird dabei (Links/Rechts in Digitalisierungsrichtung) nach den folgenden Formeln getrennt ermittelt:

$$\begin{aligned}
 \text{RechtsDSQ} &= \frac{[\text{AB_MI}]}{2} + 2,8 * ([\text{FS_R}] + 0,5) \\
 \text{LinksDSQ} &= \frac{[\text{AB_MI}]}{2} + 2,8 * ([\text{FS_L}] + 0,5)
 \end{aligned}$$

Höchstgeschwindigkeit:

Höchstgeschwindigkeiten wurden aus VMAX_210928_polyline übernommen. Einschränkungen, die wochentags tagsüber z. B. 7:00 bis 16:00 Uhr gelten, wurden jeweils für den ganzen Tagzeitraum (6:00 bis 18:00 Uhr) übernommen.

Die BUB-D definiert nur Parameter für Straßenoberflächen für den Geschwindigkeitsbereich 30 bis 130 km/h. Kleinere Geschwindigkeiten als 30 km/h wurden daher auf 30 km/h angehoben.

Laut BUB sind die zulässigen Höchstgeschwindigkeiten auf den Straßen zu berücksichtigen, sofern keine Daten zu den realen Geschwindigkeiten vorliegen. Gemäß § 3 der StVO gilt außerhalb geschlossener Ortschaften für Kraftfahrzeuge von 3,5 bis 7,5t eine Höchstgeschwindigkeit von 80 km/h, über 7,5 t dann 60 km/h. Nach § 18 Abs. 5 StVO gilt auf Autobahnen und Kraftfahrtstraßen für alle Fahrzeuge über 3,5 t eine Höchstgeschwindigkeit von 80 km/h.

Auf allen Straßen mit Höchstgeschwindigkeiten von 80 km/h und mehr für Personenkraftwagen wurden alle Lastkraftwagen mit 80 km/h berechnet. Bei einer Höchstgeschwindigkeit von 70 km/h für Pkw wurde innerhalb des Stadtgebietes für schwere Lastkraftwagen (Klasse 3) eine Höchstgeschwindigkeit von 60 km/h angenommen. Leichte Lastkraftwagen (Klasse 2) dagegen wurden mit 70 km/h berechnet. Außerhalb des Stadtgebietes wurde die Höchstgeschwindigkeit von 70 km/h für schwere Lastkraftwagen (Klasse 3) mit 70 km/h aus den Eingangsdaten übernommen. Bei Höchstgeschwindigkeiten für Personenkraftwagen von 60 km/h und weniger sind die Höchstgeschwindigkeiten für alle Lastkraftwagen denen der Personenkraftwagen gleichgesetzt.

Bei Inkonsistenzen der Höchstgeschwindigkeiten (z. B. Wechsel der zul. Höchstgeschwindigkeit auf A100 genau an den Stadtgrenzen) wurden die zu verwendenden Höchstgeschwindigkeiten abgestimmt.

Straßenoberflächen:

Die Straßenoberflächen wurden gemäß nachfolgender Zuordnung der BUB-D - Anhang 4, Tabelle A-3 zugeordnet:

Nr.	Bezeichnung	Bezeichnung gemäß BUB-D gewählte Oberfläche
01	Beton	Asphaltbetone kl./gl. AC11 mit Vmin./max. 30-60 km/h (Stadtstraßen) und 70-90 km/h (evtl. BAB)
02	Asphalt	Splitmastixasphalt SMA 5/8 mit Vmin./max. 30-60 km/h (Stadtstraßen) und SMA 8/11 70-90 km/h (BAB)
03	Mosaikpflaster (ca. 50/50mm)	Pflaster mit ebener Oberfläche
04	Kleinsteinpflaster (ca. 90/90 mm)	Pflaster mit ebener Oberfläche
05	Großsteinpflaster (ca. 160/160-220mm bzw. 120/120-180mm)	Sonstiges Pflaster
06	Betonpflaster	Sonstiges Pflaster
11	Asphaltüberzug auf Pflaster	Splitmastixasphalt SMA 5/8 mit 30-60 km/h (Stadtstraßen)
20	lärmmindernder Asphalt (-2dB)	Lärmtechnisch optimierter Asphalt aus AC D LOA nach E LA D – 30-60 km/h (Stadtstraßen)

Unklare Oberflächen, insbesondere bei Pflastern in nur eine Fahrtrichtung, wurden dargestellt und mit dem Auftraggeber einzeln abgestimmt.

Lichtsignalanlagen und Kreisverkehre:

Lichtsignalanlagen wurden aus den gelieferten Daten übernommen und in ihrer Lage und Betriebszeit geprüft. Lichtsignalanlagen, die außer Betrieb sind, wurden entfernt. Dabei wurden die Kategorien wie folgt umgesetzt:

Kategorie	Anzahl	Tag	Abend	Nacht
01	311	an	an	an
02	345	an	an	aus
2a	14	an	an	aus
03	7	an	an	an
3a	1	an	an	aus
04	26	an	an	aus
05	39	an	an	aus
06	29	an	an	an
10	3	aus	aus	aus
14	21	aus	aus	aus
15	2	aus	aus	aus
D	1445	an	an	an
provisorisch		aus	aus	aus

Kreisverkehre wurden identifiziert und eingetragen. In zwei größeren Kreisverkehren wurden Lichtsignalanlagen ergänzt, die dort ebenfalls vorhanden sind.

4.8 Lage und Verkehr der Straßenbahnen und oberirdischen U-Bahnen

4.8.1 Straßenbahn

Das Straßenbahnnetz wurde auf Basis des Netzes der Kartierung der 3. Stufe (2017) in folgenden Punkten aktualisiert und erweitert:

- Verkehr: Zählzettel sämtlicher Straßenbahnfahrten der BVG im Linienverkehr und zu den Betriebshöfen und Fahrplan der Schöneicher-Rüdersdorfer Straßenbahn GmbH an den Tagen 17./18./19. Dezember 2021. Mittelung des Verkehrs über das Jahr 2021.
- Lage: Linienergänzungen auf Basis von BVG-Geodaten und leichte Lagekorrekturen nach Luftbild.
- Fahrbahnart: Anpassungen auf Basis von BVG-Geodaten.
- Kurvengeräusche: Anpassung der Berechnungsparameter an Kurvenradien und Schienenkopfkonditionierungsanlagen.
- Geschwindigkeiten: Lagebezogene Korrektur der Höchstgeschwindigkeiten durch den Auftraggeber auf Basis von BVG-Informationen.

4.8.2 U-Bahn

Das U-Bahn-Netz wurde auf Basis des Netzes der Kartierung der 3. Stufe (2017) in folgenden Punkten aktualisiert und erweitert:

- Verkehr: Taktabelle Stammfahrplan der BVG (gültig ab 12.12.2021) des Liniennetzes und Tabellarische Aufstellung der Fahrten zu den Betriebshöfen.
- Kurvengeräusche: Anpassung der Berechnungsparameter an Kurvenradien und Schmieranlagen.

4.9 Lage und Betrieb der Industrie- und Gewerbeanlagen (IED-Anlagen)

Grundlage für die Lärmkartierung der Industrie- und Gewerbestandorte mit Einfluss auf den Umgebungslärm bildet die Lärmkartierung der 3. Stufe (2017).

Nr.	IED-Anlage
1	HKW Lichtenberg, Rhinstr. 70
2	HKW Mitte, Köpenicker Str. 59 – 73
3	Fernheizwerk Scharnhorststraße, Habersaathstr.
4	HKW Reuter West, Großer Spreering 5
5	HKW Reuter, Otternbuchstr. 11
6	HKW Lichterfelde, Ostpreußendamm 61
7	HKW Charlottenburg, Am Spreebord 5
8	HKW Klingenberg, Köpenicker Chaussee 42-45
9	HKW Wilmersdorf, Forckenbeckstr. 3 - 6
10	HKW Moabit, Friedrich-Krause-Ufer 10 - 13
11	BHKW Köpenick, Wendenschloßstr. 176 - 182
12	HKW Buch, Schwanebecker Chaussee 17
13	Fernheizwerk Neukölln, Weigandufer 49
14	Fernheizwerk Märkisches Viertel, Wallenroder Str. 2
15	Spitzenheizwerk Lange Enden, Lange Enden 15 - 25
16	Schering AG - Feuerungsanlage, Müllerstr. 178
17	BTB mbH Berlin, Albert-Einstein-Str. 22
18	HHKW Neukölln, Köpenicker Str. 26

Die Standorte wurden identisch in die Kartierung 2022 übernommen. Nur am HKW Lichterfelde erfolgte eine Anpassung der Flächen.

4.10 Flugverkehr

Die Eingangsdaten des Flugverkehrs werden in der Dokumentation der Umgebungslärmkartierung des Flughafens Berlin Brandenburg (EDDB) /11/ beschrieben.

5 Berechnungsmodell

5.1 Verwendete Software

Die Eingangsdaten werden in einem akustischen 3D-Berechnungsmodell der Software IMMI 30 /12/, aufbereitet und zusammengeführt.

5.2 Hindernisse

Hindernisse wie Geländekanten, Gebäude und Lärmschutzeinrichtungen werden mit den in den Eingangsdaten beschriebenen Parametern (Lage, Höhe, Reflexionseigenschaft u. a.) berücksichtigt. Das Grundmodell aus Gelände und Hindernissen bleibt dabei für die Berechnung aller Lärmarten unverändert.

5.3 Festlegung der Immissionspunkte

An Wohngebäuden, Krankenhäusern und Schulen wird die Lage der Immissionspunkte (Gebäude-Fassadenpunkte) gemäß „Berechnungsmethoden zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm“ (BEB) /6/ festgelegt.

Die Anzahl aller Bewohner eines Wohngebäudes wird dabei jeweils nur der oberen („lauten“) Hälfte der Gebäude-Fassadenpunkte zugeordnet, die durch den Median der berechneten Fassadenpegel L_{DEN} bzw. L_{Night} ermittelt werden. Die untere („leise“) Hälfte der Fassadenpunkte bleibt unberücksichtigt.

Hinweis: Diese Vorgehensweise weicht erheblich von den vorhergehenden Kartierungen ab. Dort wurden alle Fassadenpunkte eines Gebäudes und damit auch die niedrigeren Pegel berücksichtigt. Im Ergebnis sind deutlich höhere Belastetenzahlen zu erwarten.

5.4 Prüfung auf Plausibilität

Die Plausibilitätsprüfung setzt sich zusammen aus einer visuellen Überprüfung von 3D-Ansichten des Berechnungsmodells und zahlreichen automatischen Plausibilitätsabfragen.

Folgende Zusammenhänge werden dabei überprüft und ggf. korrigiert:

- Kreuzung von Straßen- und Straßenbahnabschnitten mit Gebäuden
- Kreuzung von Lärmschutzwänden mit Straßen- und Straßenbahnabschnitten, Gebäuden oder Brückenbauwerken++
- Wertebereich der Emissionsfaktoren (Verkehr, Geschwindigkeit u. a.)
- Wertebereich von Gebäudehöhen und -flächen, Reflexionseigenschaften
- Wertebereich relativer und absoluter Höhen von Schallquellen und Hindernissen
- Wertebereich übergebener Einwohnerzahlen pro Gebäude
- Stichprobenartige Überprüfung übergebener Gebäudenutzungen

In enger Zusammenarbeit mit dem Auftraggeber sind nach umfangreichen visuellen Überprüfungen Unstimmigkeiten der Modellierung identifiziert und korrigiert worden.

5.5 Berechnungsverfahren

Für die schalltechnischen Berechnungen der strategischen Lärmkarten sowie der in ihren Wohnungen belasteten Menschen, der Schulen und der Krankenhäuser wird die Berechnungsmethode für den Umgebungslärm von bodennahen Quellen (BUB) /4/ i. V. m. der Datenbank für die Berechnungsmethoden für den Umgebungslärm von bodennahen Quellen (BUB-D) /5/ verwendet. Gemäß 34. BImSchV werden dabei sämtliche Pegel auf ganze Zahlen gerundet.

Hinweis: Diese Vorgehensweise weicht von den vorhergehenden Kartierungen ab. Dort wurde keine Rundung vorgenommen. Die Rundung hat zur Folge, dass die Pegelgrenzen der 5 dB-Pegelbänder quasi um 0,5 dB abgesenkt und somit mehr belastete Menschen zugeordnet werden.

Berechnet werden die Lärmindizes L_{DEN} und L_{Night} für die Lärmkarten mit einer Rasterschrittweite von 10 x 10 m und für die Lärmbelastung an Immissionspunkten jeweils in einer Berechnungshöhe von 4 m über dem Boden.

Die neue Berechnungsmethode BUB und damit auch deren Berechnungsergebnisse weichen von der Berechnungsmethode VBUS der vergangenen Lärmkartierungen erheblich ab. Neue Verfahren wurden bei der Beschreibung der Geräuschquellen, bei der Berechnung der Schallausbreitung und für zahlreiche weitere Parameter eingeführt. Eine vergleichende Darstellung der Berechnungsmethoden findet sich u. a. in der Studie „Vergleichsrechnungen für die EU-Umgebungslärmrichtlinie“ des Umweltbundesamtes /10/. In Kapitel 4.2 der Studie werden die Unterschiede tabellarisch zusammengefasst und hier exemplarisch wiedergegeben, siehe Anhang A-1.

Die Berechnung des Flugverkehrs wird in der Dokumentation zur Umgebungslärmkartierung des Flughafens Berlin Brandenburg (EDDB) /11/ beschrieben.

5.6 Berechnungsparameter

Kartierungen im Rahmen und im räumlichen Umfang der Umgebungslärmrichtlinie sind nach den geltenden Rechenvorschriften ohne begrenzende Parametereinstellungen in wirtschaftlich vertretbaren Rechenzeiten nicht durchführbar. Da die Rechenvorschriften nicht alle Parametereinstellungen für die Lärmberechnung verbindlich regeln, werden hier in Anlehnung an eine Untersuchung des LfULG Sachsen /9/ Vereinfachungen getroffen (Mindestpegelabstand = 30 dB(A), Reichweite von Reflexionsflächen auf 200 m begrenzt, Reichweite von Quellen (abweichend) auf 3.000 m begrenzt), die im Wesentlichen zu einer Vernachlässigung von nicht relevanten Immissionseinflüssen führen. Dabei wird die Genauigkeitsforderung an die Berechnungsergebnisse der LAI-Hinweise zur Lärmkartierung mit einer Gesamtgenauigkeit von 2 dB eingehalten.

6 Berechnungsergebnisse

6.1 Lärmkarten

Die strategischen Lärmkarten stellen die Lärmsituation in 5 dB-Pegelbereichen grafisch dar:

Pegelbereich	
L _{DEN}	L _{Night}
	ab 50 bis 54 dB(A)
ab 55 bis 59 dB(A)	ab 55 bis 59 dB(A)
ab 60 bis 64 dB(A)	ab 60 bis 64 dB(A)
ab 65 bis 69 dB(A)	ab 65 bis 69 dB(A)
ab 70 bis 74 dB(A)	ab 70 dB(A)
ab 75 dB(A)	

Die Rasterdatensätze mit den Lärmindizes L_{DEN} und L_{Night} werden digital im Format GeoTIFF übergeben. Zusätzlich werden die Pegelflächen der genannten Pegelbereiche im Format ESRI-Shape übergeben.

6.2 Lärmbelastung nach BEB

6.2.1 Allgemeine Größen der Lärmbelastung

Die Lärmbelastung wird durch folgende Größen angegeben:

- Eine tabellarische Angabe über die geschätzte Zahl der Menschen, die in Gebieten wohnen, die innerhalb der Pegelbereiche nach Kapitel 6.1 liegen. Die Zahlenangaben sind dabei auf die nächste Hunderterstelle auf- oder abzurunden.
- Eine tabellarische Angabe über lärmbelastete Flächen sowie über die geschätzte Zahl der Wohnungen, Schulen und Krankenhäuser in diesen Gebieten für die L_{DEN}-Wertebereiche L_{DEN} > 55 dB(A), L_{DEN} > 65 dB(A) und L_{DEN} > 75 dB(A). Die Zahlenangabe für Wohnungen ist auf 100 Wohnungen zu runden.
- Eine tabellarische Angabe über die geschätzte Zahl der Fälle ischämischer Herzkrankheiten, die geschätzte Zahl der Fälle starker Belästigung (HA, high annoyance) und die geschätzte Zahl der Fälle starker Schlafstörung (HSD, high sleep disturbance) in Gebieten, die innerhalb der Pegelbereiche nach Kapitel 6.1 liegen.

Der Belastungsermittlung liegen die Berechnungsergebnisse der an den Gebäudefassaden berechneten Pegel zu Grunde (Fassadenpegel). Die Listen der Fassadenpegel werden digital übergeben.

6.2.2 Straßenverkehr Ballungsraum (Hauptverkehr und sonstige Straßen)

Lärmbelastete Menschen

Pegelbereich L_{DEN} in dB(A)	55 bis 59	60 bis 64	65 bis 69	70 bis 74	ab 75
Anzahl Menschen	364.100	343.200	369.500	92.700	3.400
<hr/>					
Pegelbereich L_{Night} in dB(A)	50 bis 54	55 bis 59	60 bis 64	65 bis 69	ab 70
Anzahl Menschen	350.600	370.500	206.500	13.700	600

Lärmbelastete Flächen, Wohnungen, Schul- und Krankenhausgebäude

Pegelbereich L_{DEN} in dB(A)	ab 55	ab 65	ab 75
Fläche in km ²	250	84	11
Zahl der Wohnungen	558.600	221.700	1.600
Zahl der Schulgebäude	1.092	352	2
Zahl der Krankenhausgebäude	349	125	0

Belästigung

Zahl der Fälle:	
starke Belästigung	222.612
starke Schlafstörung	81.011
ischämischer Herzkrankheiten	467

 6.2.3 Straßenverkehr Hauptverkehr
Lärmbelastete Menschen

Pegelbereich L_{DEN} in dB(A)	55 bis 59	60 bis 64	65 bis 69	70 bis 74	ab 75
Anzahl Menschen	290.400	235.000	312.300	86.400	3.300
Pegelbereich L_{Night} in dB(A)					
	50 bis 54	55 bis 59	60 bis 64	65 bis 69	ab 70
Anzahl Menschen	251.700	285.500	191.200	12.500	600

Lärmbelastete Flächen, Wohnungen, Schul- und Krankenhausgebäude

Pegelbereich L_{DEN} in dB(A)	ab 55	ab 65	ab 75
Fläche in km ²	212	71	11
Zahl der Wohnungen	441.600	191.400	1.500
Zahl der Schulgebäude	823	285	2
Zahl der Krankenhausgebäude	276	106	0

Belästigung

Zahl der Fälle:	
starke Belästigung	179.227
starke Schlafstörung	66.301
ischämischer Herzkrankheiten	378

6.2.4 Straßenbahnverkehr

Lärmbelastete Menschen

Pegelbereich L_{DEN} in dB(A)	55 bis 59	60 bis 64	65 bis 69	70 bis 74	ab 75
Anzahl Menschen	76.900	39.100	15.100	600	0
Pegelbereich L_{Night} in dB(A)					
	50 bis 54	55 bis 59	60 bis 64	65 bis 69	ab 70
Anzahl Menschen	56.700	22.500	5.200	0	0

Lärmbelastete Flächen, Wohnungen, Schul- und Krankenhausgebäude

Pegelbereich L_{DEN} in dB(A)	ab 55	ab 65	ab 75
Fläche in km ²	17	2	0
Zahl der Wohnungen	62.700	7.500	0
Zahl der Schulgebäude	103	17	0
Zahl der Krankenhausgebäude	39	5	0

Belästigung

Zahl der Fälle:	
starke Belästigung	22.893
starke Schlafstörung	11.962

6.2.5 IED-Anlagen
Lärmbelastete Menschen

Pegelbereich L_{DEN} in dB(A)	55 bis 59	60 bis 64	65 bis 69	70 bis 74	ab 75
Anzahl Menschen	600	100	0	0	0
Pegelbereich L_{Night} in dB(A)					
Pegelbereich L_{Night} in dB(A)	50 bis 54	55 bis 59	60 bis 64	65 bis 69	ab 70
Anzahl Menschen	0	0	0	0	0

Lärmbelastete Flächen, Wohnungen, Schul- und Krankenhausgebäude

Pegelbereich L_{DEN} in dB(A)	ab 55	ab 65	ab 75
Fläche in km ²	2	1	0
Zahl der Wohnungen	400	0	0
Zahl der Schulgebäude	2	0	0
Zahl der Krankenhausgebäude	1	0	0

 6.2.6 Flugverkehr gemäß /11/
Lärmbelastete Menschen

Pegelbereich L_{DEN} in dB(A)	55 bis 59	60 bis 64	65 bis 69	70 bis 74	ab 75
Anzahl Menschen	8.300	600	0	0	0
Pegelbereich L_{Night} in dB(A)					
Pegelbereich L_{Night} in dB(A)	50 bis 54	55 bis 59	60 bis 64	65 bis 69	ab 70
Anzahl Menschen	1.300	0	0	0	0

Lärmbelastete Flächen, Wohnungen, Schul- und Krankenhausgebäude

Pegelbereich L_{DEN} in dB(A)	ab 55	ab 65	ab 75
Fläche in km ²	9	0	0
Zahl der Wohnungen	4200	0	0
Zahl der Schulgebäude	0	0	0
Zahl der Krankenhausgebäude	0	0	0

Belästigung

Zahl der Fälle:	
starke Belästigung	2.766
starke Schlafstörung	279

6.3 Lärmbelastung in Anlehnung an VBEB (informativ)

6.3.1 Vorbemerkung

Zur besseren Vergleichbarkeit der Belastetenzahlen mit den Kartierungsergebnissen des Jahre 2017 wird für den Verkehr am Boden informativ auch eine Auswertung in Anlehnung an die damals gültige „Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm“ VBEB vorgenommen. Die in den Hinweisen der Kapitel 5.3 („Median“) und 5.5 („Rundung“) angesprochenen Änderungen der BEB haben auf die Auswertung nach VBEB keinen Einfluss.

6.3.2 Straßenverkehr Ballungsraum (Hauptverkehr und sonstige Straßen)

Lärmbelastete Menschen (VBEB)

Pegelbereich L_{DEN} in dB(A)	>55 bis 60	>60 bis 65	>65 bis 70	>70 bis 75	>75
Anzahl Menschen	233.500	199.700	182.000	35.700	1.300
<hr/>					
Pegelbereich L_{Night} in dB(A)	>50 bis 55	>55 bis 60	>60 bis 65	>65 bis 70	>70
Anzahl Menschen	210.300	195.400	89.400	5.000	200

6.3.3 Straßenbahnverkehr

Lärmbelastete Menschen (VBEB)

Pegelbereich L_{DEN} in dB(A)	>55 bis 60	>60 bis 65	>65 bis 70	>70 bis 75	>75
Anzahl Menschen	40.500	19.100	6.100	100	0
<hr/>					
Pegelbereich L_{Night} in dB(A)	>50 bis 55	>55 bis 60	>60 bis 65	>65 bis 70	>70
Anzahl Menschen	27.100	10.600	2.000	0	0

6.4 Prüfung der Ergebnisse auf Plausibilität

Die Berechnungsergebnisse wurden in Bezug auf die Eingangsdaten und das Berechnungsmodell auf Plausibilität geprüft. Ein Vergleich mit den Ergebnissen der Kartierung des Jahres 2017 ist aufgrund der geänderten Rechenvorschriften und der veränderten Auswertungsmethoden für eine Plausibilitätsprüfung nicht geeignet.

7 Anlagen / Übersicht Lärmkarten

Die Strategischen Lärmkarten werden für den Umweltatlas im Maßstab 1:50.000 im PDF-Format bereitgestellt:

- 07.05.1 Strategische Lärmkarte L_{DEN} Straßenverkehr
- 07.05.2 Strategische Lärmkarte L_N Straßenverkehr
- 07.05.3 Strategische Lärmkarte L_{DEN} Straßenbahn- und U-Bahnverkehr
- 07.05.4 Strategische Lärmkarte L_N Straßenbahn- und U-Bahnverkehr
- 07.05.7 Strategische Lärmkarte L_{DEN} Flugverkehr (BER)
- 07.05.8 Strategische Lärmkarte L_N Flugverkehr (BER)
- 07.05.9 Strategische Lärmkarte L_{DEN} Industrie und Gewerbe
- 07.05.10 Strategische Lärmkarte L_N Industrie und Gewerbe

Höchberg/Berlin

DM/Ib

Anhang A

Unterschiede BUB vs. VBUS

	VBUS	BUB
Anwendungszweck	Umgebungsärm (ULR /9/)	
Beurteilungszeiträume	Tag (6 ⁰⁰ bis 18 ⁰⁰ Uhr) Abend (18 ⁰⁰ bis 22 ⁰⁰ Uhr) Nacht (22 ⁰⁰ bis 6 ⁰⁰ Uhr)	
Aufrundung von Endergebnissen auf ganze dB(A)	nein	nein
Unterscheidung der Ausbreitungsbedingungen nach Beurteilungszeitraum	ja	ja
Beschreibung der Schallquelle	Emissions- pegel $L_{m,E}$	längen- bezogener Schalllei- stungspegel L_w'
Fahrzeugschichten	Pkw, Lkw	4 Klassen (Pkw, lLkw, sLkw, Krad)
Berechnung der Emission	A-bewertet	8 Oktaven
Berechnung der Schallausbreitung	A-bewertet	8 Oktaven
Bewertung der Immission	A-bewertet	A-bewertet
getrennte Ermittlung von Antriebs- und Rollgeräuschen	nein	ja
Berechnung von individuellen Witterungseinflüssen	nein	ja ¹
Berechnung von individuellen Bodenbedingungen	nein	ja ¹
Berechnete Reflexionsordnung	1. Ordnung	offen ²
Zuschlag für Mehrfachreflexionen	ja	nein
Berechnung von Retrobeugung	nein	ja
Zuschlag für lichtzeichengeregelte Kreuzungen³	nein	ja
Zuschlag für Kreisverkehre	nein	ja
Zuschlag für Steigung/Gefälle begrenzt	nein	12 %
Zuschlag für Steigung/Gefälle richtungsabhängig	nein	ja
Zuschlag für Steigung/Gefälle nach Fahrzeugklasse	nein	ja
Zuschlag für Steigung/Gefälle ab Steigung von	> 5 %	> 0 % ⁴
Emissionshöhe	0,5 m	0,05 m
Abschirmung bei vorhandener Sichtverbindung	nein	ja
Höchstgeschwindigkeit Pkw auf BAB	130 km/h	140 km/h
Höchstgeschwindigkeit Lkw auf BAB	80 km/h	80 km/h

¹ Für die Anwendung bei der Lärmkartierung nach Umgebungsärmrichtlinie ist ein konstanter Wert vorgegeben.

² Für die Anwendung bei der Lärmkartierung nach Umgebungsärmrichtlinie ist nur die 1. Ordnung zu berechnen. Nach der BUB können jedoch auch Reflexionen höherer Ordnung berechnet werden.

⁴ Zu- und Abschläge für Steigungen und Gefälle werden nach den BUB getrennt nach Fahrzeugklasse jeweils unterschiedlich für Roll- und Antriebsgeräusch berechnet.