



INGENIEURBÜRO FÜR SCHALLSCHUTZ
DIPL.-PHYS. HAGEN SCHMIDL

Messungen von Geräuschemissionen
und -immissionen

Berechnung von Geräuschemissionen
und -immissionen

Gutachten in Genehmigungsverfahren

§ 47c BImSchG Lärmkarten

§ 47d BImSchG Lärmaktionspläne

Arbeitsplatzbeurteilung

Bau- und Raumakustik

Bauleitplanung

Verkehrslärm

Sport- und Freizeitlärm

ECO AKUSTIK
Ingenieurbüro für Schallschutz
Dipl.-Phys. Hagen Schmidl

Freie Straße 30a
39112 Magdeburg

Tel.: +49 (0)39203 6 02 29
mail@eco-akustik.de
www.eco-akustik.de

SCHALLTECHNISCHES GUTACHTEN

Fortführung der Lärmkartierung (Stufe 4) der Landeshauptstadt Magdeburg gemäß 34. BImSchV

Stand: 24.11.2022
Gutachten Nr.: ECO 22093

SCHALLTECHNISCHES GUTACHTEN

Fortführung der Lärmkartierung (Stufe 4) der Landeshauptstadt Magdeburg gemäß 34. BImSchV

Stand: 24.11.2022

Auftraggeber:	Landeshauptstadt Magdeburg Umweltamt 39090 Magdeburg
Unsere Auftrags-Nr.:	ECO 22093
Ihre Bestellung vom:	02.08.2022
Bearbeiter:	Dipl.-Phys. H. Schmidl, B.Eng. S. Richter
Seitenzahl:	22 inkl. Anlagen
Datum:	24.11.2022

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS	2
TABELLENVERZEICHNIS	3
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	3
1. AUFGABENSTELLUNG UND VORGEHENSWEISE	4
2. UNTERLAGEN UND ABKÜRZUNGEN	5
2.1 NORMEN UND RICHTLINIEN	5
2.2 DATEN UND UNTERLAGEN.....	6
3. GRUNDLAGEN	7
4. AKUSTISCHES GRUNDMODELL	9
5. EMISSIONEN DURCH STRAßENVERKEHR	10
5.1 STRAßENVERKEHRSAHLEN	10
5.2 STRAßENOBERFLÄCHE.....	12
5.3 KREUZUNGEN UND KREISVERKEHRE.....	13
5.4 LÄRMSCHUTZEINRICHTUNGEN	13
6. EMISSIONEN DURCH SCHIENENVERKEHR (STRAßENBAHN)	14
6.1 SCHIENENVERKEHRSAHLEN.....	14
6.2 KURVENGERÄUSCHE	15
6.3 GLEISTYP UND SCHIENENOBERBAU	15
6.4 WEICHEN UND SCHIENENSTÖßE	15
7. SCHALLAUSBREITUNGSRECHNUNG	16
8. BELASTETENANALYSE	17
8.1 GESCHÄTZTE ZAHL DER MENSCHEN INNERHALB DER ISOPHONEN-BÄNDER (GEMÄß 34.BIMSchV § 4, ABS. 4).....	17
8.2 LÄRMBELASTETE FLÄCHEN, WOHNUNGEN, SCHULEN UND KRANKENHÄUSER.....	18
8.3 GESCHÄTZTE ZAHL VON GESUNDHEITSSCHÄDLICHEN AUSWIRKUNGEN.....	19
9. STRATEGISCHE LÄRMKARTEN	20
ANLAGEN	20
ANLAGE 1 – ÜBERSICHTSKARTE STRAßENVERKEHR.....	21
ANLAGE 2 – ÜBERSICHTSKARTE SCHIENENVERKEHR	22

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Darzustellende Isophonenbänder der Lärmindizes.....	7
Tabelle 2: Fahrzeugklassen gemäß Tabelle 2.2 der BUB /5/	11
Tabelle 3: Umrechnung von DTV auf Verkehrsflussdaten je Stunde Qd/e/n (stündliches Gesamtverkehrsaufkommen) /8/	11
Tabelle 4: Anteil mittelschwerer und schwerer Fahrzeuge am stündlichen Verkehrsfluss Q - Pauschalwerte für Bundesautobahnen	12
Tabelle 5: Anteil mittelschwerer und schwerer Fahrzeuge am stündlichen Verkehrsfluss Q - Pauschalwerte für Bundesstraßen.....	12
Tabelle 6: Anteil mittelschwerer und schwerer Fahrzeuge am stündlichen Verkehrsfluss Q - Pauschalwerte für Landes-, Kreis-, Gemeindestraßen.....	12
Tabelle 7: Straßenoberflächen	13
Tabelle 8: Fahrbewegungen der Straßenbahnlinien	14
Tabelle 9: Belastetenzahlen durch Straßenbahn	17
Tabelle 10: Belastetenzahlen durch Straßenverkehr (Hauptverkehrsstraßen).....	17
Tabelle 11: Belastetenzahlen durch Straßenverkehr (gesamtes Straßennetz)	17
Tabelle 12: geschätzte Anzahl belasteter Wohnungen	18
Tabelle 13: geschätzte Zahl der betroffenen Gebäuden von Schulen und Krankenhäusern	18
Tabelle 14: lärmbelastete Flächen	18
Tabelle 15: Geschätzte Zahl von gesundheitsschädlichen Auswirkungen und Belästigungen	19

Abbildungsverzeichnis

Bild 1: Anpassung der Schallquellen (Straße, Schiene) an die Geländeoberfläche	9
Bild 2: Übersichtskarte Straßenverkehr.....	21
Bild 3: Übersichtskarte Schienenverkehr (Straßenbahn)	22

1. Aufgabenstellung und Vorgehensweise

Durch das Gesetz zur Umsetzung der EG-Richtlinie über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm /1/ wurde der Sechste Teil „Lärminderungsplanung“ in das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG /3/) eingefügt. Zur weiteren Umsetzung der Umgebungslärmrichtlinie dient darüber hinaus die Verordnung über die Lärmkartierung (34. BImSchV /2/), die detaillierte Anforderungen an die Lärmkartierung festlegt.

ECO Akustik, Ingenieurbüro für Schallschutz wurde beauftragt, die aktuelle Stufe 4 der EU-Lärmkartierung für den Ballungsraum der Landeshauptstadt Magdeburg umzusetzen. Dabei wurde wie folgt vorgegangen:

- (1) Erstellung eines digitalen akustischen Modells des Untersuchungsgebietes auf Basis des digitalen Geländemodells DGM2 /12/
- (2) Implementierung aller Gebäude (LOD1 /12/)
- (3) Zuweisung der gemeldeten Einwohner zu den Gebäuden /13/
- (4) Ermittlung der beurteilungsrelevanten Emissionen der folgenden Lärmarten
 - a. aller Straßen bzw. der Hauptverkehrsstraßen
 - b. aller Straßenbahnstrecken
- (5) Punktuelle und flächendeckende Schallausbreitungsrechnung gemäß BUB /5/
- (6) Ermittlung der Belastetenzahlen durch die untersuchten Lärmarten nach BEB /6/
- (7) Erstellung von farbigen Lärmkarten für das Untersuchungsgebiet für die Zielgrößen L_{DEN} und L_{Night}

2. Unterlagen und Abkürzungen

2.1 Normen und Richtlinien

- /1/ Gesetz zur Umsetzung der EG-Richtlinie über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm, 24. Juni 2005 (BGBl I S. 1794)
- /2/ 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
- /3/ Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274; 2021 I S. 123), das zuletzt durch Artikel 2 Absatz 1 des Gesetzes vom 9. Dezember 2020 (BGBl. I S. 2873) geändert worden ist
- /4/ Bekanntmachung der Berechnungsverfahren für den Umgebungslärm nach § 5 Absatz 1 der Verordnung über die Lärmkartierung (34. BImSchV) vom 07. September 2021, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
- /5/ Anlage 1 – Berechnungsmethode für den Umgebungslärm von bodennahen Quellen (Straßen, Schienenwege, Industrie und Gewerbe) (BUB) veröffentlicht am Dienstag, 5. Oktober 2021, BAnz AT 05.10.2021 B4
- /6/ Anlage 3 – Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm (BEB), veröffentlicht am 5. Oktober 2021, BAnz AT 05.10.2021 B4
- /7/ Anlage 4 – Datenbank für die Berechnungsmethode für den Umgebungslärm von bodennahen Quellen (Straßen, Schienenwege, Industrie und Gewerbe) (BUB-D), BAnz AT 05.10.2021 B4
- /8/ LAI-Hinweise zur Lärmkartierung, Beschlussfassung durch die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI) 143. Sitzung am 29. und 30 März 2022
- /9/ Leitlinien für Umgebungslärm für die Europäische Region, Weltgesundheitsorganisation Regionalbüro für Europa 2018
- /10/ DIN 45682:2020-04 - Akustik - Thematische Karten im Bereich des Schallimmissionsschutzes
- /11/ Bekanntmachung der Inzidenzrate für ischämische Herzkrankheiten nach § 5 Absatz 3b der Verordnung über die Lärmkartierung (34. BImSchV), 6. Dezember 2021

2.2 Daten und Unterlagen

- /12/ DGM2, DOM2, LOD1 Landesamt für Vermessung und Geoinformation Sachsen-Anhalt (L.VermGeo), Datenlizenz Deutschland – Namensnennung – Version 2.0, Abruf: 13.10.2022
- /13/ Einwohnermelderegister 2021, Landeshauptstadt Magdeburg, Amt 31, per Email am 16.08.2022
- /14/ Straßenverkehrszahlen, Landeshauptstadt Magdeburg, Stadtplanungsamt, per Email am 09.09.2022
- /15/ Lichtzeichengeregelte Knotenpunkte, Landeshauptstadt Magdeburg, Tiefbauamt 66.32/LSA, per Email am 31.08.2022
- /16/ Schienentrassen der Straßenbahn, MVB GmbH & Co.KG, 10.10.2022
- /17/ ECO 16118 - 3. Stufe der Lärmkartierung gemäß 34. BImSchV für die Landeshauptstadt Magdeburg, ECO Akustik, 07.12.2018

3. Grundlagen

Lärmkarten stellen die bestehende Lärmbelastung in einem bestimmten Gebiet anhand von Lärmindizes dar. Sie enthalten statistische Kennwerte (u. a. Darstellungen, wie viele Personen, Wohnungen, Schulen, Krankenhäuser oder Flächen in einem Gebiet bestimmten Werten der Lärmindizes ausgesetzt sind). Gemäß § 5 Abs. 1 der 34. BImSchV erfolgt die Ermittlung der Lärmbelastung ausschließlich durch Berechnung. /8/

So hat die Aufarbeitung von Lärmkarten für jede Lärmart getrennt, auf der Grundlage der Lärmindizes L_{DEN} und L_{Night} , zu erfolgen. Gemäß § 4 Abs. 4 Satz 1 der 34. BImSchV /2/ müssen Lärmkarten die Bereiche mit Pegeln über $L_{DEN} = 55 \text{ dB(A)}$ und $L_{Night} = 50 \text{ dB(A)}$ ausweisen, optional über $L_{Night} = 45 \text{ dB(A)}$.

Die Lärmindizes L_{Day} , $L_{Evening}$ und L_{Night} sind die A-bewerteten Dauerschallpegel im Beurteilungszeitraum von einem Jahr in den jeweils folgenden Zeiten:

- L_{Day} - 12 h zwischen 6:00 – 18:00 Uhr
- $L_{Evening}$ - 4 h zwischen 18:00 – 22:00 Uhr
- L_{Night} - 8 h zwischen 22:00 – 6:00 Uhr

Der Lärmindex ergibt sich dann nach folgender Gleichung:

$$L_{DEN} = 10 \cdot \lg \frac{1}{24} \left(12 \cdot 10^{\frac{L_{Day}}{10}} + 4 \cdot 10^{\frac{L_{Evening}+5}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_{Night}+10}{10}} \right)$$

In den georeferenzierten Lärmkarten sind die folgenden Isophonenbänder für den Untersuchungsbereich darzustellen:

Tabelle 1: Darzustellende Isophonenbänder der Lärmindizes

L_{DEN}	L_{Night}
	45 - 49 dB(A) [optional]
	50 - 54 dB(A)
55 - 59 dB(A)	55 - 59 dB(A)
60 - 64 dB(A)	60 - 64 dB(A)
65 - 69 dB(A)	65 - 69 dB(A)
70 - 74 dB(A)	≥ 70 dB(A)
≥ 75 dB(A)	

Neben der grafischen Darstellung sollen tabellarische Angaben über die geschätzte Anzahl der Menschen, die in Gebieten wohnen, die innerhalb der in den Lärmkarten dargestellten Isophonenbänder liegen, gemacht werden. Dazu wird die Zahl der in ihren Wohnungen durch Umgebungslärm belasteten Menschen für jede Lärmart nach BEB /6/ berechnet.

Weiterhin sind die Gesamtfläche der lärmbelasteten Gebiete sowie die geschätzte Zahl der lärmbelasteten Wohnungen, Krankenhäuser und Schulen für folgende Werte des Lärmindex L_{DEN} anzugeben:

- ≥ 55 dB(A)
- ≥ 65 dB(A)
- ≥ 75 dB(A)

4. Akustisches Grundmodell

Auf Basis eines digitalen Geländemodells (DGM2 /12/) des Untersuchungsgebietes wurde ein Grundmodell erstellt. Die vom Auftraggeber übermittelten Daten zur Lage der Straßen und Schienen wurden dann über Werkzeuge des Programmpakets ArcGIS Pro (ESRI Deutschland GmbH) auf die Oberfläche des digitalen Oberflächenmodells (DOM2 /12/) gelegt (siehe Bild 1). Damit werden Höhenlagen der Schallquellen über dem Gelände (z.B. Brücken) ausreichend genau im digitalen akustischen Modell berücksichtigt.

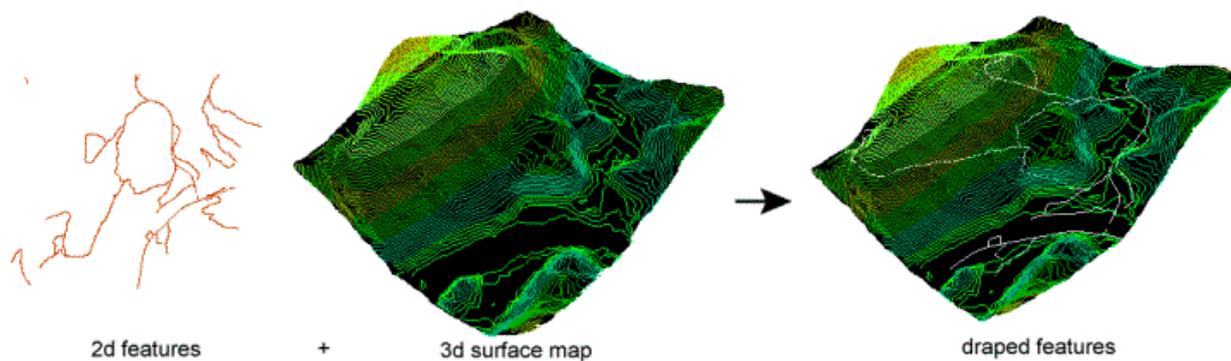


Bild 1: Anpassung der Schallquellen (Straße, Schiene) an die Geländeoberfläche

Die Gebäudeumgriffe sowie deren Höhe über Boden wurden aus den LOD1-Daten des LVerGeo /12/ abgeleitet und im akustischen Modell implementiert.

Die Einwohnerdaten liegen zu den jeweiligen postalischen Adressen im Stadtgebiet vor /13/. Über eine Geokodierung wurden die Adressinformationen in geographische Koordinaten umgewandelt und dem Gebäude an der jeweiligen Position zugeordnet. U.a. aufgrund der unterschiedlichen Aktualität der Daten konnte so nicht jeder Einwohner einem Gebäude zugeordnet werden. Aus diesem Grund wurden zusätzlich Gebäudeumgriffe aus OpenStreetMap-Daten berücksichtigt. Damit konnten 237.183 Einwohner von insgesamt 243.559 Einwohnern (Stand 31.12.2021) einem Gebäude zugeordnet werden. Somit bleiben etwa 2,6% Einwohner bei der Auswertung der Belastetenzahlen unberücksichtigt.

5. Emissionen durch Straßenverkehr

Für Ballungsräume erfolgt die Lärmkartierung für alle Hauptlärmquellen und relevanten sonstigen Lärmquellen im Sinne des § 4 Abs. 1 der 34. BImSchV, die innerhalb des Ballungsraums liegen. Lärmquellen, die außerhalb des Ballungsraums liegen - beispielsweise Straßen, die den Ballungsraum tangieren oder verlassen -, sind bezüglich des gesamten auf den Ballungsraum einwirkenden Lärms zu berücksichtigen. Als Anhaltspunkt zur Beschaffung und Aufbereitung der Daten kann in der Regel ein Bereich von etwa 2.000 m um die Kartierungsstrecken gelten. /8/

Gemäß § 4 Abs. 1 der 34. BImSchV erstrecken sich die Lärmkarten für Ballungsräume auf sämtliche darin gelegene Hauptverkehrsstraßen, sowie auch auf sonstige Straßen, soweit sie erheblichen Umgebungslärm hervorrufen.

Bei der Ausarbeitung von Lärmkarten für den Straßenverkehr ist die Berechnungsmethode für den Umgebungslärm von bodennahen Quellen (BUB) /5/ anzuwenden. Dabei gilt Kapitel 2 „Straßenverkehrslärm“.

5.1 Straßenverkehrszahlen

Durch die Landeshauptstadt Magdeburg wurden die folgenden Angaben zu den Straßen im Untersuchungsgebiet /14/ aus einem Verkehrsmodell übermittelt:

- Lage der Straße
- Anzahl der Spuren
- durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke (DTV) sowie Anteil Schwerverkehr (SV)
- Geschwindigkeit

Die Angaben lagen für den Analysefall 2015 sowie den Prognosefall 2030 vor. Aufgrund von vorhandenen Großbaustellen im Stadtgebiet (Tunnel Hbf., Verlängerung Strombrückenzug) wurde in Abstimmung mit dem Auftraggeber entschieden die Daten des Analysefalls 2015 zu verwenden, da diese den Kartierungszeitraum besser abbilden.

Zur Berechnung der Schallemissionen gemäß BUB /5/ sind Informationen u. a. über die Anzahl der Fahrzeuge erforderlich, aufgeteilt in vier Fahrzeugklassen als Anteile des Verkehrsflusses (Verkehrsaufkommen). Diese Verkehrsflussdaten Q_m sind als Jahresdurchschnitt je Zeitraum (Tag/Abend/Nacht), je Fahrzeugklasse (m) und je Quellenlinie anzugeben.

Tabelle 2: Fahrzeugklassen gemäß Tabelle 2.2 der BUB /5/

Klasse	Bezeichnung	Zuordnung
1	Leichte Kfz	Pkw + Lkw (<3,5 t)
2	Mittelschwere Kfz	Busse, Lkw (>3,5 t)
3	Schwere Kfz	Busse, Lkw (>3,5 t)
4	Zweirädrige Kfz	Motorisierte Zweiräder

Mit der BUB wurde die Möglichkeit zur Berücksichtigung der Lärmbelastungen durch Motorräder in der Lärmkartierung neu eingeführt. Die strategische Lärmkartierung ist durch die Betrachtung von Lärmimmissionen im Jahresmittel jedoch wenig geeignet, die oftmals zeitlich und räumlich konzentrierte Belastung durch Motorräder adäquat abzubilden. Der Anteil der Motorräder am Gesamtverkehrsaufkommen ist nach wie vor gering. Wenn keine Verkehrszahlen zu Motorrädern vorliegen, kann daher grundsätzlich auf eine separate Berücksichtigung der Motorräder verzichtet werden. /8/

Die übermittelten Straßenverkehrszahlen (DTV, SV /14/) wurden mithilfe der LAI-Hinweise zur Lärmkartierung /8/ wie folgt umgerechnet:

Tabelle 3: Umrechnung von DTV auf Verkehrsflussdaten je Stunde Qd/e/n (stündliches Gesamtverkehrsaufkommen) /8/

Straßenart	Tag (6-18 Uhr)	Abend (18-22 Uhr)	Nacht (22-6 Uhr)
	Faktor Q _d [Kfz/h] x DTV	Faktor Q _e [Kfz/h] x DTV	Faktor Q _n [Kfz/h] x DTV
Autobahn	0,0611	0,0412	0,0128
Bundesstraße	0,0637	0,0399	0,0095
Landes-, Kreis-, Gemeindestraßen	0,0640	0,0406	0,0087

Ausgehend von der Höhe des Gesamt-Schwerverkehrsaufkommens am DTV in 24 h können die Pauschalwerte für den prozentualen Anteil mittelschwerer und schwerer Fahrzeuge am stündlichen Gesamtverkehrsaufkommen (siehe Tabelle 3) für die Beurteilungszeiten Tag, Abend und Nacht aus Tabelle 4 bis Tabelle 6 entnommen werden.

Tabelle 4: Anteil mittelschwerer und schwerer Fahrzeuge am stündlichen Verkehrsfluss Q - Pauschalwerte für Bundesautobahnen

Tag %			Abend %		Nacht %	
SV-Anteil in 24 h*	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 2	Klasse 3
≥ 18 %	0,275 *SV24h[%]	0,623 *SV24h[%]	0,270 *SV24h[%]	0,610 *SV24h[%]	0,577 *SV24h[%]	1,338 *SV24h[%]
≥ 12 % und < 18 %	0,299 *SV24h[%]	0,625 *SV24h[%]	0,239 *SV24h[%]	0,519 *SV24h[%]	0,598 *SV24h[%]	1,330 *SV24h[%]
≥ 6 und < 12 %	0,335 *SV24h[%]	0,630 *SV24h[%]	0,213 *SV24h[%]	0,437 *SV24h[%]	0,589 *SV24h[%]	1,220 *SV24h[%]
< 6 %	0,445 *SV24h[%]	0,601 *SV24h[%]	0,200 *SV24h[%]	0,290 *SV24h[%]	0,579 *SV24h[%]	0,913 *SV24h[%]

Tabelle 5: Anteil mittelschwerer und schwerer Fahrzeuge am stündlichen Verkehrsfluss Q - Pauschalwerte für Bundesstraßen

Tag %			Abend %		Nacht %	
SV-Anteil in 24 h*	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 2	Klasse 3
≥ 12 %	0,292 *SV24h[%]	0,697 *SV24h[%]	0,193 *SV24h[%]	0,516 *SV24h[%]	0,435 *SV24h[%]	1,287 *SV24h[%]
≥ 6 und < 12 %	0,374 *SV24h[%]	0,678 *SV24h[%]	0,175 *SV24h[%]	0,350 *SV24h[%]	0,444 *SV24h[%]	1,040 *SV24h[%]
< 6 %	0,462 *SV24h[%]	0,624 *SV24h[%]	0,185 *SV24h[%]	0,277 *SV24h[%]	0,462 *SV24h[%]	0,808 *SV24h[%]

Tabelle 6: Anteil mittelschwerer und schwerer Fahrzeuge am stündlichen Verkehrsfluss Q - Pauschalwerte für Landes-, Kreis-, Gemeindestraßen

Tag %			Abend %		Nacht %	
SV-Anteil in 24 h*	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 2	Klasse 3
≥ 12 %	0,269 *SV24h[%]	0,737 *SV24h[%]	0,186 *SV24h[%]	0,525 *SV24h[%]	0,416 *SV24h[%]	1,198 *SV24h[%]
≥ 6 und < 12 %	0,370 *SV24h[%]	0,703 *SV24h[%]	0,173 *SV24h[%]	0,321 *SV24h[%]	0,469 *SV24h[%]	0,912 *SV24h[%]
< 6 %	0,497 *SV24h[%]	0,602 *SV24h[%]	0,209 *SV24h[%]	0,236 *SV24h[%]	0,550 *SV24h[%]	0,654 *SV24h[%]

5.2 Straßenoberfläche

Zur Berechnung der Lärmemissionen sind Informationen über die Straßenoberfläche erforderlich. Die BUB-D /7/ hat für verschiedene Oberflächen jeweils Koeffizienten $\alpha(f)$ und β festgelegt. Auftraggeberseitig liegen keine Daten zu den jeweiligen Straßenoberflächen vor. Da die Erfassung realer Daten zu den Oberflächen mit unverhältnismäßig hohem Aufwand verbunden ist (siehe Nr. 1.2.2 der BUB), wurden folgende Straßenoberflächen gemäß Tabelle A-3 der BUB-D zugeordnet:

Tabelle 7: Straßenoberflächen

Straßenart	Straßenoberflächen gemäß Tabelle A-3 der BUB-D
Autobahn	Splittmastixasphalte SMA 8 und Abstumpfung mit Abstreumaterial der Lieferkörnung 1/3
alle anderen Straßen	nicht geriffelter Gussasphalt (nationale Referenz)

5.3 Kreuzungen und Kreisverkehre

Der Einfluss des Beschleunigens und Abbremsen von Fahrzeugen vor bzw. nach lichtzeichengeregelten (Ampel-)Kreuzungen (AK) und Kreisverkehren (KV) wird in der BUB über eine Korrektur berücksichtigt. Diese setzt quellseitig an und wird den Antriebs- und Rollgeräuschen zugeschlagen. Für die Ermittlung der Höhe der Zuschläge werden bei der Schallberechnung softwareintern die Quellenlinien in Segmente unterteilt und jeweils durch Punktschallquellen ersetzt. Je nach Verkehrszusammensetzung, Kreuzungsart und der Entfernung zwischen Punktschallquelle und nächstgelegenen Kreuzungspunkt wird abstandsabhängig bis zu einer Entfernung von 100 m jedem Emissionspunkt (die den jeweiligen Straßenabschnitt repräsentierende Punktschallquelle) ein individueller Korrekturwert zugewiesen.

Vom Auftraggeber wurden Informationen zu lichtzeichengeregelten Knotenpunkten übermittelt /15/. Deren Lage wurde dem jeweils nächstgelegenen Knotenpunkt im Straßennetz zugeordnet und im akustischen Modell implementiert.

Kreisverkehre wurden visuell identifiziert und im akustischen Modell berücksichtigt.

5.4 Lärmschutzeinrichtungen

Sonstige Bauwerke auf dem Ausbreitungsweg im Sinne von § 5 Abs. 5 der 34. BImSchV sind insbesondere Lärmschutzwände und Lärmschutzwälle an Straßen und Schienenstrecken, die im Rahmen der Planfeststellung, der Lärmvorsorge, der Lärmsanierung oder der Bauleitplanung errichtet wurden.

Da keine aktualisierten Daten zu Lärmschutzeinrichtungen vorlagen, wurden Lärmschutzwände aus dem akustischen Modell der vorherigen Stufe der Lärmkartierung /17/ übernommen.

Die vorhandenen Lärmschutzwälle sind über das Geländemodell auf Basis des DGM2 /12/ bereits berücksichtigt.

6. Emissionen durch Schienenverkehr (Straßenbahn)

Innerhalb der Ballungsräume sind weitere, sogenannte sonstige Quellen zu erfassen, sofern sie einen erheblichen Beitrag zum Umgebungslärm leisten. Zu den sonstigen Quellen zählen

- sonstige Schienenwege von Eisenbahnen nach dem Allgemeinen Eisenbahngesetz
- Schienenwege von Straßenbahnen im Sinne des § 4 des Personenbeförderungsgesetzes und
- Rangier- und Umschlagbahnhöfe (Rbf/Ubf).

Das Eisenbahn-Bundesamt (EBA) ist zuständig für die Ausarbeitung der Lärmkarten für Schienenwege von Eisenbahnen des Bundes (EdB) innerhalb und außerhalb von Ballungsräumen. Weiterhin erstellt das EBA - ohne Anerkennung einer Rechtspflicht - innerhalb von Ballungsräumen Lärmkarten für die Rbf/Ubf, die sich im Besitz der EdB befinden. Insofern beschränkt sich der Untersuchungsumfang der hier vorliegenden Lärmkartierung für den Schienenverkehr auf die Straßenbahn.

Bei der Ausarbeitung von Lärmkarten für den Schienenverkehr ist die Berechnungsmethode für den Umgebungslärm von bodennahen Quellen (BUB) /5/ anzuwenden. Dabei gilt Kapitel 3 „Schienenverkehrslärm“.

6.1 Schienenverkehrszahlen

Die Lage der Schienentrassen wurde durch die Magdeburger Verkehrsbetriebe GmbH & Co.KG übermittelt /16/. Die Anzahl der Fahrbewegungen wurde den aktuellen Fahrplänen entnommen.

Tabelle 8: Fahrbewegungen der Straßenbahnlinien

Linie	1			2			3			4			5		
	hin	rück	Σ	hin	rück	Σ									
Anzahl 6 bis 18 Uhr	72	72	144	72	72	144	36	36	72	72	72	144	36	36	72
Anzahl 18 bis 22 Uhr	15	14	29	14	12	26	6	6	12	12	12	24	13	13	26
Anzahl 22 bis 06 Uhr	9	8	17	7	7	14	5	6	11	6	8	14	7	7	14
Linie	6			8			9			10			13		
	hin	rück	Σ	hin	rück	Σ									
Anzahl 6 bis 18 Uhr	72	71	143	3	1	4	72	71	143	38	50	88	36	36	72
Anzahl 18 bis 22 Uhr	12	12	24	0	0	0	12	15	27	12	12	24	6	6	12
Anzahl 22 bis 06 Uhr	9	7	16	0	0	0	8	8	16	5	8	13	4	4	8

Die Streckengeschwindigkeit wurde mit 50 Km/h angesetzt.

6.2 Kurvengeräusche

Für die Modellierung von Kurvengeräuschen bei Straßenbahnfahrzeugen ist für Bogenhalbdurchmesser mit $R < 200$ m zunächst bei der Berechnung des Rollgeräusches eine Mindestgeschwindigkeit von 50 km/h zu verwenden. Da keine dauerhaften Vorkehrungen gegen das Auftreten von Quietschgeräuschen (z.B. Behandlungsmaßnahmen am Schienenkopf) vorhanden sind, wurde ein Kurvenzuschlag von $C_{cu} = 4$ dB im Bereich der Kurven berücksichtigt.

6.3 Gleistyp und Schienoberbau

Für Straßenbahnen kommen nach BUB die folgenden Gleisaufbauten in Frage:

- T1 Straßenbahn, straßenbündiger Bahnkörper, eingelassene Fahrbahn
- T2 Straßenbahn, Rasengleis, niedrige Vegetationsebene
- T3 Straßenbahn, Rasengleis, hochliegende Vegetationsebene

Im Regelfall wurde der Typ T1 angesetzt. Die Zuordnung von Abschnitten mit Rasengleis (T2) erfolgte visuell über Luftbilder. Der Typ T3 wurde im vorliegenden Fall nicht verwendet.

Im Bereich von Brücken wurde der Typ NB (Brücke aus Beton/Mauerwerk, Gleise direkt aufgelagert) zugeordnet.

6.4 Weichen und Schienenstöße

Beim Überfahren von Schienenstößen und Weichen können impulshaltige Geräusche entstehen. Diese Geräusche sind durch die Verwendung einer Mindestgeschwindigkeit von 50 km/h bereits berücksichtigt /5/.

7. Schallausbreitungsrechnung

Die Berechnung der Schallausbreitung erfolgte mit dem Softwarepaket CadnaA (Datakustik GmbH). Hier sind die Berechnungsvorschriften der BUB sowie Daten der BUB-D implementiert.

Die flächendeckende Berechnung erfolgt für die Lärmindizes L_{DEN} und L_{Night} mit einer Auflösung von 10 m x 10 m. Die Ergebnisse werden in Form von Lärmkarten in den Anlagen dargestellt.

Für die punktuelle Berechnung werden umlaufend Fassadenpunkte für jedes Gebäude mit Einwohnern in einer Höhe von 4 m über Boden nach den Regeln der BEB /6/ erzeugt und die dort zu erwartenden Lärmindizes L_{DEN} und L_{Night} berechnet. Aufbauend auf diesen Ergebnissen erfolgt eine Zuordnung der Einwohnerzahlen zu den Fassadenpunkten über das Medianverfahren und eine Aufsummierung der Einwohner in den zu dokumentierenden Pegelklassen.

8. Belastetenanalyse

8.1 Geschätzte Zahl der Menschen innerhalb der Isophonen-Bänder (gemäß 34.BImSchV § 4, Abs. 4)

Nach Vorliegen der Berechnungsergebnisse (L_{DEN} , L_{Night}) an allen Fassadenpunkten erfolgte eine Klassierung der betroffenen Einwohner für jede untersuchte Lärmart.

Tabelle 9: Belastetenzahlen durch Straßenbahn

Intervall		Anzahl Belastete	
von	bis	L_{DEN}	L_{Night}
45	49		7.490
50	54		9.066
55	59	7.594	2.421
60	64	7.696	47
65	69	1.294	0
70	74	31	0
75		0	0

Tabelle 10: Belastetenzahlen durch Straßenverkehr (Hauptverkehrsstraßen)

Intervall		Anzahl Belastete	
von	bis	L_{DEN}	L_{Night}
45	49		28.930
50	54		14.234
55	59	23.944	10.848
60	64	10.884	8.176
65	69	10.480	316
70	74	6.614	0
75		215	0

Tabelle 11: Belastetenzahlen durch Straßenverkehr (gesamtes Straßennetz)

Intervall		Anzahl Belastete	
von	bis	L_{DEN}	L_{Night}
45	49		45.737
50	54		30.147
55	59	43.906	20.775
60	64	26.122	10.070
65	69	19.537	327
70	74	8.151	0
75	0	232	0

8.2 Lärmbelastete Flächen, Wohnungen, Schulen und Krankenhäuser

Nach §4 Abs. 4 Satz 1 Nr. 7 in Verbindung mit §4 Abs. 6 der 34. BImSchV ist eine tabellarische Angabe über die geschätzte Zahl der lärmbelasteten Wohnungen, Schulen und Krankenhäuser, die in Gebieten liegen, die mit L_{DEN} -Werten über 55, 65 und 75 dB belastet sind, erforderlich. Die Angabe hat für jede Lärmart zu erfolgen.

Die Zuordnung von Wohnungen zu Geräuschpegeln wurde auf Basis der Belastetenzahlen durchgeführt, da die genaue Lage der Wohnungen bzw. die Zahl der Bewohner pro Wohnung nicht bekannt sind. Es wurde von einem Wert von 2,1 Bewohnern je Wohnung ausgegangen /6/. Der pauschalisierte Ansatz der BEB ist für die Zwecke der Lärmkartierung und Lärmaktionsplanung hinreichend genau und der Aufwand zur Berücksichtigung lokaler oder landesspezifischer Daten ist in der Regel unverhältnismäßig. In der Lärmaktionsplanung steht für die Ermittlung von besonders belasteten Bereichen oder der Entwicklung und Priorisierung von Lärminderungsmaßnahmen die Zahl der belasteten Einwohner, nicht aber die der Wohnungen, im Vordergrund.

Tabelle 12: geschätzte Anzahl belasteter Wohnungen

L_{DEN} [dB(A)]		Straßenbahn	Hauptverkehrsstraßen	gesamtes Straßennetz
>55		7.900	24.800	46.600
	>65	600	8.200	13.300
	>75	0	100	100

Für die Zuordnung der einzelnen Gebäude von Schulen und Krankenhäusern zu Geräuschpegeln wurde der jeweils lauteste Berechnungspunkt verwendet /6/. Erfasst wurde die Zahl der belasteten Gebäude von Krankenhäusern und Schulen, nicht die Zahl der Einrichtungen, die oftmals über mehrere Gebäude verfügen.

Tabelle 13: geschätzte Zahl der betroffenen Gebäuden von Schulen und Krankenhäusern

L_{DEN}	Straßenbahn		Hauptverkehrsstraßen		Gesamtes Straßennetz		
	Schul-Geb.	Klinik-Geb.	Schul-Geb.	Klinik-Geb.	Schul-Geb.	Klinik-Geb.	
>55		40	16	117	69	191	88
	>65	-	2	45	16	62	18
	>75	-	-	2	-	3	-

Der Ermittlung der lärmbelasteten Flächen liegen die Lärmkarten für die einzelnen Lärmarten zugrunde. Die Gesamtfläche je Pegelbereich ist in Quadratkilometern (km²) anzugeben.

Tabelle 14: lärmbelastete Flächen

L_{DEN} [dB(A)]		Straßenbahn	Hauptverkehrsstraßen	gesamtes Straßennetz
>55		4	141	154
	>65	1	65	70
	>75	0	13	14

8.3 Geschätzte Zahl von gesundheitsschädlichen Auswirkungen

Die Angaben zur geschätzten Anzahl von Fällen ischämischer Herzkrankheiten (Erkrankungen der Herzkranzgefäße), starker Belästigung oder starker Schlafstörung aufgrund der Umgebungslärmbelastung in einem Gebiet sind aus epidemiologischen Forschungsergebnissen abgeleitete statistische Größen, die nach den Vorgaben der Richtlinie (EU) 2020/367 berechnet werden. Die tatsächliche Anzahl realer Fälle in einem bestimmten Gebiet wird hierdurch nicht abgebildet.

Die Ermittlung der gesundheitsschädlichen Auswirkungen und Belästigungen erfolgt entsprechend Anhang III der Umgebungslärmrichtlinie auf der Basis der dort enthaltenen Expositions-Wirkungs-Beziehungen getrennt für jede Lärmquellenart. Diese Beziehungen basieren auf epidemiologischen Studien, die die WHO im Rahmen der „Leitlinien für Umgebungslärm für die Europäische Region“ veröffentlichte /9/ und gelten für ausreichend große, repräsentative Bevölkerungspopulationen. Für kleinere Populationen sind die Ergebnisse nicht in jedem Fall repräsentativ.

Die gesundheitlichen Endpunkte „starke Belästigung“ und „starke Schlafstörung“ sind für Straßenverkehrs-, Schienenverkehrs- und Fluglärm anzugeben.

Für die „ischämische Herzkrankheit“ sind ausschließlich die Fälle durch Straßenverkehrslärm zu berechnen. Für Schienenverkehrs- und Fluglärm lagen bei der Verabschiedung der Leitlinien keine ausreichend abgesicherten wissenschaftlichen Erkenntnisse vor. Nach /11/ wurde eine Inzidenzrate ischämischer Herzkrankheiten in Deutschland mit 540 je 100 000 Einwohnende berücksichtigt.

Tabelle 15: Geschätzte Zahl von gesundheitsschädlichen Auswirkungen und Belästigungen

gesundheitsschädliche Auswirkung / Belästigung	Straßen- bahn	Hauptverkehrs- straßen	gesamtes Straßennetz
Ischämische Herzkrankheiten (IHD)	-	12	21
starke Belästigung (HA)	4.544	18.699	21.302
Starke Schlafstörung (HSD)	3.515	4.923	5.940

9. Strategische Lärmkarten

Gemäß §4 Abs. 4 Satz 1 der 34. BImSchV müssen Lärmkarten die Bereiche mit Pegeln über $L_{DEN} = 55 \text{ dB(A)}$ und $L_{Night} = 50 \text{ dB(A)}$ ausweisen, optional über $L_{Night} = 45 \text{ dB(A)}$. Die Ergebnisse der flächendeckenden Berechnung in einem Raster von 10 m x 10 m werden als separate Anhänge (pdf-Dateien) dokumentiert. In den Anlagen 1 und 2 sind die jeweiligen Übersichtskarten für die Lärmart Straßenverkehr und Schienenverkehr dargestellt.

Dieses Gutachten umfasst 22 Seiten inklusive 2 Anlagen.

fachlich Verantwortlicher:

Dipl. Phys. H. Schmidl

ECO AKUSTIK

Ingenieurbüro für Schallschutz
Dipl.-Phys. H. Schmidl

Freie Straße 30a, 39112 Magdeburg

Tel.: +49 (0)39203 60-229
mail@eco-akustik.de

Anlagen

Anlage 1 – Übersichtskarte Straßenverkehr	21
Anlage 2 – Übersichtskarte Schienenverkehr	22

Anlage 1 – Übersichtskarte Straßenverkehr

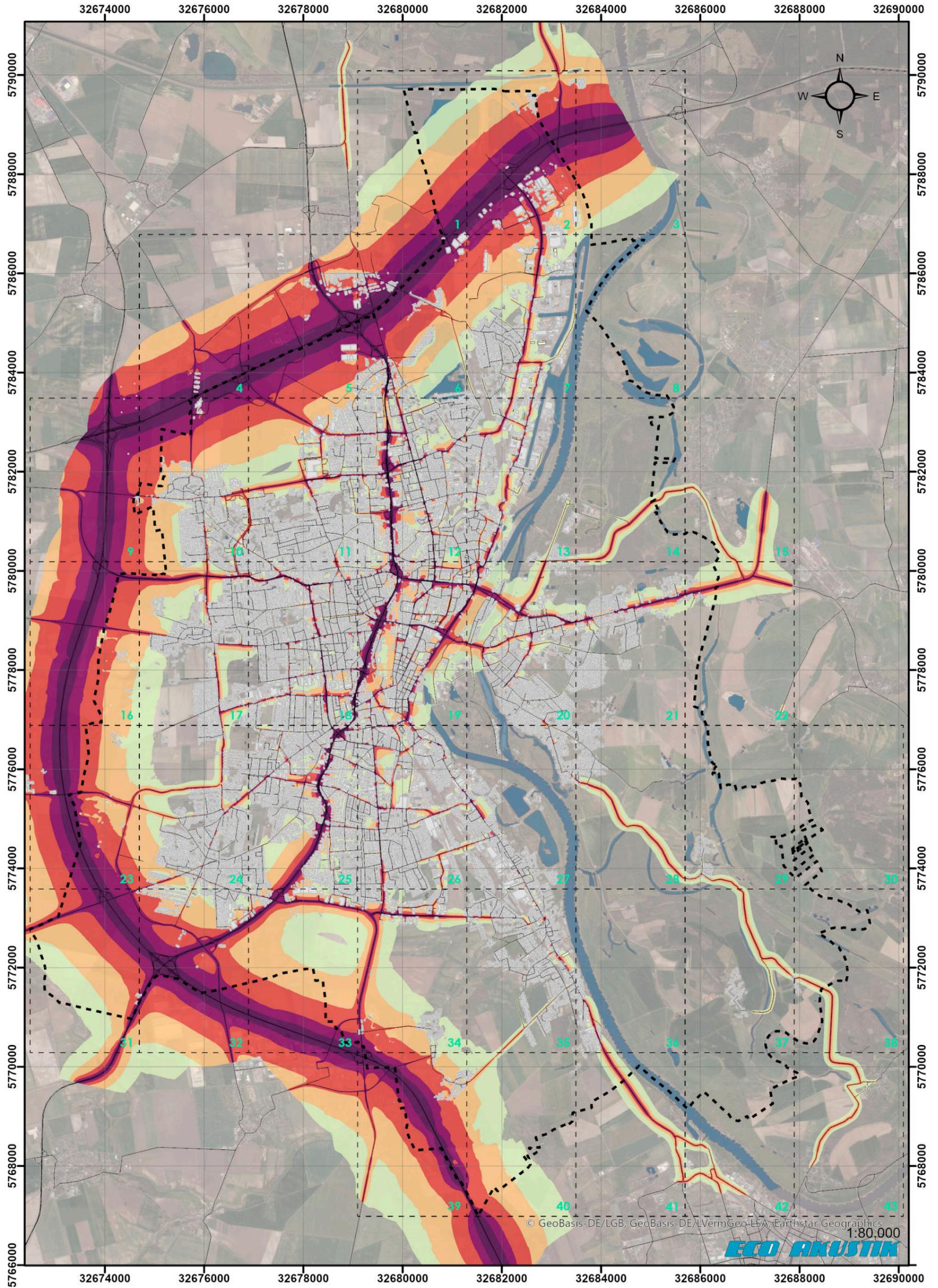


Bild 2: Übersichtskarte Straßenverkehr

Anlage 2 – Übersichtskarte Schienenverkehr

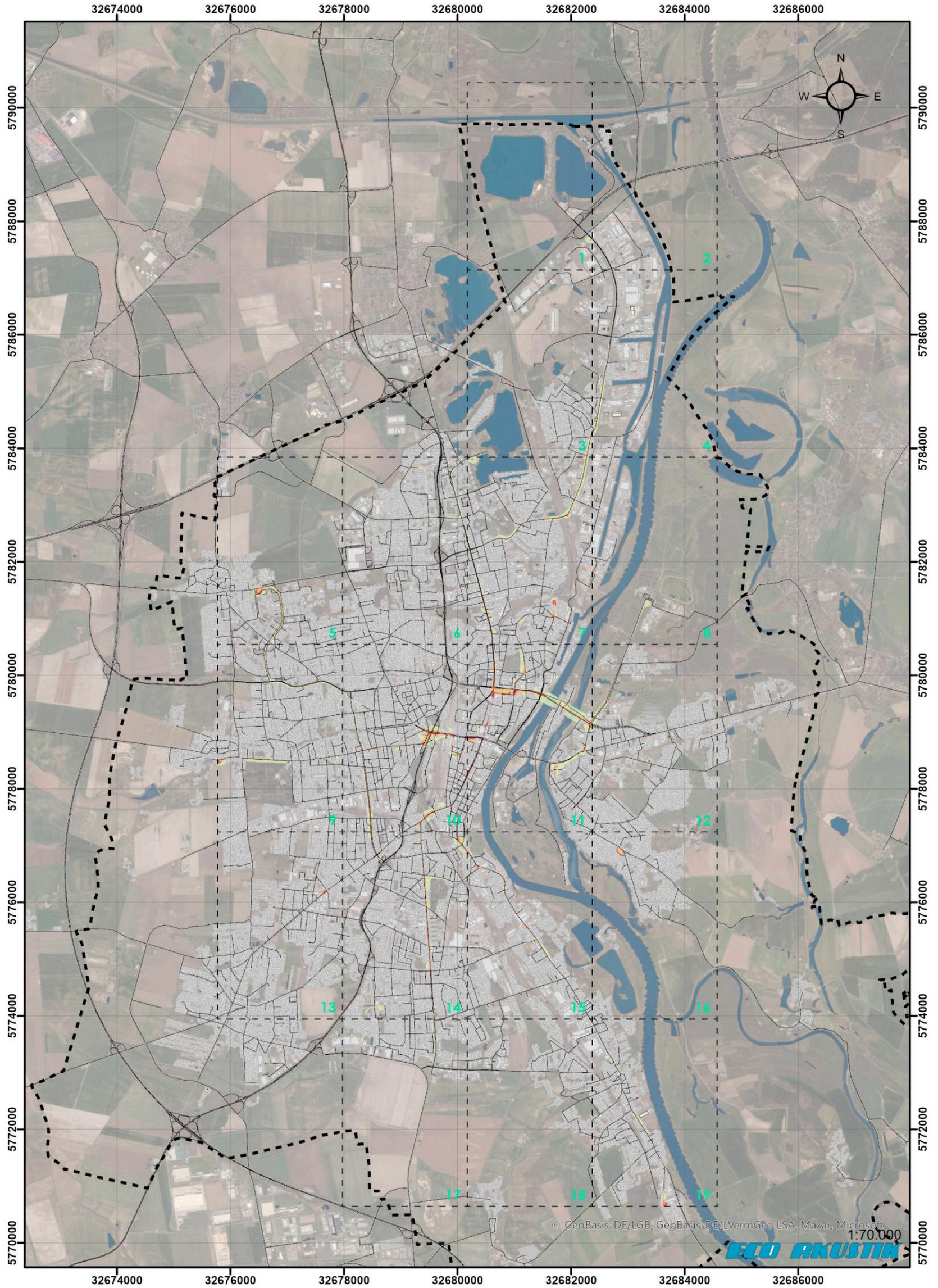


Bild 3: Übersichtskarte Schienenverkehr (Straßenbahn)