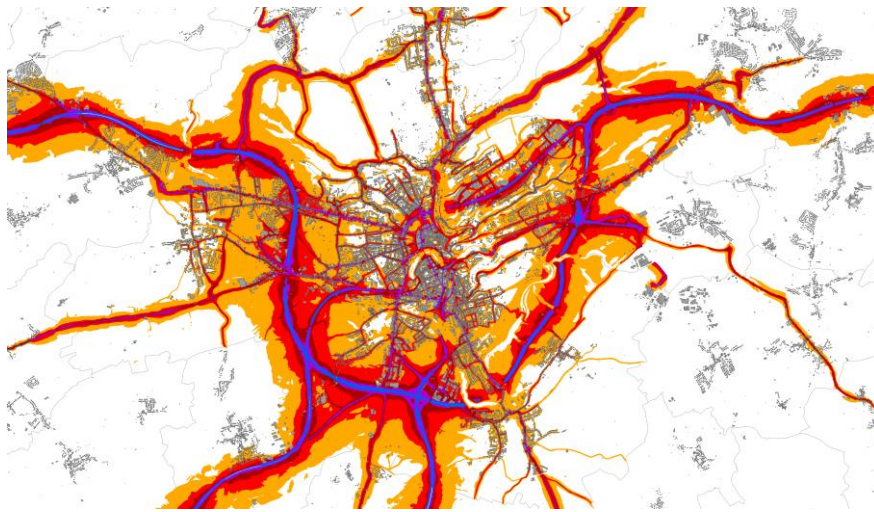


**Strategische Lärmkartierung für den Straßenverkehr
des Ballungsraums „Agglomération de la Ville de
Luxembourg et environs“
sowie
der Hauptverkehrsstraßen im Großherzogtum
Luxembourg**

Technischer Abschlussbericht



für die

Administration de l'environnement
c/o Service de gestion du bruit
1, avenue du Rock'n'Roll
L - 4361 Esch-sur-Alzette

vorgelegt von

Stapelfeldt Ingenieurgesellschaft mbH
Wilhelm-Brand-Str. 7
44141 Dortmund
Tel.: 49(0)231 – 4271171
Fax: 49(0)231 – 4271173
Email: info@stapelfeldt.de



in Zusammenarbeit mit

Kramer Schalltechnik GmbH
Siegburger Straße 39
53757 Sankt Augustin
Tel.: 49(0)2241 – 25 773 – 0
Fax: 49(0)2241 – 25 773 – 29
Email: info@kramer-schalltechnik.de



KRAMER Schalltechnik GmbH
Beratung · Gutachten · Informations-Technologie

A B K Ü R Z U N G S V E R Z E I C H N I S

ACT	Administration du cadastre et de la topographie
ALK	Automatisierte Liegenschaftskarte
ATKIS	Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem
Aufpunkt	Position in x,y,z für die die Schallimmission zu berechnen ist
AzB	Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen
BimSchG	Bundesimmissionsschutzgesetz
BTU	LimA-Attribut für „Brücke oder Tunnel“
CITY-GML	Datenformat, konform zur EU-Anforderung
CFL	Société Nationale de Chemins de Fer Luxembourgeois
CMT	Cellule Modèles de Transports
dB	Dezibel: Maß für den Schalldruckpegel
dB(A)	A-gewichteter Schalldruckpegel. Durch die A-Bewertung wird die frequenzabhängige Empfindlichkeit des menschlichen Gehörs berücksichtigt
DES	Datenerfassungssystem (für den Flugverkehr)
DTV	Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke in [Kfz/24h]
EU	Europäische Union
FUNC	ATKIS Funktionstyp
GIS	Geografisches Informationssystem
h	Stunde
IVU-Anlagen	Industrielle- und landwirtschaftliche Anlagen, die der IVU-Richtlinie 2008/1/EG zur „Integrierten Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung“ unterliegen
Kfz	Kraftfahrzeug
L _{day}	Maß für die durchschnittliche Lärmbelastung am Tag (7:00 - 19:00 Uhr)
L _{den}	Maß für die ganztägige Lärmbelastung über 24 Stunden bei dem laute Pegel in den Abend- und Nachtstunden stärker gewichtet werden als in den Tagstunden
L _{evg}	Maß für die durchschnittliche Lärmbelastung am Abend (19:00 - 23:00 Uhr)
L _{kw}	Lastkraftwagen (hier mit zulässiger Gesamtmasse > 3,5 t)
L _{night}	Maß für die durchschnittliche Lärmbelastung in der Nacht (23:00 - 7:00 Uhr)
LimA-Makro	Vordefinierte Befehlsfolge zur Bearbeitung von Attribut- und Geometriedaten
LoD1	Level of Detail 1 – 3D-Klötzchenmodell
LSE	Lärmschutzeinrichtung
LSW	Lärmschutzwand
MODI	LimA-Attribut „Modifikation“
Pkw	Personenkraftwagen
QSI	Qualitätsanforderungen und Prüfbedingungen schalltechnischer Software für den Immissionschutz (s. DIN 45687)
RAS-L	Richtlinien für die Anlage von Straßen – Linienführung
RLS	Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen
SVZ	Bundesweite Straßenverkehrszählung

VAR	LimA-Attribut „Variation“
VBEB	Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm
VBUF	Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Flugplätzen
VBUI	Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm durch Industrie und Gewerbe
VBUS	Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Straßen
VBUSch	Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Schienenwegen
VISUM	Verkehrsmodell
Z	LimA-Attribut für Höhenangaben

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einführung	9
2	Rechtliche und technische Grundlagen	10
3	Daten	11
3.1	Straßennetz und Verkehrsdaten	11
3.2	Verkehrsfluss	12
3.3	Gelände	13
3.3.1	Topographie	14
3.3.2	Schallschutzeinrichtungen	14
3.3.3	Brücken und Tunnel	15
3.3.4	Einwohner	16
3.3.5	Gebäude	16
3.3.6	Wohnungen	16
3.3.7	Schulen und Krankenhäuser	16
4	Berechnung	18
4.1	Verwendete Software und Organisation der Datenverwaltung	18
4.2	Berechnungsparameter und Berechnungsgenauigkeit	18
4.3	Berechnung der Lärmkarten	21
4.4	Berechnung der Fassadenpegel	21
5	Ergebnisse	22
5.1	Lärmkarten	22
5.1.1	Gesamtgebiet Luxembourg, Darstellung der Lärmindizes	23
5.2	Betroffenenstatistiken	27
6	Quellenverzeichnis	33
A.1	Liste der Vergebenen Kennungen im Attribut MODI	34

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1-1:	Untersuchungsgebiet	9
Abbildung 3-1:	Geländemodell	14
Abbildung 3-2:	Korrektur von Lärmschutzobjekten	15
Abbildung 3-3:	Korrektur von Lärmschutzobjekten	15
Abbildung 4-1:	Untersuchungsgebiete für die Qualitätssicherung	19
Abbildung 5-1:	Lärmbelastung L_{day} durch Straßenlärm in Luxembourg	23
Abbildung 5-2:	Lärmbelastung $L_{evening}$ durch Straßenlärm in Luxembourg	24
Abbildung 5-3:	Lärmbelastung L_{night} durch Straßenlärm in Luxembourg	25
Abbildung 5-4:	Lärmbelastung L_{den} durch Straßenlärm in Luxembourg	26

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 3-1:	Faktoren für die Anteile Kfz an DTV und Lkw an Kfz	12
Tabelle 3-3-2:	Default Geschwindigkeiten (km/h) für Pkw bzw. Lkw	13
Tabelle 4-1:	Projektbezogenen Berechnungsparameter	18
Tabelle 4-2:	Auswertung zur Qualitätssicherung	20
Tabelle 5-1:	Anzahl Betroffene in Pegelbereichen des L_{den}	27
Tabelle 5-2:	Anzahl Betroffene in Pegelbereichen des L_{night}	27
Tabelle 5-3:	Anzahl Betroffene mit ruhiger Fassade für Pegelbereichen des L_{den}	28
Tabelle 5-4:	Anzahl Betroffene mit ruhiger Fassade in Pegelbereichen des L_{night}	28
Tabelle 5-5:	Flächenbelastung für L_{den} als Überschreitungswert	28
Tabelle 5-6:	Einwohnerbelastung für L_{den} als Überschreitungswert	29
Tabelle 5-7:	Anzahl Wohnungen für L_{den} als Überschreitungswert	29
Tabelle 5-8:	Anzahl Schulen, Krankenhäuser für L_{den} als Überschreitungswert	30
Tabelle 5-9:	Anzahl Betroffene in Pegelbereichen des L_{den} - aufgerundet auf die nächsten Hundert	30
Tabelle 5-10:	Anzahl Betroffene in Pegelbereichen des L_{night} - aufgerundet auf die nächsten Hundert	31
Tabelle 5-11:	Anzahl Betroffene mit ruhiger Fassade für Pegelbereichen des L_{den} - aufgerundet auf die nächsten Hundert	31
Tabelle 5-12:	Anzahl Betroffene mit ruhiger Fassade in Pegelbereichen des L_{night} - aufgerundet auf die nächsten Hundert	31
Tabelle 5-13:	Einwohnerbelastung für L_{den} als Überschreitungswert - aufgerundet auf die nächsten Hundert	32
Tabelle 5-14:	Anzahl Wohnungen für L_{den} als Überschreitungswert - aufgerundet auf die nächsten Hundert	32

1 Einführung

Im Rahmen der Umsetzung der 2. Stufe der EG-Umgebungslärm-Richtlinie 2002/49/EG (EU, 2002) in Verbindung mit der nationalen Rechtslage im Großherzogtum Luxemburg wurde im Auftrag der Administration de l'environnement in Luxemburg eine Lärmkartierung für den Straßenverkehr erstellt. Diese Ermittlung der Lärmbelastung dient unter anderem auch der Information der Öffentlichkeit. An die Lärmkartierung anschließend, sind

- außerhalb des hier dargestellten Projekts – Aktionspläne zu erstellen, mit denen Lärmprobleme und Lärmauswirkungen sowie eventuell erforderliche Lärmminderungen geregelt werden sollen.

Als zu berücksichtigende Lärmquellen gelten außerhalb des Ballungsraums "Agglomération de la Ville de Luxembourg et environs" alle Straßen mit einem jährlichen Verkehrsaufkommen von mehr als 3 Millionen Fahrzeugen. Im Ballungsraum werden alle Straßen berücksichtigt. Der Ballungsraum "Agglomération de la Ville de Luxembourg et environs" besteht aus der Stadt Luxemburg sowie den fünf angrenzenden Gemeinden Bertrange, Hesperange, Strassen, Steinsel und Walferdange und hat ungefähr 134000 Einwohner (Statec 2011).

Damit ergibt sich das in Abbildung 1-1 dargestellte Untersuchungsgebiet und Straßennetz.

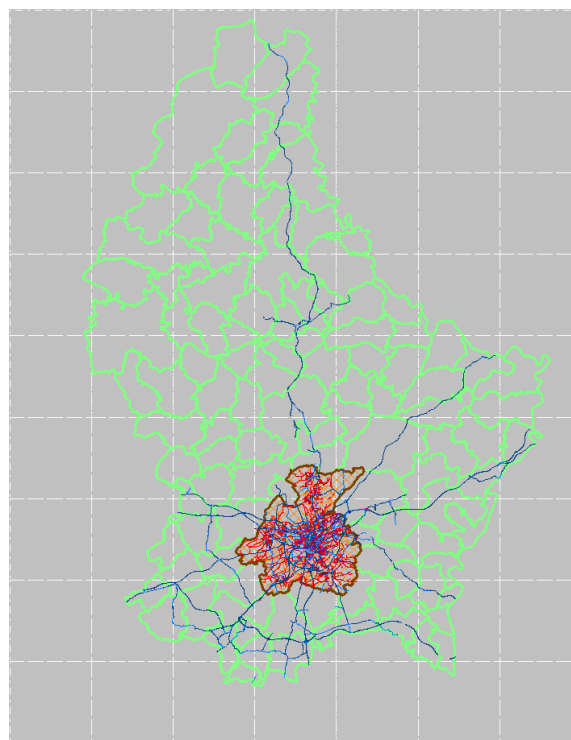


Abbildung 1-1: Untersuchungsgebiet

Das Großherzogtum Luxemburg hat eine Fläche von ca. 2.600 km², in der etwa 525.000 Einwohner leben. Das Gebiet ist unter 117 Gemeinden aufteilt. Das zu kartierende Straßennetz weist eine Länge von insgesamt ca. 1.436 km auf, von denen ca. 327 km als Autobahn eingestuft sind.

2 Rechtliche und technische Grundlagen

Gemäß dem *Règlement grand-ducal du 2 août 2006 portant application de la directive 2002/49/CE relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement* steht es dem zuständigen Minister für Umwelt zu die Lärmkarten gutzuheissen. Die für die Ausarbeitung der Lärmkarten zuständige Behörde ist die Administration de l'environnement

Administration de l'environnement
1, avenue du Rock'n'Roll
L - 4361 Esch-sur-Alzette

Die Arbeiten wurden auf der Grundlage folgender gesetzlicher Vorgaben durchgeführt:

- DIRECTIVE 2002/49/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise
- Règlement grand-ducal du 2 août 2006 portant application de la directive 2002/49/CE relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement
- COMMISSION RECOMMENDATION of 6 August 2003 concerning the guidelines on the revised interim computation methods for industrial noise, aircraft noise, road traffic noise and railway noise, and related emission data (notified under document number C(2003) 2807) (2003/613/EC)
- Recommendations and guidelines by the European Commission and the European Environmental Agency.

In sämtlichen kartierungsrelevanten Gebieten wurden Berechnungen der Lärmbelastung gemäß NMPB (1996) unter Berücksichtigung der Empfehlungen zu den „Interimsmethoden“ durchgeführt.

- The interim method defined by the directive 2002/49/EC mentioned above, that is the French national computation method 'NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPCCSTB)', referred to in 'Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal Officiel du 10 mai 1995, Article 6' and in the French standard 'XPS 31-133'. For input data concerning emission, these documents refer to the 'Guide du bruit des transports terrestres, fascicule prévision des niveaux sonores, CETUR 1980'.

In der weiteren Auswertung zur Erfassung der durch Straßenverkehrslärm belasteten Einwohner und Gebäude wurde nach dem in der VBEB (2007) beschriebenen Verfahren vorgegangen.

Als Ergebnis wird u.a. eine tabellarische Auflistung der an die EU zu meldenden Kenngrößen (Reportnet) erzeugt.

Das kartierungspflichtige Gebiet umfasst alle Bereiche Luxembourgs, die relevanten Lärmbelastungen, d. h. L_{den} ab 55 dB(A) und L_{night} ab 45 dB(A) aufweisen.

Zur Ermittlung des L_{den} werden zunächst die Immissionspegel für Tag (Zeitraum 07:00 bis 19:00), Abend (Zeitraum 19:00 bis 23:00) und Nacht (Zeitraum 23:00 bis 07:00) bestimmt

3 Daten

In den folgenden Abschnitten werden die für die Lärmkartierung zugrunde gelegten Eingangsdaten und die für diese Daten durchgeführten Veredelungsschritte dargestellt. Ziel der Arbeiten ist das Erstellen eines konsistenten Berechnungsmodells für die Berechnung von Schallimmissionen aus Straßenverkehr für das Gesamtgebiet Luxemburg.

In einem vorangestellten Projekt wurde ein Großteil der digitalen Ausgangsdaten durch die Kramer Schalltechnik GmbH bereits konsolidiert und in einheitlicher Weise als QSI SHAPE Dateien (in Anlehnung an DIN 45687) aufbereitet.

Dieses Modelldaten wurde durch aktuelle Lieferungen seitens der Behörden in 2012 ergänzt.

Während der Bearbeitung wurde objektbezogen ein Attribut MODI verwaltet, in dem wichtige Schritte der Veredelung und der Typ von erkannten Datenfehlern über die Angabe von eindeutigen Kürzeln registriert wurden. Eine Übersicht der genutzten Modi ist der Tabelle A-1 im Anhang A.1 zu entnehmen. Das Attribut MODI, wie auch andere Attribute und Objekttypen des aufgebauten Datenmodells, sind nicht Bestandteil der QSI Schnittstelle zum Datenaustausch unter akustischen Berechnungsprogrammen. In dem gesonderten Attribut VAR wird unter anderem durch den Eintrag „+“ oder „-“ ein Objekt für die weitere Nutzung in den Berechnungen aktiviert bzw. deaktiviert. Deaktivierte Objekte werden im QSI Schema nicht übergeben. Der vollständige Modellumfang wird dem Auftraggeber deshalb auch als gesonderter Datensatz übergeben.

3.1 Straßennetz und Verkehrsdaten

Die Straßenverkehrsdaten wurden aus dem aktuellen Datenbestand (2012) der CMT übernommen, die im Auftrag der Administration des Ponts et Chaussées und der Stadt Luxemburg das Straßenverkehrsmodell erstellt. Dabei wurden über einen Mengen-Korrekturfaktor von 300/365 berücksichtigt, dass die CMT Daten nicht den für die EU Untersuchung erforderlichen Durchschnitt über die 365 Tage des Jahres repräsentieren. Die Informationen lagen zunächst mit Bezug auf ein getrenntes, lageverschiedenes geographisches Netz vor, das mit den im Projekt genutzten Straßenachsen der ACT nicht zur Deckung gebracht werden konnte.

Die Übernahme der Daten erfolgte deshalb interaktiv in einem halbautomatischen Verfahren. Da die Datenlieferung (2011) der CMT nicht alle Straßen erfasste, für die aus früheren Erhebungen (2009) Verkehrsmengen vorlagen, wurden auch aus den alten Angaben Verkehrsmengen ergänzend übernommen, soweit diese noch der aktuellen Straßengeometrie zugeordnet werden konnte.

Im Bereich des Ballungsraumes ergab sich dabei noch eine Restmenge von Straßen ohne jede amtliche Verkehrsinformation, für die dann pauschale Ansätze gewählt wurden. Die Mindestmenge für das tägliche Verkehrsaufkommen wurde auf 150 Kfz/Tag festgelegt.

Die stündlichen Verkehrsmengen sowie die Lkw-Anteile wurden auf Basis der Ansätze des deutschen Regelwerkes VBUS aus den DTV Werten unter Berücksichtigung der Straßengattung abgeleitet.

Tabelle 3-1: Faktoren für die Anteile Kfz an DTV und Lkw an Kfz

Gattung	Tag Kfz/Lkw		Abend Kfz/Lkw		Nacht Kfz/Lkw	
Autobahn	0.062	0.25	0.042	0.35	0.014	0.45
Schnellstr. (Bundesstr.)	0.062	0.20	0.042	0.20	0.011	0.20
Gemeindestr.	0.062	0.10	0.042	0.065	0.011	0.03

Außerhalb der Ballungsräume sind nur Hauptverkehrsstraßen mit einem mittleren täglichen Verkehrsaufkommen (DTV) von mehr als 8200 Fahrzeugen in der Lärmberechnung zu berücksichtigen. In wenigen Ausnahmefällen wurden Straßen mit kleinerem DTV als Lückenschluss mit berücksichtigt, um plausible Lärmkarten zu erzeugen. Für die Statistik ist die Einordnung als „Major Road“ von Bedeutung. Hier wurden die offiziellen Vorgaben genutzt. Falls durch die aktualisierten DTV Werte eine Diskrepanz zum tatsächlichen DTV Wert entstand, wurde dies lediglich im Attribut MODI mit dem Eintrag –E:MJ- vermerkt.

Querschnittsbreiten lagen teilweise in den geometrischen Ausgangsdaten vor. In anderen Fällen konnte die SHAPE Datei „Bord_Chauss.SHP“ herangezogen werden, um die Breite der Straße zu ermitteln und ggf. auch die Achse der Straße zu verschieben.

Im Bereich der Autobahnen wurde eine Lärm reduzierende Straßenoberfläche (-3 dB) angesetzt.

Von den an Luxembourg angrenzenden Ländern wurden keine ergänzenden Modelldaten übernommen.

3.2 Verkehrsfluss

Im Regelwerk der NMPB wird die Emission der Straßen auch von der Art des Verkehrsflusses bestimmt. Unterschieden wird in den Kategorien

- gleichmäßiger Verkehrsfluss
- Stop and Go
- beschleunigend
- bremsend

Generell wurde ein gleichmäßiger Verkehrsfluss angenommen. Sonderfälle wurden für Hauptverkehrsstraßen mit einem stündlichen Fahrzeugaufkommen von über 500 Kfz berücksichtigt. Hier wurde „bremsend“ bzw. „beschleunigend“ angesetzt, wenn im Umfeld von Kreuzungen mehrerer Hauptverkehrsstraßen zusammentrafen bzw. eine scharfe Abbiegung vorlag. Autobahnen wurde in diese Betrachtung nicht einbezogen.

Für alle Straßen wurde zunächst je nach Straßengattung und getrennt für Pkw und Lkw die in Tabelle 3-3-2 zulässige Höchstgeschwindigkeit angesetzt. Eine von CMT gelieferte SHAPE Datei mit den Streckenbereichen, in denen Geschwindigkeiten durch eine explizite Verkehrsregelung vom Standard abweichen, wurde ebenfalls ausgewertet.

Tabelle 3-3-2: Default Geschwindigkeiten (km/h) für Pkw bzw. Lkw

	Tag		Abend		Nacht	
Autobahnen	90	75	90	75	90	75
Übrige Straßen	50	50	50	50	50	50

3.3 Gelände

Seitens ACT wurden für das Gesamtgebiet Höhenlinien in einer vertikalen Abstufung von 5 m geliefert. Ein Geländeaster mit einer Auflösung von 5 m (x,y) lag ebenfalls vor, das allerdings aus den 5 m Höhenlinien interpoliert worden war. Das für die Berechnung genutzte Programmsystem LimA arbeitet seinerseits mit einer automatischen, kontinuierlichen Geländeinterpolation zur Bestimmung der Fußpunkthöhen von Objekten bzw. Aufpunkten. Auf die Nutzung der Rasterdaten wurde deshalb verzichtet.

Zusätzlich gab es in den Ausgangsdaten sporadische Böschungskanten. Da diese teilweise lediglich in der Vergangenheit aufbereitet wurden, um ersatzweise Brücken abzubilden, wurden diese nur sehr eingeschränkt übernommen.

Sämtliche Brücken werden im Modell als 3-d Flächen verwaltet, um eine realistische Schallausbreitung simulieren zu können.

Entlang der in 3-d vorliegenden Schienenachsen, geliefert von CFL, wurde zusätzliche Böschungen aufbereitet, da das 5 m Höhenlinienmodell zu grob ist, um den Nahbereich der Schienenwege realistisch abzubilden.

Die Datei Bord_Chauss.shp wurde auch für die Höhenbestimmung genutzt. Die Höheninformation zu den Straßen lag nur in ganzzahligen Meterangaben (über N.N.) pro Scheitelpunkt der Straßenachse vor. Hier war eine Nachbereitung erforderlich, um unrealistische Steigungswechsel zu vermeiden. In Einzelfällen fanden sich „Ausreißer“ in den Höhenangaben mit Werten von z.B. -1000. Auch diese Fälle wurden bereinigt.

Im Straßenbereich wurden zusätzliche Böschungen angelegt, wenn die Straßenachse in ihrer Höhe deutlich vom Geländeniveau abwich, das durch die Höhenlinien vorgegeben wurde. Im Bereich des durch Böschungen überarbeiteten Geländes wurde Höhenlinien frei geschnitten.

Weitere Böschungskanten wurden in Bereichen angelegt, in denen sich ein Widerspruch aus den 3-d Höhenangaben von Gebäuden und der Geländehöhe ergab. Durch Einfügen einer lokalen Böschungskante im kritischen Bereich, die niedriger als die Traufhöhe des jeweiligen Gebäudes ist, wurde die Widerspruchsfreiheit des digitalen Geländemodells sichergestellt. (s. Abbildung 3-1).

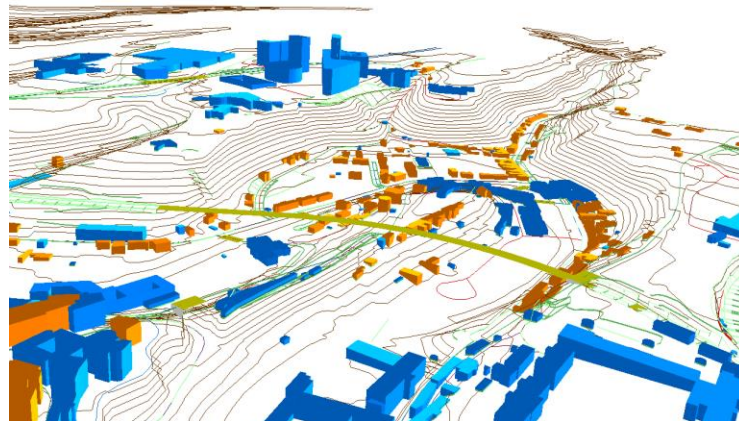


Abbildung 3-1: Geländemodell
Höhenlinien Böschungen

3.3.1 Topographie

Das genutzte Regelwerk zur Berechnung der Schallausbreitung wertet die Bodenbeschaffenheit aus, um den Einfluss der Boden- und Meteorologiedämpfung zu erfassen. Zu diesem Zweck stand ein Datensatz mit den Umrissen der bewaldeten Zonen zur Verfügung. Nur mit dieser Information wäre kein vollständiges Berechnungsmodell aufzustellen. Außerdem enthielt der Datensatz Geometriefehler. Er wurde deshalb verworfen und die Bodenverhältnisse wurden pauschal festgelegt mit:

- $G=1,0$ (absorbierend) für das Gebiet außerhalb des Ballungsraumes
- $G=0,5$ (Mischform) für das Gebiet im Ballungsraum

3.3.2 Schallschutzeinrichtungen

Die Grundlagen für die Lärmschutzwände wurden einem getrennten Datensatz entnommen, der in seiner Lage nur näherungsweise mit den Straßen und Brücken abgestimmt war. Die Objekte wurden deshalb teilweise neu ausgerichtet. Im Bereich von Brücken wurden sie so unterteilt, dass die LSW auf der Brücke angeordnet werden konnten und somit die Unterschallung der Brücke nicht behindert (Abbildung 3-2). Lärmschutzwände lagen teilweise nur mit relativen Höhen vor, so dass die Schirmoberkante aus der Objekthöhe und der Geländehöhe abgeleitet wurde.

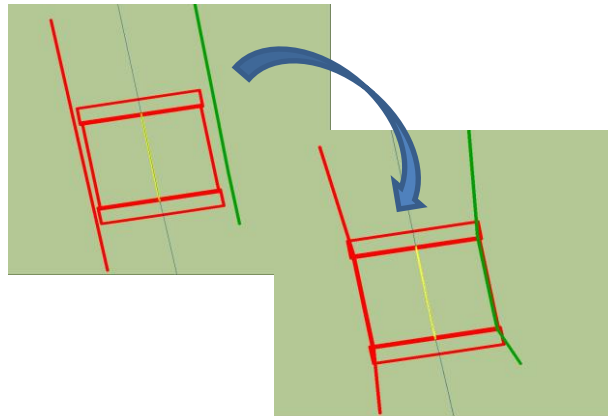


Abbildung 3-2: Korrektur von Lärmschutzobjekten

Soweit Angaben zum Reflexionsverlust der Wände vorlagen, wurden diese übernommen. Für die Angabe 0 wurde dabei allerdings immer ein für schallharte Oberflächen typischer Verlust von 1 dB angesetzt.

3.3.3 Brücken und Tunnel

Die Lage von Brücken und Tunneln ergab sich aus den Achslagen sowie aus dem ACT Datenbestand. Für Tunnel wurde die Emission der im Tunnel geführten Straßen unterbunden. Für Brücken wurden die Breiten der Brücken aus Abstandsangaben am Brückenachsenobjekt sowie aus den Angaben zur Breite der parallel geführten Straßenachsen ermittelt. Die Brückenflächen wurden aus den Achslagen als 3-d Objekte aufgebaut.

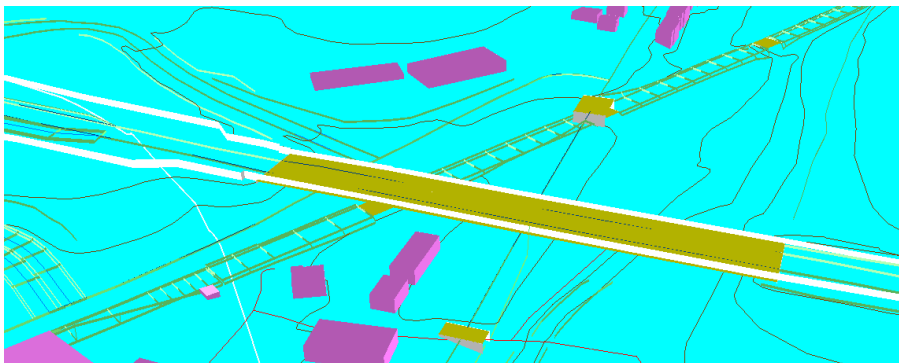


Abbildung 3-3: Korrektur von Lärmschutzobjekten

3.3.4 Einwohner

Angaben zu den Einwohnern lagen zunächst in den QSI Ausgangsdaten gebäudescharf für den Stand 2011 vor, wurden aber in 2012 noch einmal aktualisiert. In Luxembourg Stadt wurden Angaben der Stadtverwaltung ausgewertet, wodurch die Gebäude mit tatsächlicher Wohnnutzung weiter eingegrenzt werden konnten. Für gemischt genutzte Gebäude wurde die gewerbliche Nutzung der Erdgeschosse bei der Verteilung der Einwohner auf die Wohnflächen der Gebäude berücksichtigt. Weiter stand die Datenbasis Occupation Biophysique du Sol 1999 (OBS99) zur Verfügung mit Flächenpolygonen und Angaben zur jeweiligen Flächennutzung. Diese Flächennutzung wurde als zusätzlicher Filter genutzt, um tatsächliche Wohngebäude zu erkennen. Einwohnerzahlen wurde anschließend neu zugeordnet.

Entsprechend den Vorgaben der VBEb werden die Einwohnerangaben mit den berechneten Fassadenpegeln verknüpft, um die Belastung der Bevölkerung abzuschätzen. Nur die als Wohngebäude ausgewiesenen Gebäude verfügen über Einwohnerangaben > 0. Um möglichen Fehlern in der Einordnung als Wohngebäude vorzubeugen, wurden in der Fassadenberechnung auch Gebäude mit einer anderen Nutzungseinordnung berücksichtigt. Im Einzelnen handelt es sich um folgende zusätzliche Nutzungsklassen:

- 4.8 Commercial
- 4.6 Industrial
- 4.22 Centre Sport

3.3.5 Gebäude

Gebäude mit 3-d Angaben zur Höhe der Traufkante wurden von ACT bereitgestellt. In wenigen Fällen wurden Gebäude nachträglich digitalisiert bzw. Gebäude mit einer unrealistischen Angabe zur absoluten Höhe mit einer relativ-bezogenen Default-Höhe belegt.

Der Reflexionsverlust wurde für alle Gebäude mit 1 dB angesetzt.

Für alle seitens ACT als Wohngebäude ausgewiesene Gebäude (Kennung 4.5) wurde das Attribut FUNC auf den Wert 4500 gesetzt. Für Gebäude mit ausgewiesener Nutzung 4.8, 4.6, 4.22 (Commercial, Industrial, Centre Sport) wurde anhand ihrer Geometrie zusätzlich abgeprüft, ob sie potentielle Wohngebäude sind. In diesem Fall wurde FUNC auf 4501 gesetzt. Ansonsten wurden 4.8 und 4.6 Objekte als Industrieobjekte eingestuft, für die keine Fassadenberechnung erforderlich ist. Für 4.22 Objekte wurden unabhängig von ihrer Geometrie Fassadenpunkte berechnet.

3.3.6 Wohnungen

Angaben zur Anzahl Wohnungen pro Gebäude lagen nicht vor. In Anlehnung an VBEb wurden pauschal 2.1 Einwohner pro Wohnung angesetzt, so dass mit der bekannten Einwohnerzahl der Gebäude die Anzahl der Wohnungen zu berechnen war.

3.3.7 Schulen und Krankenhäuser

Die in den ACT Daten vorhandene Kodierung zur Gebäudenutzung wurde auch herangezogen, um Schulen und Krankenhäuser zu identifizieren, da deren Lärm-Exposition

gesondert zu melden ist. Beide gehören als öffentliche Gebäude zur Klasse 4.9. Ausgewählt wurden innerhalb dieser Klasse eine Reihe von Unterklassen:

- Schulen:
 - -19 Schulen
 - -20 Kinderhaus
 - -21 Spezialechule
 - -22 Konservatorium
 - -23 Kulturzentrum
 - -24 Theater
 - -43 Kinderkrippe
- Krankenhäuser:
 - -27 Krankenhaus
 - -28 Pflegeheim
 - -29 Altersheim
 - -30 Blindenheim
 - -31 Sanatorium
 - -32 Heim
 - -33 Rotes Kreuz

Für die interne Verarbeitung wurde für Schulgebäude das Attribut FUNC einheitlich auf 4919 und für Krankenhäuser einheitlich auf 4927 gesetzt.

4 Berechnung

4.1 Verwendete Software und Organisation der Datenverwaltung

Die Lärmberechnungen, Belastungsanalysen und das Aufstellen des EU-Reports erfolgen mittels des Programmsystems LimA, Version 8.12

Die Datenverwaltung wurde dabei über eine Kachelung des Gesamtgebietes in 10 x 10 km²-Einheiten organisiert. Dies bietet in der Modellbearbeitung den Vorteil, dass viele der erforderlichen Prüfungen bzw. Veredelungsmaßnahmen in parallelisierter Weise abgearbeitet werden können. Unterschiedliche Stände der Veredelung wurden über Versionierung der Dateinamen verwaltet, so dass bei einer Änderung von Ansätzen in der Modellbearbeitung jederzeit auf einen früheren Stand aufgesetzt werden konnte.

Durchgeführte Veredelungsschritte wurden weitestgehend im Makro festgehalten, um die parallele Bearbeitung zu unterstützen und gleichzeitig eine Dokumentation der Maßnahmen zu haben.

Während der Berechnung beschleunigt die Kachelung der Modelldaten den Datenzugriff. Für die eigentliche Berechnung wurden dann lediglich die zu bearbeitenden Gemeinden ausgewählt. Alle weiteren Schritte liefen automatisch ab, um das mit einer manuellen Bearbeitung behaftete Risiko zu umgehen.

Die Berechnungsparameter, die als Standard gewählt wurden, sollen ein Optimum aus erzielter Ergebnissenauigkeit und zu leistendem Berechnungsaufwand liefern. Projektbezogen wurden die Einstellungen der Tabelle 4-1 gewählt

Tabelle 4-1: Projektbezogenen Berechnungsparameter

Einfangradius für Quellen in der Umgebung von Aufpunkten	2000	m
Maximale Ordnung der Reflexion	2	
Einfangradius für Reflektoren um Quell- und Aufpunktumgebung	30	m
Maximaler dynamischer Fehler	2	dB
Vereinfachung entfernter Hindernisse	ja	

4.2 Berechnungsparameter und Berechnungsgenauigkeit

Für die Qualitätssicherungs-Analyse zur Bestätigung der hinreichenden Genauigkeit der gewählten Standard-Berechnungsparameter wurden Vergleichsrechnungen mit veränderten Berechnungsparametern durchgeführt, mit der eine erhöhte Genauigkeit erzielt wird. Als Referenzeinstellung wurde gewählt:

Tabelle 4-2: Berechnungsparameter in Referenzeinstellung

Einfangradius für Quellen in der Umgebung von Aufpunkten	3000	m
Maximale Ordnung der Reflexion	2	
Einfangradius für Reflektoren um Quell- und Aufpunktumgebung	150	m
Maximaler dynamischer Fehler	0.1	dB
Vereinfachung entfernter Hindernisse	nein	

Die Berechnungen wurden für 1 % der berechneten Rasterpunkte in 20 exemplarisch ausgewählten 1 x 1 km²-Gebieten, dargestellt als lila Quadrate in der Abbildung 4-1, durchgeführt. Die Differenzen der Ergebnisse, die mit den Standardeinstellungen bzw. mit den Referenzeinstellungen erzielt wurden, wurden mit dem Quantil-Verfahren nach DIN 45687 ausgewertet.

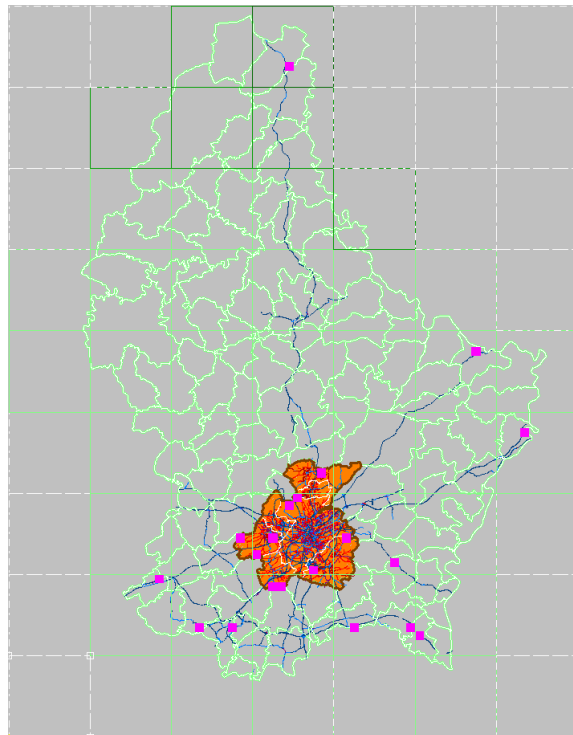


Abbildung 4-1: Untersuchungsgebiete für die Qualitätssicherung

Als Ergebnis der Qualitätssicherungs-Analyse erhält man eine Aussage darüber, innerhalb welcher Bandbreite der Fehler zu erwarten ist, der sich aus den gewählten Berechnungseinstellungen für das Projekt im Vergleich zu einer Berechnung mit deutlich höheren Anforderungen an die Genauigkeit (Referenzeinstellung) ergibt. Die Projekteinstellung wird aus pragmatischen Gründen gewählt, um vertretbare Berechnungszeiten zu erreichen.

Bei dem gewählten Quantil-Verfahren nach DIN 45687 zur Auswertung der beschriebenen Abweichungen werden die Grenzen bestimmt, die mit 10%-iger Wahrscheinlichkeit über- bzw. unterschritten werden. Die Werte in Tabelle 4-2 bestätigen die zu erwarten-

de systematische Unterschätzung durch die gewählten Projekteinstellungen. Sie liegen mit -0.68 dB innerhalb der laut Aufgabenstellung zulässigen Toleranz von 2 dB. Ausgewertet wurden 252 Testpunkte. Die DIN 45687 verlangt für das Quantil-Verfahren eine Mindestzahl von 20 Testpunkten.

Tabelle 4-2: Auswertung zur Qualitätssicherung

	Differenz Projekt - Referenz L_{den} (dB)	Differenz Projekt - Referenz L_{night} (dB)
10% Quantil	-0,21	-0,68
90% Quantil	-0,04	-0,06

4.3 Berechnung der Lärmkarten

Die Lärmkarten wurden in einem 10 m Raster für eine Aufpunkthöhe von 4 m über Gelände berechnet. Die gemeindebezogenen Ergebnisse wurden in Grafiken gewandelt, um eine gemeindebezogene Auswertung zu erleichtern. Zusätzlich werden die berechneten Immissionswerte für Tag, Abend, Nacht und L_{den} auch als ASCII-Raster-Dateien für Teilgebiete von 50 x 50 km² vor.

Auf eine vorgezogene Buffer-Bildung zur Eingrenzung des Berechnungsgebietes wurde verzichtet, da während der Berechnung automatisch die relevanten, zu berechnenden Gebiete ermittelt werden. Die Relevanzgrenze wurde für den L_{day} und $L_{evening}$ auf 55 dB und für den L_{night} auf 45 dB festgelegt.

Für den Straßenverkehr wurde je nach Lage der Gemeinden eine unterschiedliche Teilmenge von Straßen berücksichtigt. Hauptverkehrsstraßen mit DTV > 8200 wurden immer herangezogen. Nebenstraßen nur im Ballungsraum.

Für den Straßenverkehr wurden für jeden Aufpunkt Teilergebnisse ausgewiesen, die sich auf die vorgenommene Gruppierung der Quellen beziehen. Unterschieden wurde zwischen Autobahnen, Hauptverkehrsstraßen und übrigen Straßen.

4.4 Berechnung der Fassadenpegel

Gemäß VBEB wurden für alle Wohngebäude, Schulen und Krankenhäuser Fassadenpegel in 0,1 m Abstand zur Fassade berechnet. Der seitliche Abstand richtet sich dabei nach den detaillierten Vorgaben der VBEB.

Neben den tabellarischen Ergebnissen in Dateien mit x,y,z-Bezug werden die Ergebnisse zusätzlich pro Gebäude aggregiert. Innerhalb der Gebäudegrundfläche wird dabei ein Punkt-Shape (WGF-Objekt) angelegt, in dem die Anzahl Fassadenpunkte innerhalb der einzelnen Pegelklassen dokumentiert werden. Neben dem Summenwert existiert für jede Gruppierung ein getrenntes WGF Objekt.

5 Ergebnisse

5.1 Lärmkarten

Aus den Rasterergebnissen für L_{day} , $L_{evening}$, L_{night} und L_{den} wurden SHAPE Dateien erzeugt, um die Lärmbelastung in der Fläche darzustellen.

In den Rasterergebnissen werden nur tatsächlich berechnete Werte ausgewiesen. Eine Interpolation von Ergebnissen mit der Zielsetzung, die Berechnung zu beschleunigen, wurde nicht angewandt. Liegen Aufpunkt innerhalb von Gebäuden oder außerhalb des Untersuchungsgebietes, so werden in den Rasterergebnisse Sonderwerte ausgewiesen, aus denen sich der Grund für die nicht durchgeführte Berechnung ableiten lässt. Werden zum Zweck einer besseren kartographischen Darstellungen die Ergebnisse des 10 m Rasters auf 1 m interpoliert, so werden diese Sonderwerte berücksichtigt und ein Risiko der Falschaussage durch Interpolation reduziert.

Die Ergebnisgraphiken werden gesondert übergeben und sind in diesem Bericht nur exemplarisch dargestellt.

5.1.1 Gesamtgebiet Luxembourg, Darstellung der Lärmindizes

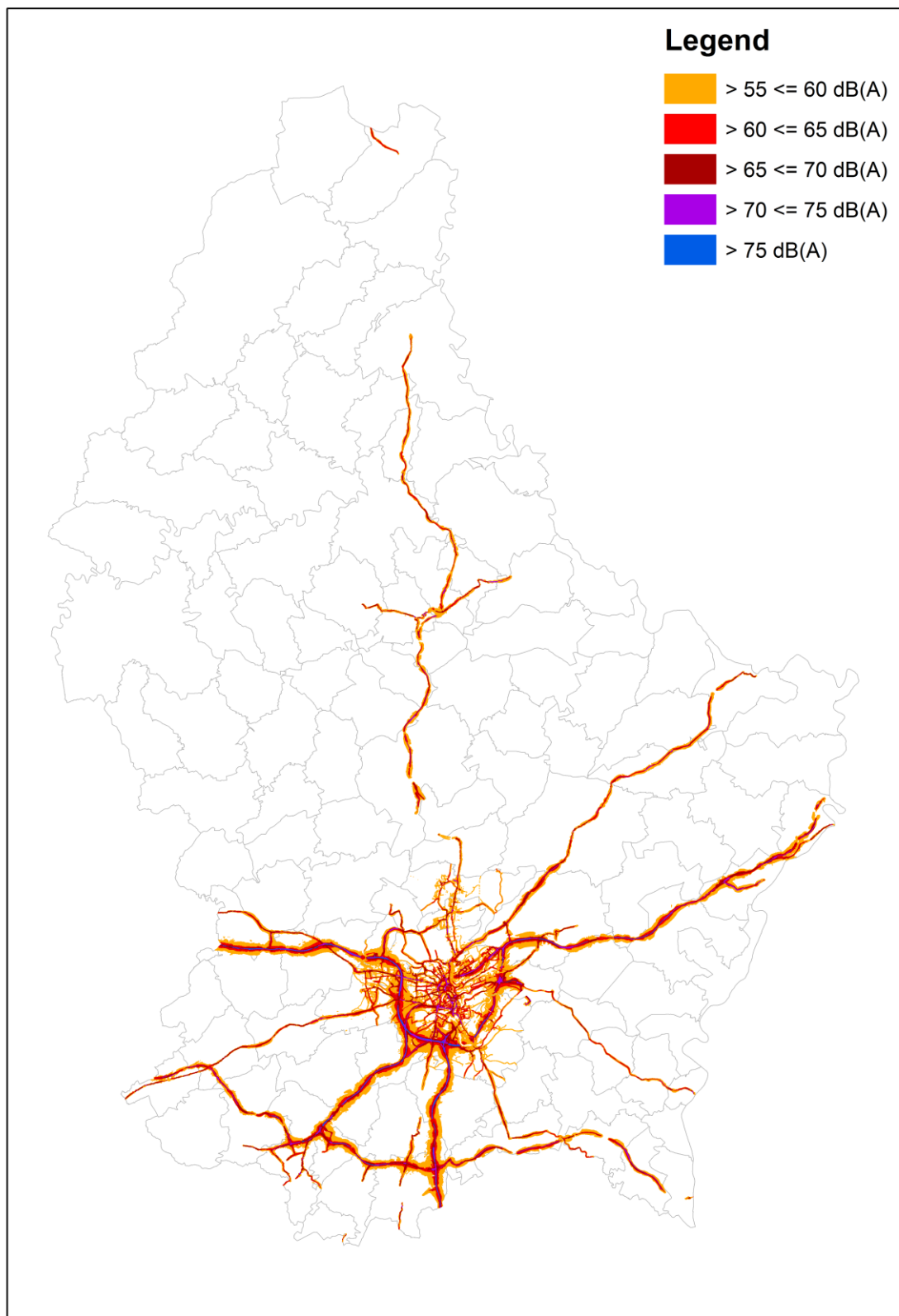


Abbildung 5-1: Lärmbelastung L_{day} durch Straßenlärm in Luxembourg

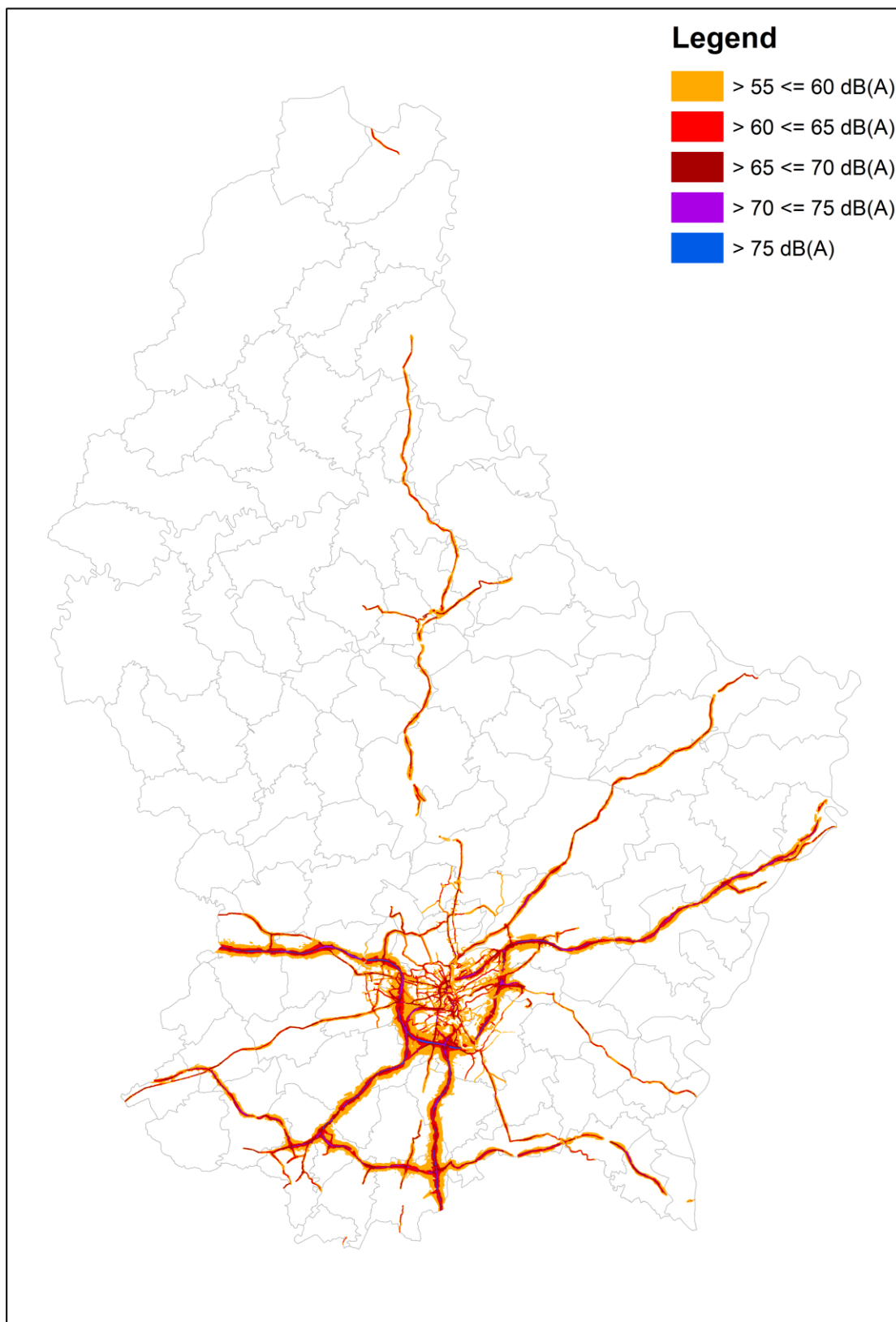


Abbildung 5-2: Lärmbelastung Levening durch Straßenlärm in Luxembourg

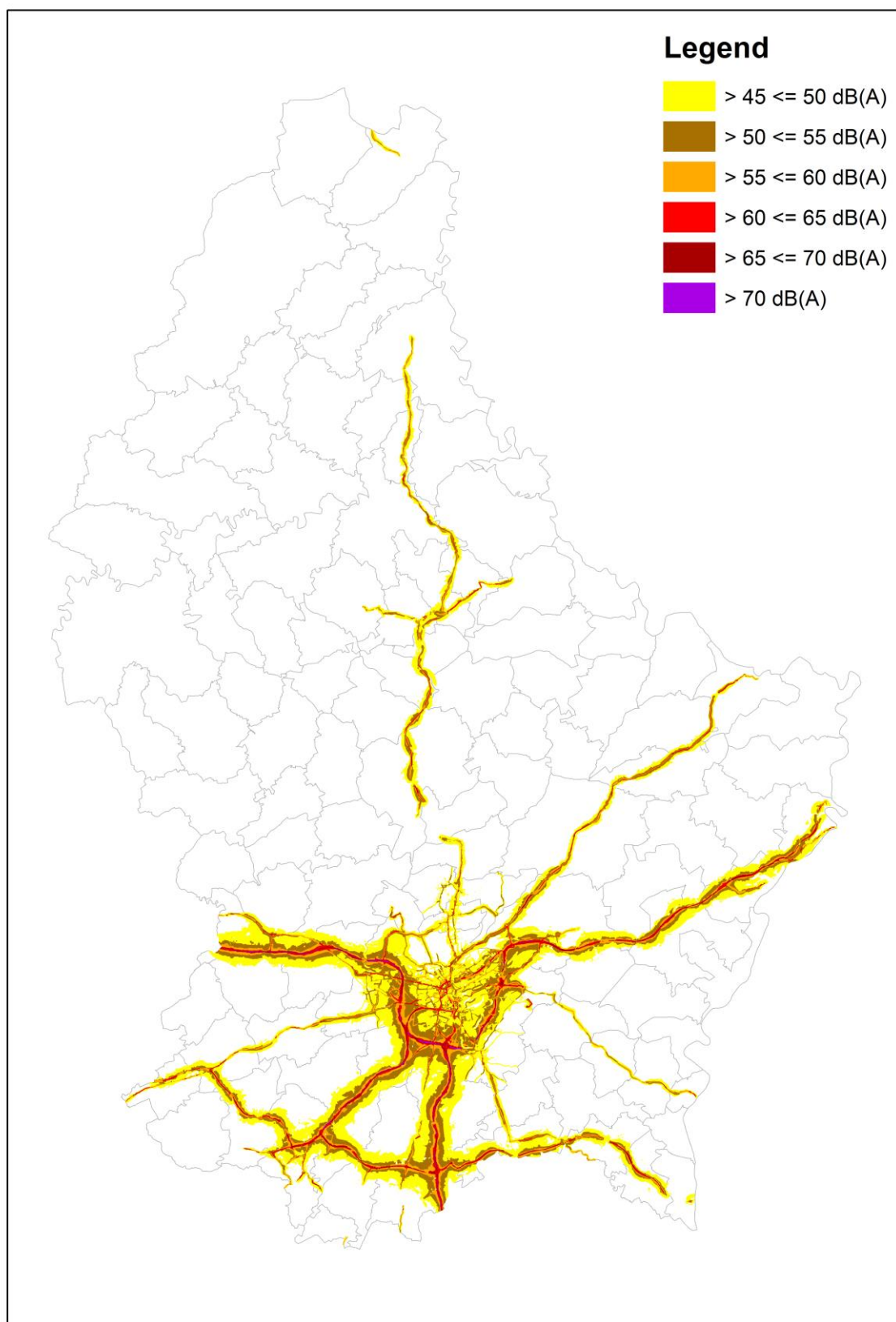


Abbildung 5-3 **Lärmbelastung L_{night} durch Straßenlärm in Luxembourg**

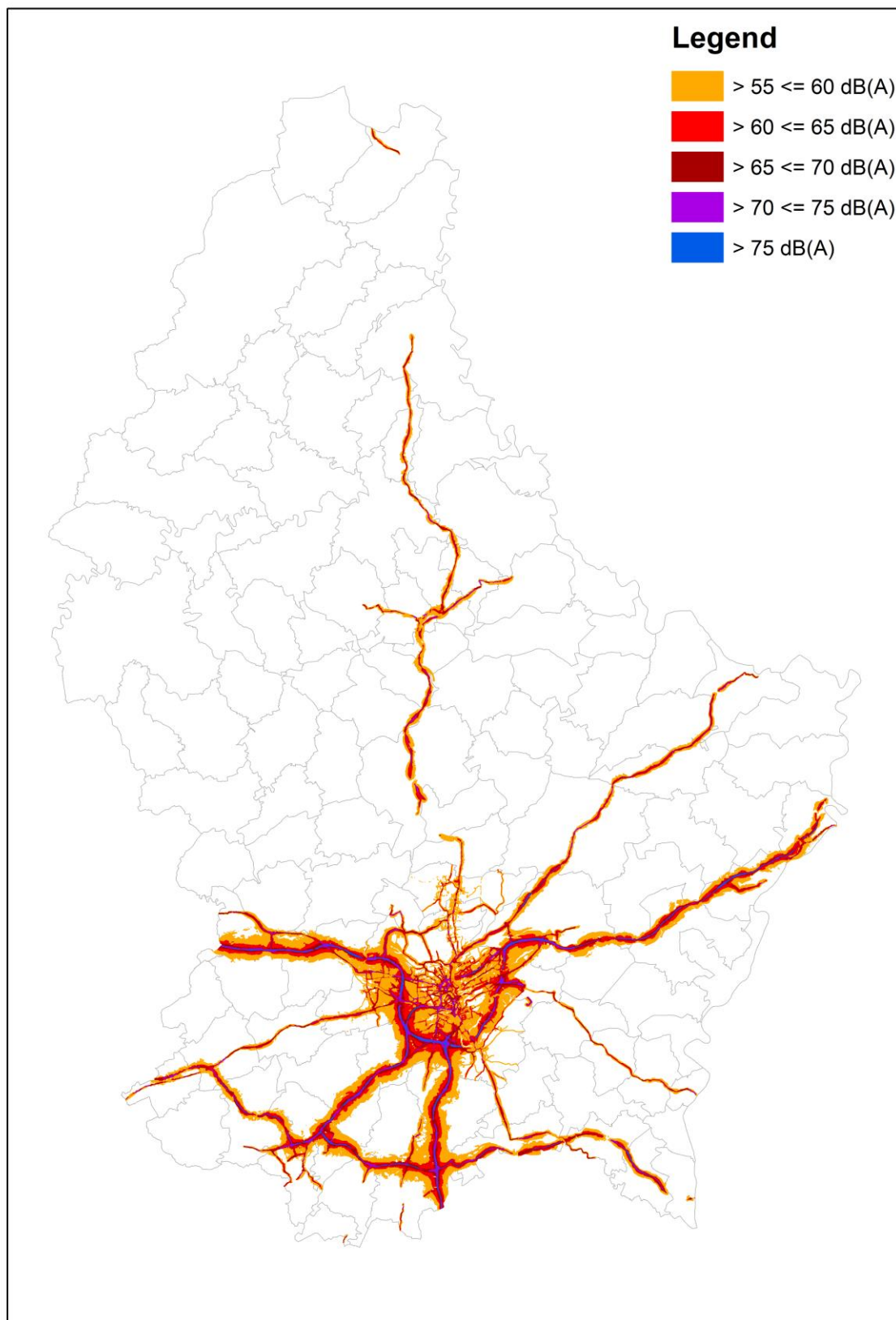


Abbildung 5-4 Lärmbelastung L_{den} durch Straßenlärm in Luxembourg

5.2 Betroffenenstatistiken

Die Lärmbelastung in der Fläche und auf den Fassaden wurde nach Maßgabe des EU-Reporting-Mechanismus ausgewertet und wird in einer getrennten XLS-Datei übergeben. Die Ermittlung der belasteten Einwohner bzw. Wohnungen wurde nach der Methode der „Most Exposed Facade“ und dem alternativen Verfahren nach VBEB vorgenommen. Für die Weitermeldung an die EU wurden die Ergebnisse nach „Most Exposed Facade“ herangezogen.

Der Inhalt der Meldung stimmt mit den nachfolgenden Tabellenangaben überein, in der die einzelnen Indikatoren für Luxembourg Stadt, die übrigen Gemeinden des Ballungsraumes sowie als Summe die Werte für die übrigen Gemeinden des Untersuchungsgebietes zusammenfassend dargestellt werden.

Tabelle 5-1: Anzahl Betroffene in Pegelbereichen des L_{den}

Indikator	L_{den} (dB) - Strassenlärm in Ballungsräumen und von Hauptverkehrsstrassen				
Straßen	55 bis < 60	60 bis < 65	65 bis < 70	70 bis < 75	> 75
In Ballungsräumen, gesamter Strassenlärm	38453	35072	18779	7649	62
In Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstrassen	22637	7291	11180	6015	53
Ausserhalb Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstrassen	25788	10246	15552	2995	0
In- und ausserhalb Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstrassen	48425	17537	26732	9010	53
Gesamt	64241	45318	34331	10644	62

Tabelle 5-2: Anzahl Betroffene in Pegelbereichen des L_{night}

Indikator	L_{night} (dB) - Strassenlärm in Ballungsräumen und von Hauptverkehrsstrassen					
Straßen	45 bis < 50	50 bis < 55	55 bis < 60	60 bis < 65	65 bis < 70	> 70
In Ballungsräumen, gesamter Strassenlärm	41774	39024	18566	8276	76	2
In Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstrassen	28373	12966	10984	7635	51	2
Ausserhalb Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstrassen	42527	14476	16545	5092	0	0
In- und ausserhalb Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstrassen	70900	27442	27529	12727	51	2
Gesamt	84301	53500	35111	13368	76	2

Tabelle 5-3: Anzahl Betroffene mit ruhiger Fassade für Pegelbereichen des L_{den}

Indikator	L_{den} (dB) - Strassenlärm in Ballungsräumen und von Hauptverkehrsstrassen				
Straßen	55 bis < 60	60 bis < 65	65 bis < 70	70 bis < 75	> 75
In Ballungsräumen, gesamter Strassenlärm	0	0	0	1477	0
In Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstrassen	0	125	2542	3927	0
Ausserhalb Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstrassen	0	107	2191	1483	0
In- und ausserhalb Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstrassen	0	232	4733	5410	0
Gesamt	0	107	2191	2960	0

Tabelle 5-4: Anzahl Betroffene mit ruhiger Fassade in Pegelbereichen des L_{night}

Indikator	L_{night} (dB) - Strassenlärm in Ballungsräumen und von Hauptverkehrsstrassen					
Straßen	45 bis < 50	50 bis < 55	55 bis < 60	60 bis < 65	65 bis < 70	> 70
In Ballungsräumen, gesamter Strassenlärm	0	0	0	33	0	0
In Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstrassen	0	0	817	3930	0	0
Ausserhalb Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstrassen	0	107	1033	1695	0	0
In- und ausserhalb Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstrassen	0	107	1850	5625	0	0
Gesamt	0	107	1033	1728	0	0

Tabelle 5-5: Flächenbelastung für L_{den} als Überschreitungswert

Indikator	Flächen (km ²) mit L_{den} (dB) - Strassenlärm in Ballungsräumen und von Hauptverkehrsstrassen		
Straßen	> 55	> 65	> 75
In Ballungsräumen, gesamter Strassenlärm	63,1635	13,1269	1,5043
In Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstrassen			
Ausserhalb Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstrassen	134,7697	27,7489	3,5366
In- und ausserhalb Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstrassen			
Gesamt	197,9332	40,8758	5,0409

Tabelle 5-6: Einwohnerbelastung für L_{den} als Überschreitungswert

Indikator	Einwohner in Gebieten mit L_{den} (dB) - Strassenlärm in Ballungsräumen und von Hauptverkehrsstrassen		
Straßen	> 55	> 65	> 75
In Ballungsräumen, gesamter Strassenlärm	100015	26490	62
In Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstrassen			
Ausserhalb Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstrassen	54581	18547	0
In- und ausserhalb Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstrassen			
Gesamt	154596	45037	62

Tabelle 5-7: Anzahl Wohnungen für L_{den} als Überschreitungswert

Indikator	Wohnungen in Gebieten mit L_{den} (dB) - Strassenlärm in Ballungsräumen und von Hauptverkehrsstrassen		
Straßen	> 55	> 65	> 75
In Ballungsräumen, gesamter Strassenlärm	47637	12605	29
In Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstrassen			
Ausserhalb Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstrassen	26025	8853	0
In- und ausserhalb Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstrassen			
Gesamt	73662	21458	29

Tabelle 5-8: Anzahl Schulen, Krankenhäuser für L_{den} als Überschreitungswert

Indikator	Schulen bzw. Krankenhäuser in Gebieten mit L_{den} (dB) - Strassenlärm in Ballungsräumen und von Hauptverkehrsstrassen					
	Schulen	Schulen	Schulen	Krankenhäuser	Krankenhäuser	Krankenhäuser
Straßen	> 55	> 65	> 75	> 55	> 65	> 75
In Ballungsräumen, gesamter Strassenlärm	51	15	0	66	30	0
In Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstrassen						
Ausserhalb Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstrassen	39	14	0	69	23	0
In- und ausserhalb Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstrassen						
Gesamt	90	29	0	135	53	0

Betroffenenzahlen und Zahl der Wohnungen müssen für die Überlieferung nach Brüssel zu den nächsten Hundert gerundet werden. Die nachfolgenden Tabellen erhalten jeweils diese aufgerundeten Werte.

Tabelle 5-9: Anzahl Betroffene in Pegelbereichen des L_{den} - aufgerundet auf die nächsten Hundert -

Indikator	L_{den} (dB) - Strassenlärm in Ballungsräumen und von Hauptverkehrsstrassen				
Straßen	55 bis < 60	60 bis < 65	65 bis < 70	70 bis < 75	> 75
In Ballungsräumen, gesamter Strassenlärm	38500	35100	18800	7600	100
In Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstrassen	22600	7300	11200	6000	100
Ausserhalb Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstrassen	25800	10200	15600	3000	0
In- und ausserhalb Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstrassen	48400	17500	26732	9010	100
Gesamt	64200	45300	34331	10644	100

**Tabelle 5-10: Anzahl Betroffene in Pegelbereichen des L_{night}
- aufgerundet auf die nächsten Hundert -**

Indikator	L_{night} (dB) - Strassenlärm in Ballungsräumen und von Hauptverkehrsstrassen					
Straßen	45 bis < 50	50 bis < 55	55 bis < 60	60 bis < 65	65 bis < 70	> 70
In Ballungsräumen, gesamter Strassenlärm	41800	39000	18600	8300	100	0
In Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstrassen	28400	13000	11000	7600	100	0
Ausserhalb Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstrassen	42500	14500	16500	5100	0	0
In- und ausserhalb Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstrassen	70900	27400	27500	12700	100	0
Gesamt	84300	53500	35100	13400	100	0

**Tabelle 5-11: Anzahl Betroffene mit ruhiger Fassade für Pegelbereichen des L_{den}
- aufgerundet auf die nächsten Hundert -**

Indikator	L_{den} (dB) - Strassenlärm in Ballungsräumen und von Hauptverkehrsstrassen				
Straßen	55 bis < 60	60 bis < 65	65 bis < 70	70 bis < 75	> 75
In Ballungsräumen, gesamter Strassenlärm	0	0	0	1500	0
In Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstrassen	0	100	2500	3900	0
Ausserhalb Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstrassen	0	100	2200	1500	0
In- und ausserhalb Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstrassen	0	200	4700	5400	0
Gesamt	0	100	2200	3000	0

**Tabelle 5-12: Anzahl Betroffene mit ruhiger Fassade in Pegelbereichen des L_{night}
- aufgerundet auf die nächsten Hundert -**

Indikator	L_{night} (dB) - Strassenlärm in Ballungsräumen und von Hauptverkehrsstrassen					
Straßen	45 bis < 50	50 bis < 55	55 bis < 60	60 bis < 65	65 bis < 70	> 70
In Ballungsräumen, gesamter Strassenlärm	0	0	0	0	0	0
In Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstrassen	0	0	800	3900	0	0
Ausserhalb Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstrassen	0	100	1000	1700	0	0
In- und ausserhalb Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstrassen	0	100	1800	5600	0	0
Gesamt	0	100	1000	1700	0	0

**Tabelle 5-13: Einwohnerbelastung für L_{den} als Überschreitungswert
- aufgerundet auf die nächsten Hundert -**

Indikator	Einwohner in Gebieten mit L_{den} (dB) - Strassenlärm in Ballungsräumen und von Hauptverkehrsstrassen		
Straßen	> 55	> 65	> 75
In Ballungsräumen, gesamter Strassenlärm	100000	26500	100
In Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstrassen			
Ausserhalb Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstrassen	54600	18500	0
In- und ausserhalb Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstrassen			
Gesamt	154600	45000	100

**Tabelle 5-14: Anzahl Wohnungen für L_{den} als Überschreitungswert
- aufgerundet auf die nächsten Hundert -**

Indikator	Wohnungen in Gebieten mit L_{den} (dB) - Strassenlärm in Ballungsräumen und von Hauptverkehrsstrassen		
Straßen	> 55	> 65	> 75
In Ballungsräumen, gesamter Strassenlärm	47600	12600	0
In Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstrassen			
Ausserhalb Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstrassen	26000	8900	0
In- und ausserhalb Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstrassen			
Gesamt	73700	21500	0

6 Quellenverzeichnis

DIN 45687: Akustik - Software-Erzeugnisse zur Berechnung der Geräuschimmission im Freien - Qualitätsanforderungen und Prüfbestimmungen. Beuth-Verlag. Mai 2006

EU, 2002: Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Juni 2002 über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 189, S. 12. 2002.

EU, 2008: Richtlinie 2008/1/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Januar 2008 über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (kodifizierte Fassung) (IVU-Richtlinie)

VBEB, 2007: Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm. BAnz. Nr. 75, S. 4137. 2007.

A.1 Liste der Vergebenen Kennungen im Attribut MODI

Während der Bearbeitung wurden Veränderungen an Objekten im Attribut MODI Vermerkt. Hierzu wurden projektbezogene Kürzel genutzt. Sie dienen auch als Hinweis auf etwaige Probleme in den Datenbeständen, die bei einer zukünftigen Erhebung verfolgt werden könnten

Tabelle A-1 Übersicht gesetzter Einträge im Attribut MODI

Modi	Funktion
-BR1.8-	Breite der Brücke aus ACT Objekt-Type 1.8 abgeleitet – Achse versetzt in Mitte
-BRTR-	Brücken/Tunnelbehandlung
-DF:EW-	Einwohnerzahl im Einzelfall als Default bei neu eingetragenen Gebäuden
-DF:V-	Default Annahme für Geschwindigkeit, getrennt nach Autobahn und übrigen Straßen
-DF:VZ-	Stündliche Verkehrsmengen und Lkw-Anteile gem. VBUS aus DTV abgeleitet
-DF:VZN-	Nutzung der neuen Datenlieferung (CMT) als Verkehrsmengen
-DF:Z-	Gebäude mit Default Höhe: bis 50m ² : 2.5 m ; bis 1000 m ² : 4m ; über 1000 m ² : 8 m
-E2:ZS-	Z-Höhenfehler für Straße mit Steigung über 20%
-E:KN-	Identische Zählknotenangaben für Anfang und Ende einer Straße
-E:MJ-	Widerspruch zwischen formaler Einordnung als „Major Road“ und DTV Werten
-E:QVD-	Eventuelle Fehleingabe der Verkehrsmenge (< 3 Kfz/h) in den Ausgangsdaten
-E:Z-	Absolute Höhenangabe in den Ausgangsdaten < 100 m oder > 700 m
-E:ZS-	Z-Höhenfehler für Straße erkannt
-EWC-	Einwohnerangabe wurde aus einem Texteintrag im Gebäudeobjekt übernommen
-F.822-	Verkehrsmengen mit Faktor 300/365 korrigiert
-GAP-	Fehlender Streckenabschnitt in Schienennetz eingefügt
-GF:NRL1-	Gebäude verändert, damit es zu veränderter Gleisführung passt
-GF:NRL2-	Gebäude entfernt, da im Widerspruch zur geänderten Gleisführung (>50% Deckung)
-GN-	Neue Geometrie für Brückenbreiten, wegen Lage der LSW
-NG-	Neue Geometrie für Schienenstrecke (Abschnittseinteilung)
-VADB-	Schienenstrecke mit eventuellem Bremsen wg. Reduktion V zulässig. (ungenutzt)
-VIT-	Zul. Kfz Geschwindigkeit aus getrennter Geometrie (open Street Map)
-VZ09-	Verkehrsmengen aus Zählung 2009 (CMT) übernommen
-VZ2-	Sonderfall der Verkehrsmengenzuordnung
-VZOLD-	Nutzung der alten Datenlieferung (CMT) als Verkehrsmengen
-XLS-	Geometrie für LSW oder Brücken/Tunnel der Schienenwege aus XLS abgeleitet