



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

An der Sülze 1
39179 Barleben

Tel.: +49 (0)39203 6 02 29
Fax: +49 (0)39203 6 08 94
mail@eco-akustik.de
www.eco-akustik.de

SCHALLTECHNISCHES GUTACHTEN

zum

**Lärmaktionsplan der
Landeshauptstadt Magdeburg**

Stand: 13.06.2019
Gutachten Nr.: ECO 18082

**SCHALLTECHNISCHES
GUTACHTEN**

**zum
Lärmaktionsplan der
Landeshauptstadt Magdeburg**

Stand: 13.06.2019

| | |
|----------------------|--|
| Auftraggeber: | Landeshauptstadt Magdeburg Umweltamt 39090 Magdeburg |
| Ihr Auftrag vom: | 20.07.2018 |
| Unsere Auftrags-Nr.: | ECO 18082 |
| Bearbeiter: | Dipl.-Phys. Schmidl, B.Eng. Richter |
| Seitenzahl: | 25 inkl. 3 Anlagen |
| Datum: | 13.06.2019 |

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----------|
| INHALTSVERZEICHNIS | 2 |
| TABELLENVERZEICHNIS | 3 |
| ABBILDUNGSVERZEICHNIS | 3 |
| 1. AUFGABENSTELLUNG | 4 |
| 2. UNTERLAGEN | 5 |
| NORMEN UND RICHTLINIEN | 5 |
| SONSTIGE UNTERLAGEN | 5 |
| 3. RECHTLICHE GRUNDLAGEN | 6 |
| 4. ERGEBNISSE DER 3. STUFE DER LÄRMKARTIERUNG | 8 |
| 4.1 STRAßENVERKEHR | 8 |
| 4.2 SCHIENENVERKEHR – STRAßENBAHN | 10 |
| 5. BEWERTUNG DER ERGEBNISSE DER LÄRMKARTIERUNG | 11 |
| 6. BEREITS VORHANDENE ODER GEPLANTE MAßNAHMEN ZUR LÄRMMINDERUNG | 12 |
| 6.1 VORBEMERKUNGEN | 12 |
| 6.2 BERECHNUNGSVERFAHREN | 12 |
| 6.2.1 <i>Straßenverkehrslärm – RLS-90</i> | 12 |
| 6.2.2 <i>Schieneverkehrslärm – Schall 03</i> | 13 |
| 6.2.3 <i>Lärmindizes L_{DEN} und L_{Night} – 34. BImSchV</i> | 15 |
| 6.2.4 <i>Anzahl an Belasteten – VBEB</i> | 15 |
| 6.3 ERSATZNEUBAU STROMBRÜCKENZUG | 16 |
| 6.4 TUNNELBAU DAMASCHKEPLATZ | 19 |
| 7. RUHIGE GEBIETE | 22 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|--|----|
| Tabelle 1: Eingangsdaten für die Lärmkartierung | 8 |
| Tabelle 2: Anzahl der betroffenen Einwohner in den Pegelbereichen auf ganze Zahlen gerundet /13/ | 9 |
| Tabelle 3: Flächengrößen für die Pegelbereiche des Lärmindex L_{DEN} /13/ | 9 |
| Tabelle 4: Anzahl von Schulen und Krankenhäusern in den Pegelbereichen /13/ | 9 |
| Tabelle 5: Anzahl der betroffenen Einwohner in den Pegelbereichen auf ganze Zahlen gerundet | 10 |
| Tabelle 6: Anzahl der betroffenen Wohnungen in den Pegelbereichen | 10 |
| Tabelle 7: Flächengrößen für die Pegelbereiche des Lärmindex L_{DEN} | 10 |
| Tabelle 8: Anzahl von Schulen und Krankenhäusern in den Pegelbereichen | 10 |
| Tabelle 9: Belastete Einwohner durch Umgebungslärm von Straßenverkehr | 11 |
| Tabelle 10: Belastete Einwohner durch Umgebungslärm von Straßenbahnen | 11 |
| Tabelle 11: Pegelkategorien zur Ermittlung der Anzahl an Belasteten [dB(A)] | 15 |
| Tabelle 12: Prognoseergebnisse zur Anzahl belasteter – Ersatzneubau Strombrückenzug | 16 |
| Tabelle 13: Prognoseergebnisse zur Anzahl belasteter – Tunnelbau Damaschkeplatz | 19 |
| Tabelle 14: Standard-Pegelklassen zur Bewertung potentiell ruhiger Gebiete | 23 |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Bild 1: Übersichtslageplan des digitalen akustischen Modells zum Ersatzneubau Strombrückenzug – Ausbauzustand ohne Ersatzneubau | 17 |
| Bild 2: Übersichtslageplan des digitalen akustischen Modells zum Ersatzneubau Strombrückenzug – Ausbauzustand mit Ersatzneubau | 18 |
| Bild 3: Übersichtslageplan des digitalen akustischen Modells zum Ersatzneubau Strombrückenzug – Ausbauzustand ohne Tunnelneubau | 20 |
| Bild 4: Übersichtslageplan des digitalen akustischen Modells zum Ersatzneubau Strombrückenzug – Ausbauzustand mit Tunnelneubau | 21 |
| Bild 5: Standard-Pegelklassen für den L_{DEN} zur Bewertung potentiell ruhiger Gebiete im Stadtgebiet Magdeburg | 24 |

1. Aufgabenstellung

Für die Landeshauptstadt Magdeburg wurde ein schalltechnisches Gutachten (ECO 16118 vom 19.06.2018) zur Lärmkartierung nach 34. BImSchV unter Berücksichtigung aller Straßen im Stadtgebiet erstellt. Auf der Basis dieser Daten und Ergebnisse stellt die Landeshauptstadt Magdeburg einen Lärmaktionsplan auf. Dieser hat die folgenden Punkte zum Ziel:

- Reduzierung der Betroffenenzahlen durch Straßenverkehrslärm
- Ausweisung von ruhigen Gebieten

2. Unterlagen

Normen und Richtlinien

- /1/ RICHTLINIE 2002/49/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm, 25. Juni 2002
- /2/ BImSchG - Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 18. Juli 2017 (BGBl. I S. 2771) geändert worden ist
- /3/ TA Lärm - Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen - Lärm vom 26. Aug. 1998 (GMBI Nr. 26/1998 S. 503), zuletzt geändert durch Bekanntmachung des BMUB vom 01.06.2017 (BAAnz AT 08.06.2017 B5)
- /4/ 34. BImSchV - Vierunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Lärmkartierung) vom 6. März 2006 (BGBl. I S. 516), die durch Artikel 84 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist
- /5/ DIN ISO 9613-2:1999-10 Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien; Teil 2; Allgemeines Berechnungsverfahren (Oktober 1999)
- /6/ Richtlinie für den Lärmschutz an Straßen RLS-90, bekannt gemacht im Verkehrsblatt, Amtsblatt des Bundesministeriums für Verkehr (VkB) Nr. 7 vom 14. April 1990 unter lfd. Nr. 79
- /7/ Schall 03 – Berechnung des Beurteilungspegels für Schienenwege, 16. BImSchV, Anlage 2 (zu §4), Fassung vom 18.12.2014, gültig ab 01.01.2015
- /8/ Vorläufige Berechnungsmethoden für den Umgebungslärm an Straßen (VBUS), Bundesanzeiger Nr. 154a, 17. August 2006
- /9/ Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm (VBEB), Bundesanzeiger Nr. 57, 20. April 2007

Sonstige Unterlagen

- /10/ Lärmkartierung und ruhige Gebiete, M. Jäschke, Dissertation, TU Dresden, 04.11.2012
- /11/ Aufstellung und Umsetzung des Lärmaktionsplans nach Maßgabe der Umgebungslärm-RL 2002/49/EG, Prof. Dr. Dr. J. Berkemann
- /12/ Urteil 10 S 2449/17, VGH Baden-Württemberg, 17.07.2018
- /13/ ECO15017-1 – Schalltechnische Untersuchung für den Straßenverkehr für die Variante V6a des Bauvorhabens „Ersatzneubau Strombrückenzug“ der Landeshauptstadt Magdeburg (Oktober 2015)
- /14/ ECO16118 – 3. Stufe der Lärmkartierung für die Landeshauptstadt Magdeburg, ECO Akustik, Stand: 19.06.2018
- /15/ Schalltechnische Untersuchung der ISU Plan Planungsgruppe für Immissionsschutz Stadtplanung Umweltplanung – Ausbau Eisenbahnknoten Magdeburg, 2. Ausbaustufe, Eisenbahnüberführung Ernst-Reuter-Allee (Juni 2010)

3. Rechtliche Grundlagen

Im Folgenden wird stichpunktartig die rechtliche Ausgangssituation für die Lärmaktionsplanung beschrieben.

Mit der Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm (Umgebungslärmrichtlinie /1/) hat der europäische Richtliniengeber die Lärmbekämpfung zu einem weiteren zentralen Gegenstand der Umweltpolitik erhoben. Im Mittelpunkt stehen Aktionspläne auf der Grundlage der Ergebnisse von Lärmkarten (Lärmkartierung) mit dem Ziel, den Umgebungslärm so weit erforderlich und insbesondere in Fällen, in denen das Ausmaß der Belastung gesundheitsschädliche Auswirkungen haben kann, zu verhindern und zu mindern und die Umweltqualität in den Fällen zu erhalten, in denen sie zufrieden stellend ist (z.B. Ruhige Gebiete).

Zuständig für die Erstellung von Lärmaktionsplänen sind die Gemeinden oder die nach Landesrecht zuständige Behörde (§47e Abs. 1 BImSchG /2/). Anhang V der Umgebungslärmrichtlinie gibt an, welchen Inhalt ein Lärmaktionsplan „mindestens“ haben müsse.

Die Beteiligung anderer Fachbehörden ist in §47d BImSchG nicht ausdrücklich normiert, sondern setzt diese als selbstverständlich voraus. Darüber hinaus ist jedoch nicht vorgesehen, dass Entscheidungen nur im „Einvernehmen“ mit den umsetzenden Trägern öffentlicher Verwaltung, also im Sinne einer Willensübereinstimmung, ergehen dürfen. /11/

Die Beteiligung der Öffentlichkeit hat richtliniengemäß rechtzeitig und effektiv die Möglichkeit zu erhalten, an der Ausarbeitung und der Überprüfung der Lärmaktionspläne mitzuwirken. Das erfordert informationsbezogene Kenntnisse der Öffentlichkeit in einer Phase der Aufstellung. Das bedeutet, dass wesentliche Planunterlagen öffentlich ausgelegt werden müssen. Die Gelegenheit zur Einsichtnahme muss eröffnet werden.

Der Aktionsplan hat ein Maßnahmenbündel der zuvor beschriebenen und bewerteten Problemlage zu entwickeln. Die möglichen Maßnahmen sind unabhängig von ihrer sofortigen Realisierungsmöglichkeit festzulegen. Das schließt umfangreiche, teilweise langfristige, Infrastrukturmaßnahmen ein. Dazu muss ein „echter“ Fachplan hergestellt werden. Das schließt vage, „politisch“ motivierte Versprechungen oder allgemeine Vorbehalte einer späteren Umsetzung, etwa je nach „Finanzlage“, gemeinschaftsrechtlich aus.

Welche Maßnahmen festgelegt werden, stellt § 47d Abs. 1 Satz 3 BImSchG "in das Ermessen der zuständigen Behörde". Die Ermessensentscheidung findet nicht auf der Ebene der Umsetzung, sondern auf der Ebene der Maßnahmenfestlegung statt. Ein Zeitrahmen wird dazu nicht angegeben. Die RL 2002/49/EG /1/ setzt stillschweigend voraus, dass aufgestellte Lärmaktionspläne in einem überschaubaren Zeitraum umgesetzt werden. Darauf deuten bereits die in der Richtlinie vorgesehenen Berichtspflichten hin. Aktiver

und passiver Schallschutz sind in ihren Wirkungen zu berücksichtigen. Der Reduzierung von Schall-Emissionen besitzt Priorität. Dazu können auch Maßnahmen der Verkehrslenkung und der Geschwindigkeitsbegrenzung gehören.

Aus dem Aktionsplan soll – auch die informierte Öffentlichkeit – eine langfristige Strategie der "Lärmbekämpfung" erkennen können.

Die Pflicht zur Umsetzung der Lärmaktionspläne ergibt sich nur aus der in §47d Abs. 6 BImSchG gesetzlich angeordneten "entsprechenden" Geltung des § 47 Abs. 6 BImSchG /11/. Diese für die Umsetzung der Lärmaktionspläne zentrale Bestimmung lautet:

"Die Maßnahmen, die Pläne nach den Absätzen 1 bis 4 festlegen, sind durch Anordnungen oder sonstige Entscheidungen der zuständigen Träger öffentlicher Verwaltung nach diesem Gesetz oder nach anderen Rechtsvorschriften durchzusetzen. Sind in den Plänen planungsrechtliche Festlegungen vorgesehen, haben die zuständigen Planungsträger dies bei ihren Planungen zu berücksichtigen." /2/

In seinem Urteil /12/ hat der VGH Baden-Württemberg folgenden Leitsatz formuliert:

„Die Fachbehörden sind zur Umsetzung in Lärmaktionsplänen rechtmäßig festgelegter Lärmminderungsmaßnahmen verpflichtet, ohne dass ihnen ein nach den fachrechtlichen Eingriffsnormen zustehendes Ermessen verbliebe.“

In der Urteilsbegründung heißt es unter 27 aa):

„Die Fachbehörden sind grundsätzlich an die nicht-planungsrechtlichen Festlegungen in Lärmaktionsplänen gebunden, zu deren Umsetzung sie gemäß § 47d Abs. 6 i. V. m. § 47 Abs. 6 Satz 1 BImSchG verpflichtet sind. Während planungsrechtliche Festlegungen von den Planungsträgern lediglich angemessen berücksichtigt werden müssen (§ 47d Abs. 6 i. V. m. § 47 Abs. 6 Satz 2 BImSchG), sind konkret festgelegte (Einzel-) Maßnahmen wie hier danach durch Anordnungen oder sonstige Entscheidungen der zuständigen Träger öffentlicher Verwaltung nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz oder nach anderen Rechtsvorschriften durchzusetzen. Lärmaktionspläne entfalten damit "... „ die gleiche - hohe - Bindungswirkung wie Luftreinhaltepläne.“

4. Ergebnisse der 3. Stufe der Lärmkartierung

4.1 Straßenverkehr

Für die 3. Stufe der Lärmkartierung wurden im Rahmen des schalltechnischen Gutachtens ECO 16118 /13/ die im Stadtgebiet zu erwartenden Schall-Immissionen durch den Kfz-Verkehr auf öffentlichen Straßen nach den Vorgaben der 34. BImSchV /4/ berechnet. Dazu standen die folgenden Eingangsdaten zur Verfügung:

Tabelle 1: Eingangsdaten für die Lärmkartierung

| Art der Daten | Quelle |
|---------------------------------------|--|
| Digitales Geländemodell (DGM1) | AZ: C22-6009725-2017, Landesamt für Vermessung und Geoinformation Sachsen-Anhalt, Stand 2017 |
| 3D Gebäudemodell (LoD1) | |
| Hauskoordinaten | |
| Digitale Orthophotos (DOP) | Stadtplanungsamt, April 2017 |
| Daten aus dem digitalen Stadtmodell | |
| Straßenverkehrszählungen 2010 – 2016 | Stadtplanungsamt, Dez. 2016 |
| Einwohner hausnummerngenau | Landeshauptstadt Magdeburg, Stand 2016 |
| Typisierte Straßennetzklassifizierung | Umweltamt Magdeburg, 27.10.2016 |

Detaillierte Angaben zur Modellbildung können dem Gutachten ECO 16118 /13/ entnommen werden. Aus den Eingangsdaten wurden über ein akustisches Modell des Stadtgebietes die Belastetenzahlen wie folgt ermittelt:

- Als Wohngebäude werden die Gebäude betrachtet, zu denen eine Einwohnerzahl größer Null vorliegt
- um die Wohngebäude werden im digitalen akustischen Modell umlaufende Immissionspunkte auf der Gebäudefassade etagenweise festgelegt
- die Einwohnerzahl eines Gebäudes wird gleichmäßig auf die Anzahl der Immissionspunkte des Gebäudes verteilt, so dass man einer Zahl von Einwohnern pro Immissionspunkte für jedes Gebäude erhält
- durch eine punktuelle Schallausbreitungsrechnung nach VBUS /6/ werden die Immissionspegel (L_{DEN} , L_{Night}) für die festgelegten Immissionspunkte berechnet
- die Immissionspunkte bzw. Einwohnerzahlen werden für jedes Gebäude anhand der berechneten Immissionspegel den zugehörigen Pegelbereichen zugeordnet
- die Zahl der belasteten Einwohner wird für die jeweiligen Pegelbereiche zusammengefasst

Damit ergeben sich in der 3. Stufe der Lärmkartierung die folgenden Belastetenzahlen in den Pegelbereichen:

Tabelle 2: Anzahl der betroffenen Einwohner in den Pegelbereichen auf ganze Zahlen gerundet /13/

| Intervall | | belastete Einwohner | |
|-----------|------|---------------------|--------------------|
| von | bis | L _{DEN} | L _{NIGHT} |
| | <50 | 104699 | 196512 |
| 50 | < 55 | 50944 | 27372 |
| 55 | < 60 | 43339 | 13278 |
| 60 | < 65 | 27741 | 1313 |
| 65 | < 70 | 10943 | 60 |
| 70 | < 75 | 829 | 0 |
| > 75 | | 39 | 0 |

Weiterhin wurden die Flächen der lärmbelasteten Gebiete für den Lärmindex L_{DEN} berechnet:

Tabelle 3: Flächengrößen für die Pegelbereiche des Lärmindex L_{DEN} /13/

| Intervall L _{DEN} | | betroffene Flächen | |
|----------------------------|------|--------------------|--------------------|
| von | bis | [m ²] | [km ²] |
| 55 | < 65 | 31.108.665 | 31,1 |
| 65 | < 75 | 10.493.354 | 10,5 |
| 75 | > 75 | 996.586 | 1,0 |

Eine Klassierung der an Schulen und Krankenhäuser berechneten Mittelungspegel ergab die folgende Anzahl von Gebäuden in den Pegelbereichen:

Tabelle 4: Anzahl von Schulen und Krankenhäusern in den Pegelbereichen /13/

| Intervall L _{DEN} | | betroffene | betroffene |
|----------------------------|------|------------|------------|
| von | bis | Schulen | Krankenh. |
| 55 | < 65 | 21 | 22 |
| 65 | < 75 | 6 | 0 |
| 75 | > 75 | 0 | 0 |

4.2 Schienenverkehr – Straßenbahn

In der 3. Stufe der Lärmkartierung (2017) wurde für die Straßenbahn keine erneute schalltechnische Erfassung und Berechnung durchgeführt, da sich keine Änderungen am Straßenbahnnetz seit 2012 ergeben haben. Die dargestellten Belastetenzahlen stammen daher aus dem Gutachten ECO 12076 (2012).

Tabelle 5: Anzahl der betroffenen Einwohner in den Pegelbereichen auf ganze Zahlen gerundet

| Intervall | | belastete Einwohner | |
|-----------|------|---------------------|--------------------|
| von | bis | L _{DEN} | L _{NIGHT} |
| 50 | < 55 | - | 4.379 |
| 55 | < 60 | 3.787 | 2.933 |
| 60 | < 65 | 5.040 | 203 |
| 65 | < 70 | 2.548 | 0 |
| 70 | < 75 | 9 | 0 |
| 75 | >75 | 0 | 0 |
| Summe | | 11.383 | 7.515 |

Tabelle 6: Anzahl der betroffenen Wohnungen in den Pegelbereichen

| Intervall L _{DEN} | | belastete | betroffene |
|----------------------------|------|-----------|------------|
| von | bis | Einwohner | Wohnungen |
| 55 | < 65 | 8.826 | 4.203 |
| 65 | < 75 | 2.557 | 1.218 |
| 75 | > 75 | 0 | 0 |
| Summe | | 11.383 | 5.421 |

Tabelle 7: Flächengrößen für die Pegelbereiche des Lärmindex L_{DEN}

| Intervall L _{DEN} | | betroffene Flächen | |
|----------------------------|------|--------------------|--------------------|
| von | bis | [m ²] | [km ²] |
| 55 | < 65 | 3.285.400 | 3,3 |
| 65 | < 75 | 1.617.900 | 1,6 |
| 75 | > 75 | 3.900 | 0,0 |
| Summe | | 4.907.200 | 4,9 |

Tabelle 8: Anzahl von Schulen und Krankenhäusern in den Pegelbereichen

| Intervall L _{DEN} | | betroffene | betroffene |
|----------------------------|------|------------|------------|
| von | bis | Schulen | Krankenh. |
| 55 | < 65 | 8 | 14 |
| 65 | < 75 | 1 | 2 |
| 75 | > 75 | 0 | 0 |
| Summe | | 9 | 16 |

5. Bewertung der Ergebnisse der Lärmkartierung

Tabelle 9: Belastete Einwohner durch Umgebungslärm von Straßenverkehr

| Intervall | | belastete Einwohner durch Straßenlärm | | | |
|--------------|------|---------------------------------------|-------|----------------|-------|
| von | bis | LDEN | % | LNIGHT | % |
| | <50 | 104.699,1 | 43,9% | 196.511,6 | 82,4% |
| 50 | < 55 | 50.943,6 | 21,4% | 27.371,6 | 11,5% |
| 55 | < 60 | 43.339,0 | 18,2% | 13.277,6 | 5,6% |
| 60 | < 65 | 27.741,1 | 11,6% | 1.313,0 | 0,6% |
| 65 | < 70 | 10.943,4 | 4,6% | 60,1 | 0,0% |
| 70 | < 75 | 828,6 | 0,3% | - | 0,0% |
| > 75 | | 39,2 | 0,0% | - | 0,0% |
| Summe | | 238.534 | | 238.534 | |

Ein Vergleich mit den Belastetenzahlen aus der vorherigen Stufe der Lärmkartierung (2012) ist deshalb nicht sinnvoll möglich, da der Untersuchungsumfang von 2012 (alle Hauptverkehrsstraßen >3 Mio. Kfz/Jahr) auf das gesamte Straßennetz der LH Magdeburg in 2017 ausgedehnt wurde.

Tabelle 10: Belastete Einwohner durch Umgebungslärm von Straßenbahnen

| Intervall | | belastete Einwohner durch Straßenbahn | | | |
|--------------|------|---------------------------------------|-------|----------------|-------|
| von | bis | LDEN | % | LNIGHT | % |
| | < 55 | 227.150,9 | 95,2% | 235.398,4 | 98,7% |
| 55 | < 60 | 3.786,5 | 1,6% | 2.932,7 | 1,2% |
| 60 | < 65 | 5.039,7 | 2,1% | 202,8 | 0,1% |
| 65 | < 70 | 2.547,6 | 1,1% | - | 0,0% |
| 70 | < 75 | 9,3 | 0,0% | - | 0,0% |
| > 75 | | - | 0,0% | - | 0,0% |
| Summe | | 238.534 | | 238.534 | |

Für die übrigen Lärmarten (Fluglärm, Gewerbe) fanden keine Untersuchungen im Rahmen der Lärmkartierung statt.

Aufgrund des hohen Anteils an straßenbegleitender Wohnbebauung in Verbindung mit einer hohen Verkehrsbelegung (Straßenverkehr, Straßenbahn) wurden die folgenden Straßen als Schwerpunkte vorhandener Lärmprobleme festgelegt:

- Schönebecker Straße
- Alt Fermersleben
- Alt Salbke

6. Bereits vorhandene oder geplante Maßnahmen zur Lärminderung

6.1 Vorbemerkungen

Nach Angaben des Auftraggebers sind in der Stadt Magdeburg aktuell folgende Maßnahmen zur Lärminderung in Umsetzung oder in Planung:

- (1) Ersatzneubau Strombrückenzug
- (2) Tunnelbau Damaschkeplatz
- (3) MVB-Straßenbahn
- (4) Lärmschutzwand Magdeburger Ring / Umfassungsstraße

Für die Maßnahmen (1) und (2) wurden digitale akustische Modelle inkl. Hindernisstruktur (Gebäude, Höhenmodell) der jeweiligen Untersuchungsgebiete erstellt. Auf Basis dieser Modelle wurden dann schalltechnische Berechnungen zur Ermittlung der Anzahl belasteter mit und ohne Umsetzung der Lärminderungsmaßnahme durchgeführt. Dies dient der Darstellung der Auswirkungen der Lärminderungsmaßnahme. Hierfür wurden ausschließlich die sich im Vergleich zum aktuellen Ausbauzustand verändernden Straßen- und Schienenverkehrswege im Untersuchungsgebiet digitalisiert.

Hinsichtlich der Emissionsansätze für den Straßenverkehrslärm (Kfz) wurden die letzten bekannten DTV-Daten für Prognosehorizonte herangezogen. Für die Emissionen des Schienenverkehrslärms (Straßenbahn) im geplanten Ausbauzustand wird von gleichen Fahrthäufigkeiten wie im aktuellen Ausbauzustand ausgegangen.

6.2 Berechnungsverfahren

6.2.1 Straßenverkehrslärm – RLS-90

Die Emissionen und Immissionen des Straßenverkehrslärms werden im vorliegenden Gutachten entsprechend der Berechnungsvorschriften der Richtlinie für den Lärmschutz an Straßen RLS-90 /6/ bestimmt. Der Beurteilungspegel L_r einer Straße, errechnet sich nach der RLS-90 aus dem Mittelungspegel L_m wie folgt:

$$L_r = L_m + K.$$

Der Zuschlag K ergibt sich aus der Störwirkung von lichtzeichengeregelten Kreuzungen und Einmünden und ist abhängig von deren Abstand zu den untersuchten Immissionsorten (siehe Tabelle 2 in der RLS-90). Der Mittelungspegel einer Straße ergibt sich wie folgt:

$$L_m = L_{m,E} + D_{s\perp} + D_{BM} + D_B$$

| | | |
|-----|--------------|---|
| mit | $L_{m,E}$ | Emissionspegel |
| | $D_{s\perp}$ | Pegeländerung nach RLS-90 zur Berücksichtigung des Abstandes und der Luftabsorption |
| | D_{BM} | Pegeländerung nach RLS-90 zur Berücksichtigung der Boden- und Meteorologiedämpfung |
| | D_B | Pegeländerung nach RLS-90 durch topographische Gegebenheiten und bauliche Maßnahmen |

Der Emissionspegel $L_{m,E}$ ist der Mittelungspegel in 25 m Abstand von der Straßenachse bei freier Schallausbreitung. Er wird entsprechend RLS-90 aus der Verkehrsstärke, dem Lkw-Anteil, der zulässigen

Höchstgeschwindigkeit, der Art der Straßenoberfläche und der Steigung des Straßenabschnittes berechnet (im vorliegenden Fall tags, abends und nachts):

$$L_{m,E} = L_m^{(25)} + D_V + D_{StrO} + D_{Stg} + D_E$$

| | | |
|-----|--------------|---|
| mit | D_V | Korrektur nach Gl. (8) der RLS 90 für von 100 km/h abweichende zulässige Höchstgeschwindigkeiten |
| | D_{StrO} | Korrektur nach Tabelle 4 der RLS-90 für unterschiedliche Straßenoberflächen (Werte von 0 bei nicht geriffelten Gussasphalten bis 6 bei nicht ebenen Pflasteroberflächen) |
| | D_{Stg} | Zuschlag nach Gl. (9) der RLS-90 für Steigungen und Gefälle (nur > 5 %) |
| | D_E | Korrektur bei Spiegelschallquellen (zur Berücksichtigung der Reflexionen) |
| | $L_m^{(25)}$ | der Mittelungspegel in 25 m Abstand bei Wegfall obiger Korrekturen und Zuschläge. |

Der Mittelungspegel in 25 m Abstand ergibt sich aus der maßgebenden stündlichen Verkehrsstärke M und dem maßgebenden Lkw-Anteil über 2,8 t in % nach der Gleichung:

$$L_m^{(25)} = 37,3 + 10 \cdot \log[M \cdot (1 + 0,082 \cdot p)]$$

Dabei ist 37,3 dB(A) der rechnerische Mittelungspegel in 25 m Abstand für eine Pkw-Vorbeifahrt je Stunde ($M = 1/h$; $p = 0$) mit der Geschwindigkeit 100 km/h.

Die maßgebende Verkehrsstärke M ist der auf den Beurteilungszeitraum bezogene Mittelwert über alle Tage des Jahres der einen Straßenquerschnitt stündlich passierenden Kraftfahrzeuge. Dieser Wert ergibt sich aus dem Jahresmittelwert der durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärke (DTV) der einen Straßenquerschnitt täglich passierenden Kraftfahrzeuge.

Die Beurteilungspegel wurden für jedes Gebäude etagenweise ermittelt. Die Abstände zwischen den Etagen betragen 3 m.

6.2.2 Schienenverkehrslärm – Schall 03

Der Schienenverkehrslärm, im vorliegenden Fall Straßenbahn-Fahrverkehr, wird im digitalen akustischen Modell unter Heranziehung der Schall 03 /7/ abgebildet. Gerechnet wird im Oktavband. Die Fahrzeugemissionen setzen sich dabei aus Fahr- und Aggregatgeräuschen zusammen, welche in verschiedenen Höhen oberhalb der Geländeoberkante emittieren. Im Rahmen der Emissionsermittlung fließen weiterhin Korrekturen hinsichtlich der Fahrgeschwindigkeit, der Fahrbahnart sowie für Brückenüberfahrten ein. Der rechnerische Zusammenhang ist komplex.

Der linienbezogene Schalleistungspegel $L_{W'}^i$ (Schallabstrahlung eines 1 m-Elementes) stellt sich wie folgt dar:

$$L_{W'A,f,h,m,Fz} = a_{A,h,m,Fz} + \Delta a_{f,h,m,Fz} + 10 \lg \frac{n_Q}{n_{Q,0}} \text{ dB} + b_{f,h,m} \lg \left(\frac{v_{Fz}}{v_0} \right) \text{ dB} + \sum_c (c1_{f,h,m,c} + c2_{f,h,m,c}) + \sum_k K_k$$

| | | |
|-----|--|---|
| mit | $L_{W'A,f,h,m,Fz}$ | A-bewerteter längenbezogener Schalleistungspegel im Oktavband f , im Höhenbereich h , infolge einer Teil-Schallquelle m , für eine Fahrzeugeinheit der Fahrzeugkategorie Fz je Stunde [dB(A)/m] |
| | $a_{A,h,m,Fz}$ | A-bewerteter Gesamtpegel der längenbezogenen Schalleistung bei der Bezugsgeschwindigkeit $v_0 = 100$ km/h auf Schwellengleis mit durchschnittlichem Fahrflächenzustand, nach Beiblatt 1 und 2 [dB] |
| | $\Delta a_{f,h,m,Fz}$ | Pegeldifferenz im Oktavband f , nach Beiblatt 1 und 2, in dB, n_Q Anzahl der Schallquellen der Fahrzeugeinheit nach Nummer 4.1 bzw. 5.1 |
| | $n_{Q,0}$ | Bezugsanzahl der Schallquellen der Fahrzeugeinheit nach Nummer 4.1 bzw. 5.1 |
| | $b_{f,h,m}$ | Geschwindigkeitsfaktor nach Tabelle 6 bzw. 14 |
| | v_{Fz} | Geschwindigkeit nach Nummer 4.3 bzw. 5.3.2 [km/h] |
| | v_0 | Bezugsgeschwindigkeit, $v_0 = 100$ km/h |
| | $\sum_c (c1_{f,h,m,c} + c2_{f,h,m,c})$ | Summe der c Pegelkorrekturen für Fahrbahnart ($c1$) nach Tabelle 7 bzw. 15 und Fahrfläche ($c2$) nach Tabelle 8 [dB] |
| | $\sum_k K_k$ | Summe der k Pegelkorrekturen für Brücken nach Tabelle 9 bzw. 16 und die Auffälligkeit von Geräuschen nach Tabelle 11 [dB] |
| | A | Ausbreitungs-Dämpfungsmaß [dB] |
| | k | Zähler für Pegelkorrekturen K |
| | K | Pegelkorrekturen [dB] |

Hinsichtlich der Fahrzeugart wird von einem Straßenbahn-Niederflurfahrzeug mit 8 Achsen ausgegangen. Die höchstzulässige Fahrgeschwindigkeit beträgt 50 km/h. Die Fahrbahnart wird als straßenbündiger Bahnkörper, die Brückenüberfahrten aus Rillenschienen angesetzt. Gleisabschnitte mit Kurvenradien von < 200 m werden mit erhöhten Schallemissionen berücksichtigt. Weiterhin wird auch das Gleisgefälle berücksichtigt.

Die Schallausbreitungsrechnung erfolgt mittels eines Ausbreitungsdämpfungsmaßes unter Berücksichtigung der geometrischen Schallausbreitung, der Luftabsorption, des Bodeneinflusses sowie ggf. vorhandenen Abschirmungen, Reflexionen und Absorptionsverlusten an Hindernissen.

Ein Schienenbonus von -5 dB zur Berücksichtigung der geringeren Störwirkung des Schienenverkehrslärms entsprechend des bisherigen Berechnungsverfahrens der Schall 03 [1990] ist seit dem 1. Januar 2019 für Straßenbahnen nicht mehr zu verwenden¹.

¹ Die Anwendung der Pegelkorrektur wurde in § 3 in Verbindung mit Anlage 2 der Verkehrslärm-Schutzverordnung vom 12. Juni 1990 (BGBl. I S. 1036) festgelegt und durch das Elfte Gesetz zur Änderung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes vom 2. Juli 2013 (BGBl. I S. 1943) mit Wirkung zum 1. Januar 2015 für Eisenbahnen und zum 1. Januar 2019 für Straßenbahnen abgeschafft (vgl. § 43 Absatz 2 Satz 2 und 3 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes). Dabei ist § 43 Absatz 1 Satz 2 und 3 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes – BImSchG zu beachten:

„Der in den Rechtsverordnungen auf Grund des Satzes 1 zur Berücksichtigung der Besonderheiten des Schienenverkehrs vorgesehene Abschlag von 5 Dezibel (A) ist ab dem 1. Januar 2015 und für Schienenbahnen, die ausschließlich der Verordnung über den Bau und Betrieb der Straßenbahnen vom 11. Dezember 1987 (BGBl. I S. 2648) unterliegen, ab dem 1. Januar 2019 nicht mehr anzuwenden, soweit zu diesem Zeitpunkt für den jeweiligen Abschnitt eines Vorhabens das Planfeststellungsverfahren noch nicht eröffnet ist und die Auslegung des Plans noch nicht öffentlich bekannt gemacht wurde. Von der Anwendung des in Satz 2 genannten Abschlags kann bereits vor dem 1. Januar 2015 abgesehen werden, wenn die damit verbundenen Mehrkosten vom Vorhabenträger oder dem Bund getragen werden.“

6.2.3 Lärmindizes L_{DEN} und L_{Night} – 34. BImSchV

Die Lärmindizes L_{Day}, L_{Evening} und L_{Night} (zusammen L_{DEN}) entsprechen im vorliegenden Gutachten den gemäß RLS-90 und Schall 03 ermittelten Beurteilungspegeln L_r (energetische Summe aus Straßen- und Schienenverkehrslärm) in den Beurteilungszeiträumen Tag, Abend und Nacht. Die Beurteilungszeiträume sind wie folgt festgelegt:

- L_{Day} 12 h, beginnend um 6 Uhr
- L_{Evening} 4 h, beginnend um 18 Uhr
- L_{Night} 8 h, beginnend um 22 Uhr

Der Lärmindex L_{DEN} wird entsprechend 34. BImSchV unter Heranziehung folgender Gleichung ermittelt:

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

6.2.4 Anzahl an Belasteten – VBEB

Als Belastete werden im vorliegenden Gutachten die Einwohner bezeichnet, welchen folgenden Pegelkategorien zugeordnet werden können:

Tabelle 11: Pegelkategorien zur Ermittlung der Anzahl an Belasteten [dB(A)]

| | | | | | | |
|-----|------------|------------|------------|------------|------------|-----|
| <50 | 50 bis <55 | 55 bis <60 | 60 bis <65 | 65 bis <70 | 70 bis <75 | ≥75 |
|-----|------------|------------|------------|------------|------------|-----|

Die Zuordnung erfolgt für jeden Immissionspunkt eines Gebäudes wie folgt:

- (1) Ermittlung der Lärmindizes L_{DEN} und L_{Night} je Immissionspunkt,
- (2) Ermittlung der Anzahl an Einwohnern je Immissionspunkt $\left(\frac{\text{Anzahl Einwohner im Gebäude}}{\text{Anzahl Immissionspunkte}} \right)$,
- (3) Immissionspunktweise Zuordnung der Einwohner entsprechend o. g. Pegelkategorien.

Die Anzahl an Einwohnern je Gebäude wurde durch die Landeshauptstadt Magdeburg im Rahmen der 3. Stufe der Lärmkartierung /14/ zur Verfügung gestellt und im vorliegenden Gutachten wiederverwendet.

6.3 Ersatzneubau Strombrückenzug

Die Grundlage für das digitale akustische Modell des Strombrückenzugs basiert auf dem Modell des schalltechnischen Gutachtens ECO 15017 „Schalltechnische Untersuchung gemäß 16. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Lärmvorsorge), Ersatzneubau Strombrückenzug der Landeshauptstadt Magdeburg“ /13/ (Variante V6a).

Hinsichtlich der Emissionsansätze für den Straßenverkehrslärm werden die im Rahmen des Gutachtens ECO 15017 verwendeten und seinerzeit vom Stadtplanungsamt der Landeshauptstadt Magdeburg übermittelten DTV-Zahlen des Prognosehorizontes für das Jahr 2030 angesetzt.

Für die Emissionen des Schienenverkehrslärms (Straßenbahn) im geplanten Ausbauzustand wurden ebenfalls die Ansätze des Gutachtens ECO 15017 herangezogen. Diese beruhen auf Prognoseannahmen der Magdeburger Verkehrsbetriebe GmbH & Co. KG (MVB).

Die folgende Tabelle beinhaltet einen Vergleich der Anzahl an Belasteten mit und ohne Umsetzung des Ersatzneubaus Strombrückenzug:

Tabelle 12: Prognoseergebnisse zur Anzahl belasteter – Ersatzneubau Strombrückenzug

| Intervall | | L _{DEN} | | | L _{NIGHT} | | |
|-----------|-----|------------------|-------|-----------|--------------------|-------|-----------|
| von | bis | Ist | Plan | Reduktion | Ist | Plan | Reduktion |
| | | | | um | | | um |
| | <50 | 2.384 | 2.539 | | 2.930 | 3.042 | |
| 50 | <55 | 302 | 288 | 5% | 196 | 178 | 9% |
| 55 | <60 | 257 | 233 | 9% | 105 | 44 | 58% |
| 60 | <65 | 207 | 166 | 20% | 72 | 40 | 44% |
| 65 | <70 | 82 | 53 | 35% | 0 | 0 | 0% |
| 70 | <75 | 73 | 27 | 63% | 0 | 0 | 0% |
| ≥75 | | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0% |

Auf den folgenden beiden Seiten sind Übersichtslagepläne des Untersuchungsgebietes dargestellt. Diese enthalten die Straßen- und Schienenverkehrswegführung mit und ohne Umsetzung des Ersatzneubaus Strombrückenzug.



Bild 1: Übersichtslageplan des digitalen akustischen Modells zum Ersatzneubau Strombrückenzug – Ausbauzustand ohne Ersatzneubau



Bild 2: Übersichtslageplan des digitalen akustischen Modells zum Ersatzneubau Strombrückenzug – Ausbauzustand mit Ersatzneubau

6.4 Tunnelbau Damaschkeplatz

Das digitale akustische Modell des Tunnels am Damaschkeplatz im geplanten Ausbauzustand wurde auf Basis des uns von der Landeshauptstadt Magdeburg übermittelten schalltechnischen Gutachtens der Fa. ISU Plan /15/ erstellt. Im Rahmen der Digitalisierung der Schallquellen im Modell wurden auch die besonderen Geländeeigenschaften der Tunnelein- und Tunnelausfahrten berücksichtigt.

Die zur Ermittlung der Emissionen erforderlichen DTV-Zahlen und prozentualen Lkw-Anteile wurden dem schalltechnischen Gutachten der Fa. ISU Plan /15/ entnommen. Diese Eingangsdaten beruhen auf Angaben des Stadtplanungsamtes (2008) sowie dem Straßenbahnbetriebsprogramm (2015) der Landeshauptstadt Magdeburg.

Die folgende Tabelle beinhaltet einen Vergleich der Anzahl an Belasteten mit und ohne Umsetzung des Ersatzneubaus Strombrückenzug:

Tabelle 13: Prognoseergebnisse zur Anzahl belasteter – Tunnelbau Damaschkeplatz

| Intervall | | L _{DEN} | | | L _{NIGHT} | | |
|-----------|-----|------------------|------|-----------------|--------------------|-------|-----------------|
| von | bis | Ist | Plan | Reduktion um | Ist | Plan | Reduktion um |
| | <50 | 866 | 893 | | 1.010 | 1.018 | |
| 50 | <55 | 107 | 95 | 11% | 43 | 40 | 7% |
| 55 | <60 | 43 | 36 | 16% | 3 | 3 | 0% |
| 60 | <65 | 40 | 35 | 13% | 4 | 3 | 25% |
| 65 | <70 | 2 | 2 | 0% | 4 | 0 | 100% |
| 70 | <75 | 4 | 3 | 25% | 0 | 0 | 0% |
| ≥75 | | 3 | 0 | 100% | 0 | 0 | 0% |

Auf den folgenden beiden Seiten sind Übersichtslagepläne des Untersuchungsgebietes dargestellt. Diese enthalten die Straßen- und Schienenverkehrswegführung mit und ohne Umsetzung des Tunnelbaus.

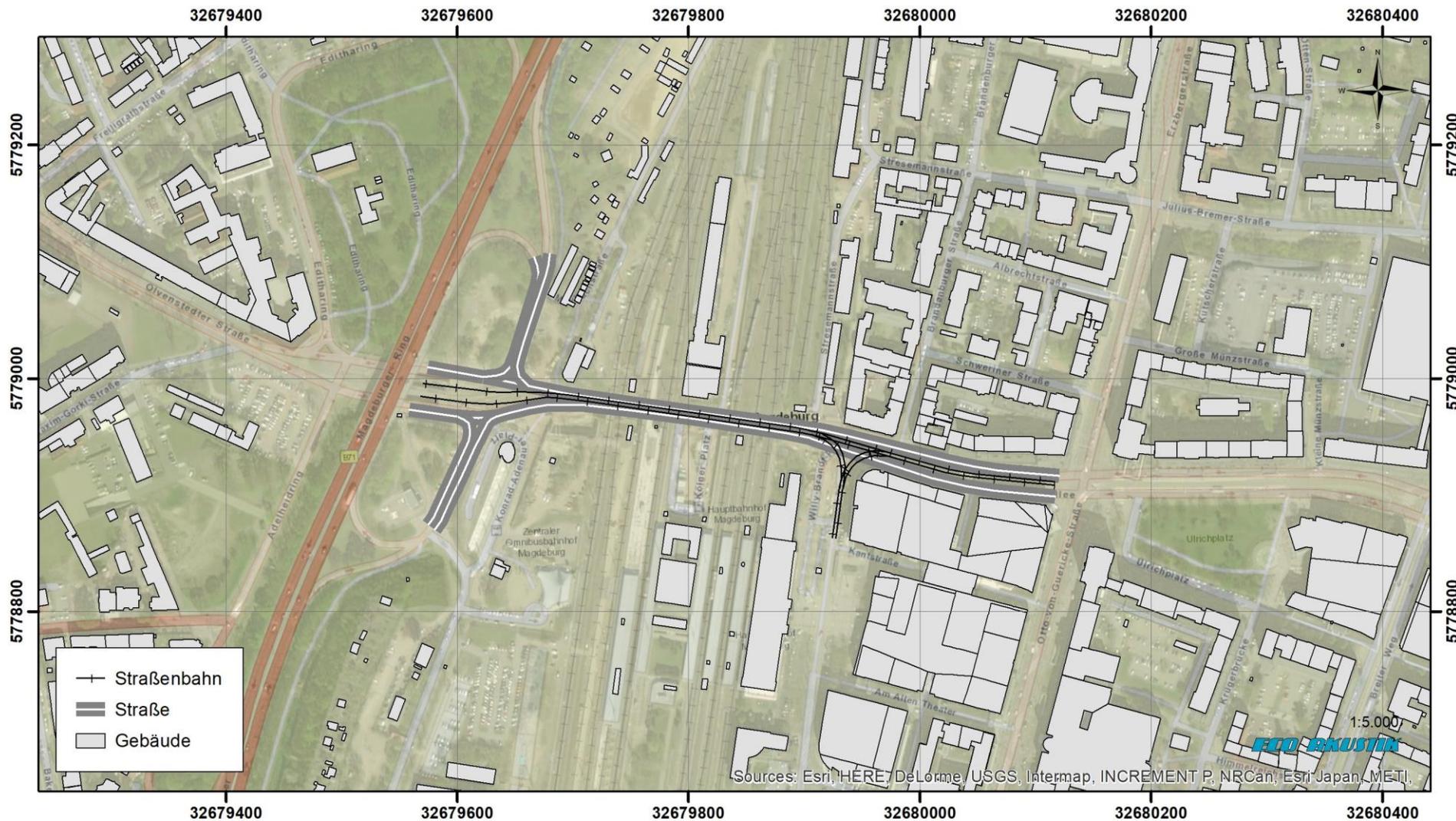


Bild 3: Übersichtslageplan des digitalen akustischen Modells zum Ersatzneubau Strombrückenzug – Ausbauzustand ohne Tunnelneubau

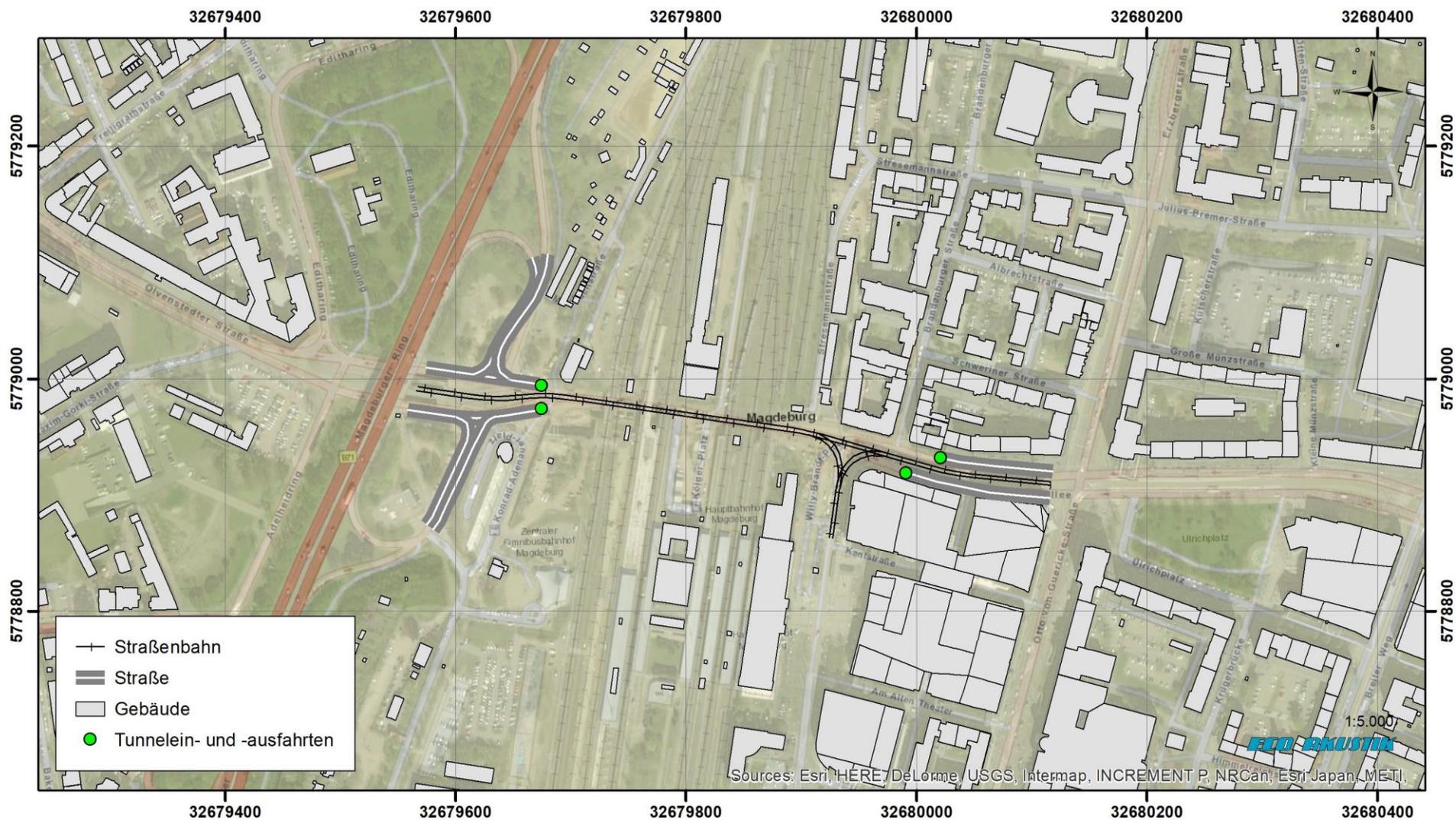


Bild 4: Übersichtslageplan des digitalen akustischen Modells zum Ersatzneubau Strombrückenzug – Ausbauzustand mit Tunnelneubau

7. Ruhige Gebiete

Der Zustand der Ruhe geht weit über die schlichte Abwesenheit von Lärm und die Vermeidung seiner Nachteile hinaus. Denn Ruhe

- vermeidet negative Lärmwirkungen
 - akute Schlafstörungen
 - Leistungsminderung
 - Erschöpfung und Gereiztheit
 - Beeinträchtigung des körperlichen und seelischen Wohlbefindens
 - langfristige Erkrankung möglich
 - ...

und

- erzeugt positive Ruhewirkungen
 - Erholung
 - Regeneration
 - Wohlbefinden
 - Lebensqualität
 - Gesundheit
 - ...

Zur Bedeutung der Ressource Ruhe wurden in der Vergangenheit umfangreiche Studien durchgeführt. In den dort u.a. durchgeführten Befragungen wird deutlich, dass eine erhebliche Bandbreite hinsichtlich einer möglichen Ruhewirkung existiert. In /10/ zieht der Autor dazu das folgende Fazit:

- „Ruhe tritt häufig vergesellschaftet mit Stille, Naturgeräuschen, Natur, Grün, Parks, Wald, Wildnis u.Ä. auf
- Ruhe wird von Menschen als (sehr) positiv bewertet und häufig nachgefragt
- Ruhe besitzt einen hohen Nutzen für den Menschen
 - Ruhe hilft gesund zu bleiben oder gesund zu werden (Gesundheitsressource)
- Ruhige Gebiete sind für Menschen attraktiv, wohltuend und nützlich → Ruhe ist eine Gesundheitsressource“

Es lässt sich damit feststellen, dass Ruhige Gebiete Orte sind die von mehreren äußeren Wohlfühlfaktoren (äußere Ruhe, Stille, Natur, Grün, Wald, Naturgeräusche usw.) abhängen. Einer dieser Faktoren, die äußere Ruhe, kann näherungsweise als Lärmfreiheit interpretiert werden. Diese hängt auch vom A-bewerteten Dauerschallpegel L_{DEN} ab. Somit kann aus der Kartierung des L_{DEN} (Lärmkartierung) die Lage von potentiell Ruhigen Gebieten abgeleitet werden. Ob ein potentiell Ruhiges Gebiet tatsächlich ein wahres Ruhiges Gebiet ist, lässt sich erst nach Überprüfung aller übrigen Faktoren entscheiden.

Im vorliegenden Gutachten wird die Lage von potentiell Ruhigen Gebieten aus den Ergebnissen der Lärmkartierung des Straßenverkehrslärms im Stadtgebiet der Landeshauptstadt Magdeburg ermittelt. Dazu ist die folgende Frage zu beantworten:

Welcher Pegelwert LDEN = x dB(A) muss unterschritten sein, damit ein potentiell Ruhiges Gebiet vorliegt?

In /10/ wird ein Vergleich von Angaben zu Pegelwerten in

- Rechtsnormen zum Schutz von Ruhe , Erholung und Ruhigen Gebieten
- Kartieranleitungen und -Empfehlungen
- tatsächlich durchgeführten Kartierungen

gemacht. Im Ergebnis werden für Ballungsräume Pegelwerte von 45-55 dB(A) aufgeführt.

In der folgenden Abbildung wurden die flächenmäßige Verteilung des LDEN im Stadtgebiet Magdeburg in den folgenden 7 Standard-Pegelklassen dargestellt:

Tabelle 14: Standard-Pegelklassen zur Bewertung potentiell ruhiger Gebiete

| Nr. | Pegelklasse | Pegel-Bewertung | Farbe (R/G/B) |
|-----|-----------------------------|-------------------|---------------|
| 1 | 75 dB(A) < LDEN | Extrem schlecht | 181/25/28 |
| 2 | 65 dB(A) < LDEN ≤ 75 dB(A) | Sehr schlecht | 255/0/0 |
| 3 | 55 dB(A) < LDEN ≤ 65 dB(A) | Schlecht | 253/174/97 |
| 4 | 45 dB(A) < LDEN ≤ 55 dB(A) | Mittel | 255/255/191 |
| 5 | 35 dB(A) < LDEN ≤ 45 dB(A) | Gut | 166/217/106 |
| 6 | -80 dB(A) < LDEN ≤ 35 dB(A) | Sehr gut | 26/150/65 |
| 7 | NoData = LDEN ≤ -80 dB(A) | Keine Information | 178/178/178 |

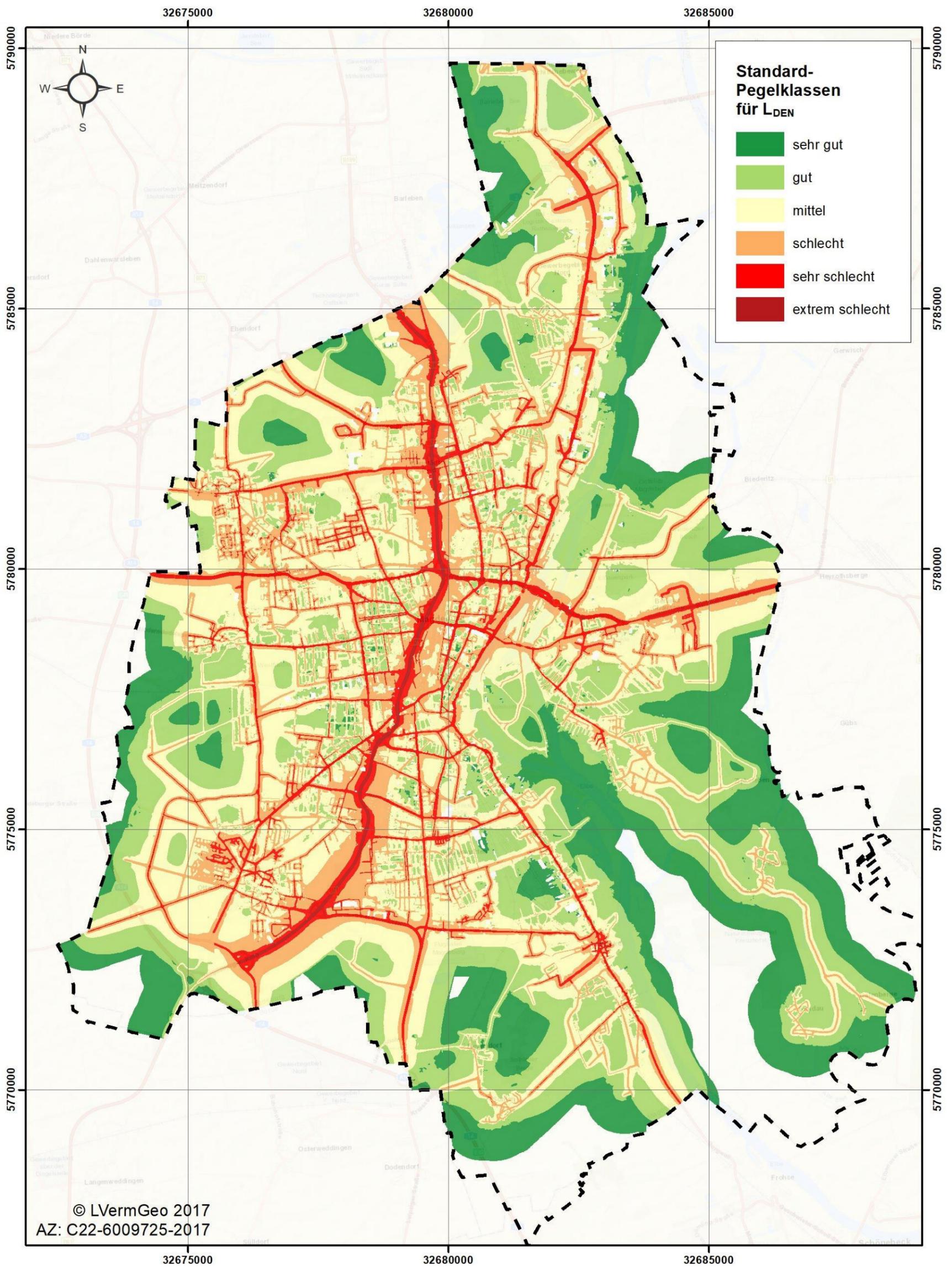


Bild 5: Standard-Pegelklassen für den L_{DEN} zur Bewertung potentiell ruhiger Gebiete im Stadtgebiet Magdeburg

Auf der Grundlage dieser Berechnungsergebnisse (siehe Bild 5) werden die folgenden Bereiche zur Ausweisung als ruhiges Gebiet vorgeschlagen:

- Herrenkrug
- Stadtpark
- Elbauenpark
- Kreuzhorst

Dieses Gutachten umfasst 25 Seiten inklusive Anlagen ²

fachlich Verantwortlicher:



Dipl.-Phys. Schmidl

ECO AKUSTIK

Ingenieurbüro für Schallschutz
Dipl.-Phys. H. Schmidl

An der Sülze 1, 39179 Barleben
Tel.: +49 (0)39203 60-229
Fax: +49 (0)39203 60-894
mail@eco-akustik.de

² Dieses Gutachten darf nicht ohne die Zustimmung von ECO Akustik auszugsweise veröffentlicht werden.