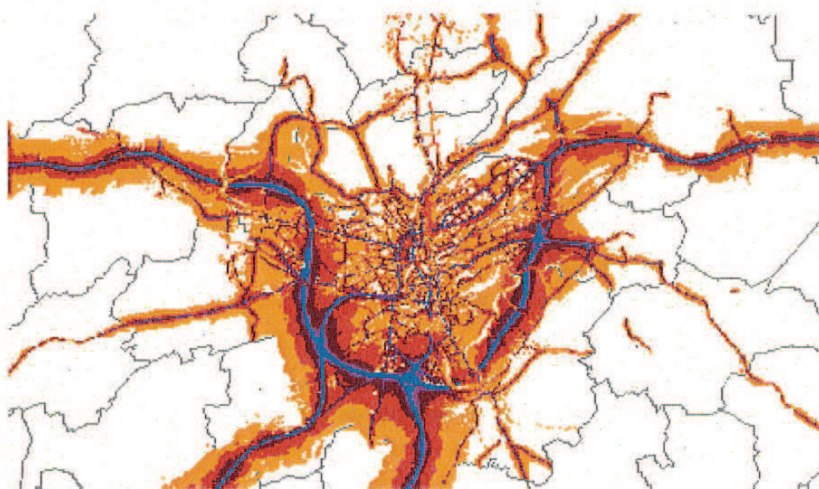


**Strategische Lärmkartierung für den Straßenverkehr  
des Ballungsraums  
„Agglomération de la Ville de Luxembourg et environs“  
sowie der  
Hauptverkehrsstraßen im Großherzogtum  
Luxembourg**

**Abschlussbericht**



für die

Administration de l'environnement  
c/o Unité Surveillance et Evaluation de l'environnement  
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

Vu et approuvé

Luxembourg, le **12 SEP. 2018**

La Ministre de l'Environnement

*Gieschbourg*  
**Carole DIESCHBOURG**

## 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 Modèle de Transport  |
| 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] für Pkw, Lkw und Bus  |
| 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 <sub>day</sub>   | Maß für die durchschnittliche Lärmbelastung am Tag (7:00 - 19:00 Uhr)  |
| L <sub>den</sub>   | 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 <sub>evg</sub>   | Maß für die durchschnittliche Lärmbelastung am Abend (19:00 - 23:00 Uhr)   |
| Lkw                | Lastkraftwagen (hier mit zulässiger Gesamtmasse > 3,5 t)   |
| L <sub>night</sub> | 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 Immissionsschutz (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**

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Einführung</b>  | <b>9</b>  |
| <b>2</b> | <b>Rechtliche und technische Grundlagen</b>              | <b>10</b> |
| <b>3</b> | <b>Daten</b>   | <b>11</b> |
| 3.1      | Straßennetz und Verkehrsdaten                            | 11        |
| 3.2      | Verkehrsfluss  | 12        |
| 3.3      | Gelände  | 13        |
| 3.3.1    | Topographie  | 13        |
| 3.3.2    | Schallschutzeinrichtungen                                | 14        |
| 3.3.3    | Brücken und Tunnel                                       | 14        |
| 3.3.4    | Einwohner  | 16        |
| 3.3.5    | Gebäude  | 16        |
| 3.3.6    | Wohnungen  | 16        |
| 3.3.7    | Schulen und Krankenhäuser                                | 16        |
| <b>4</b> | <b>Berechnung</b>  | <b>18</b> |
| 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        |
| <b>5</b> | <b>Ergebnisse</b>  | <b>22</b> |
| 5.1      | Lärmkarten   | 22        |
| 5.1.1    | Gesamtgebiet Luxembourg, Darstellung der Lärmindizes     | 23        |
| 5.2      | Betroffenenstatistiken                                   | 27        |
| <b>6</b> | <b>Quellenverzeichnis</b>                                | <b>33</b> |
| A.1      | Liste der vergebenen Kennungen im Attribut MODI          | 34        |

**ABBILDUNGSVERZEICHNIS**

|                |  |    |
|----------------|--|----|
| Abbildung 1-1: | Untersuchungsgebiet  | 9  |
| Abbildung 3-1: | Korrektur von Lärmschutzobjekten                                   | 14 |
| Abbildung 3-2: | Korrektur von Lärmschutzobjekten                                   | 14 |
| Abbildung 4-1: | Untersuchungsgebiete für die Qualitätssicherung                    | 19 |
| Abbildung 5-1: | Lärmbelastung $L_{\text{day}}$ durch Straßenlärm in Luxembourg     | 23 |
| Abbildung 5-2: | Lärmbelastung $L_{\text{evening}}$ durch Straßenlärm in Luxembourg | 24 |
| Abbildung 5-3: | Lärmbelastung $L_{\text{night}}$ durch Straßenlärm in Luxembourg   | 25 |
| Abbildung 5-4: | Lärmbelastung $L_{\text{den}}$ 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:   | Projektbezogene 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   | 29 |
| 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 |





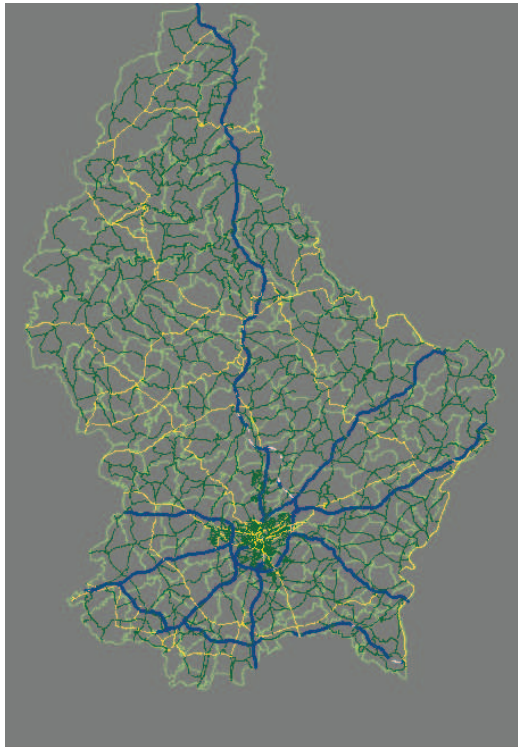
# 1 Einführung

Im Rahmen der Umsetzung der 3. Stufe der EG-Umgebungs-lärm-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 Fahrzeugbewegungen pro Jahr. Im Ballungsraum werden alle Straßen berücksichtigt. Der Ballungsraum "Agglomération de la Ville de Luxembourg et environs" besteht aus der Stadt Luxembourg sowie den fünf angrenzenden Gemeinden Bertrange, Hesperange, Strassen, Steinsel und Walferdange und hat circa 160.000 Einwohner (Statec 2016).

Damit ergibt sich das in Abbildung 1-1 dargestellte Untersuchungsgebiet und Straßennetz mit Autobahnen und übrigen Straßen für 105 Gemeinden.



**Abbildung 1-1: Untersuchungsgebiet**

Das Großherzogtum Luxemburg hat eine Fläche von ca. 2.600 km<sup>2</sup>. Die berücksichtigte Einwohnerzahl für das Jahr 2016 betrug ca. 580.000. Das zu untersuchende Straßennetz weist eine Länge von insgesamt ca. 3.400 km auf, von denen ca. 450 km als Autobahn eingestuft sind. Kartierungspflichtig sind davon ca. 720 km aufgrund des Verkehrsaufkommens von über 3 Mio. Kfz/Jahr und zusätzlich ca. 430 km im Ballungsgebiet. Eine Auflistung der relevanten Straßen ist in den Anhängen A.2 und A.3 zu finden.

## 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 EU Vorgabe und getrennt 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 Luxembourg.

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 2017 und 2018 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 (2016) der CMT übernommen, die im Auftrag der Administration des Ponts et Chaussées und der Stadt Luxembourg das Straßenverkehrsmodell erstellt. Dabei wurden über einen Mengenkorrekturfaktor 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.

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.

Im März 2018 wurden noch überarbeitete Verkehrsmengen für 4 Straßen in das Modell eingearbeitet und eine entsprechende Neuberechnung durchgeführt.

- **Bascharage (132, avenue de Luxembourg)**
- **Esch/Alzette (22, boulevard Kennedy)**
- **Ettelbruck (Avenue J-F Kennedy)**
- **Capellen (route d'Arlon)**

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<br>Kfz/Lkw |      | Abend<br>Kfz/Lkw |       | Nacht<br>Kfz/Lkw |      |
|-------------------------------------|----------------|------|------------------|-------|------------------|------|
| <b>Autobahn</b>                     | 0.062          | 0.25 | 0.042            | 0.35  | 0.014            | 0.45 |
| <b>Schnellstr.<br/>(Bundesstr.)</b> | 0.062          | 0.20 | 0.042            | 0.20  | 0.011            | 0.20 |
| <b>Gemeindestr.</b>                 | 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 3 Mio. Kfz pro Jahr bzw. mindestens 8200 Kfz/Tag in der Lärmberechnung zu berücksichtigen. In wenigen Ausnahmefällen wurden Straßen mit DTV Werten zwischen 7670 (entspricht 2.8 Mio. Kfz/Jahr) und 8200 als Lückenschluss mit berücksichtigt, um plausible Lärmkarten zu erzeugen.

Querschnittsbreiten lagen teilweise in den geometrischen Ausgangsdaten vor. In anderen Fällen konnte die Breitenangaben aus den übergebenen SHAPE Dateien herangezogen werden, um die Breite der Straße zu ermitteln.

Im Bereich der Autobahnen wurde eine Lärm reduzierende Straßenoberfläche (-3 dB) angesetzt. Für die übrigen Straßen gab es Vorgaben seitens Ponts et Chaussées

von -1 dB bzw. -2 dB für poröse Asphalte unterschiedlicher Qualität.

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 täglichen Fahrzeugaufkommen mindestens 8.200 Kfz berücksichtigt. Hier wurde für alle an einer Kreuzung beteiligten Straßen auf 50 m Länge der Verkehrsfluss „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 |     |
|-----------------------|-----|-----|-------|-----|-------|-----|
|                       | Pkw | Lkw | Pkw   | Lkw | Pkw   | Lkw |
| <b>Autobahnen</b>     | 130 | 90  | 130   | 90  | 130   | 90  |
| <b>Schnellstraßen</b> | 90  | 75  | 90    | 75  | 90    | 75  |
| <b>Übrige Straßen</b> | 50  | 50  | 50    | 50  | 50    | 50  |

### 3.3 Gelände

Seitens ACT wurden für das Gesamtgebiet Luxemburgs ein digitales Geländemodell mit einer 1 m Rasterauflösung der Höhenangaben übergeben. Diese Ausgangsinformation wurde in Höhenlinien mit einer vertikalen Abstufung von 1 m überführt.

Zur Reduktion des Datenumfangs erfolgte eine Glättung mit einem maximalem seitlichen Stich von 2 m, d.h. Zwischenpunkte des Linienzuges einer Höhenlinie wurden entfernt, wenn die dabei neu entstehende Linienführung gegenüber der Originallage für alle Scheitelpunkte eine seitliche Abweichung von maximal 2 m einhält und außerdem keine benachbarte Höhenlinie gekreuzt wird. Das neue digitale Geländemodell ist damit erheblich detaillierter als das Modell aus 2012.

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

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

Soweit in 2012 straßennahe Böschungen mit automatischen Methoden zusätzlich ins Modell aufgenommen wurden, um das relativ grobe Geländemodell zu ergänzen, konnte in 2017 in Hinblick auf das genauere Geländemodell darauf verzichtet werden.

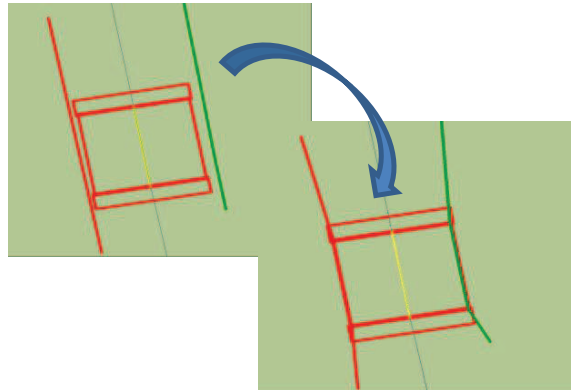
#### 3.3.1 Topographie

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 3-1). Lärmschutzwände lagen teilweise nur mit relativen Höhen vor, so dass die Schirmoberkante aus der Objekthöhe und der Geländehöhe abgeleitet wurde.

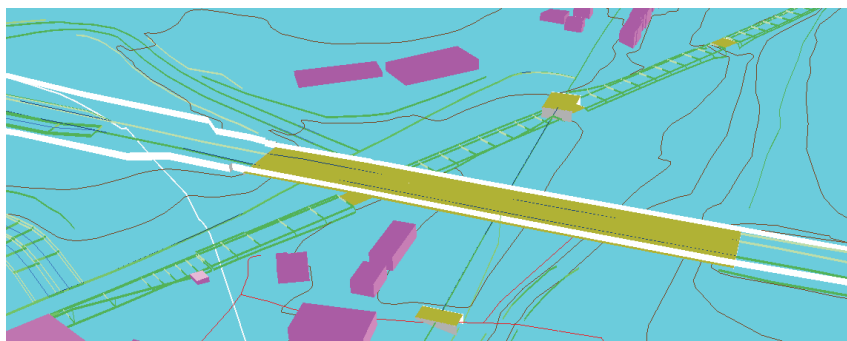


**Abbildung 3-1: Korrektur von Lärmschutzobjekten**

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 aufbereitet.



**Abbildung 3-2: Korrektur von Lärmschutzobjekten**





### 3.3.4 Einwohner

Angaben zu den Einwohnern lagen zunächst in den QSI Ausgangsdaten gebäudescharf für den Stand 2016 vor. Die Datenlage war dabei bereits präziser als in 2012, da Gebäude feiner gegliedert vorlagen, die in 2012 noch großräumig, d.h. für ganze Baublöcke, pauschal als „wohn- und gewerblich“ genutzt eingestuft wurden.

Die Gebäudedaten wurden nochmals überarbeitet, nachdem erkannt worden war, dass die Zuordnung von Gebäuden zur Kategorie der Wohngebäude zu prüfen und zu korrigieren ist. Einwohnerzahlen wurden anschließend neu zugeordnet. Die gegenüber 2012 deutliche Umverteilung der Einwohner führt auch in den statistischen Analysen zur Betroffenheit der Bevölkerung zu erkennbaren Verschiebungen.

### 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 „RESI“ gesetzt.

### 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 auf „SCO“ und für Krankenhäuser auf „HOS“ gesetzt.

Anders als in der Kartierung 2012 lagen im aktuellen Gebäudemodell keine Straßennamen vor. Das Erkennen von Schul- bzw. Krankenhauskomplexen, wie es für die Statistik der EU Lärmkartierung gewünscht wird, konnte deshalb nur über eine räumliche Zuordnung erfolgen. Dabei wurden Schul- bzw. Krankenhausgebäude, die weniger als 100 m voneinander entfernt lagen, dem gleichen Komplex zugeordnet.

## 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 12.

Die Datenverwaltung wurde dabei über eine Kachelung des Gesamtgebietes in 10 x 10 (km)-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 Ergebnisgenauigkeit und zu leistendem Berechnungsaufwand liefern. Projektbezogen wurden die Einstellungen der Tabelle 4-1 gewählt

**Tabelle 4-1: Projektbezogene Berechnungsparameter**

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

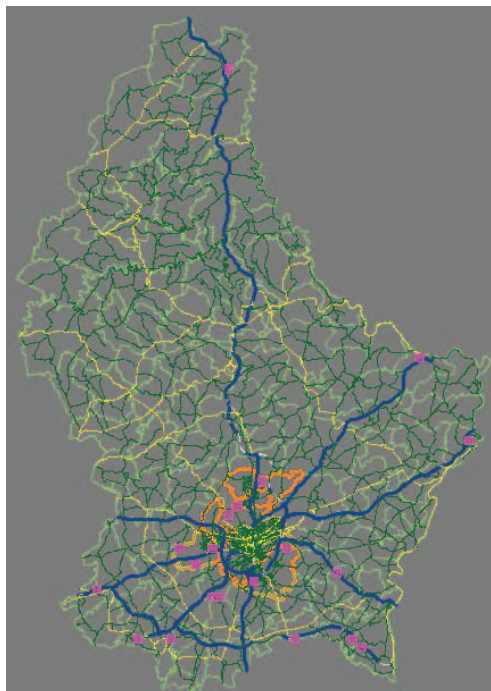
### 4.2 Berechnungsparameter und Berechnungsgenauigkeit

Für die Qualitätssicherungs-Analyse zur Bestätigung der hinreichenden Genauigkeit der gewählten Standard-Berechnungsparameter wurden 2012 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 Aufpunkt     | 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 (km) 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 erwartende systematische Unterschätzung durch die gewählten Projekteinstellungen. Sie liegen mit -0.7 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.

Da in 2017 die gleichen Berechnungsparameter wie in 2012 gewählt wurden, wurde auf eine erneute Berechnung der QS Punkte verzichtet.

**Tabelle 4-2: Auswertung zur Qualitätssicherung**

|             | <b>Differenz<br/>Projekt - Referenz<br/>L<sub>den</sub> (dB)</b> | <b>Differenz<br/>Projekt - Referenz<br/>L<sub>night</sub> (dB)</b> |
|-------------|--|--|
| 10% Quantil | -0,2   | -0,7   |
| 90% Quantil | -0,04  | -0,1   |

### 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 (km) 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 einem durchschnittlichen täglichen Verkehrsaufkommen von mindestens 8200 Fahrzeugen 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

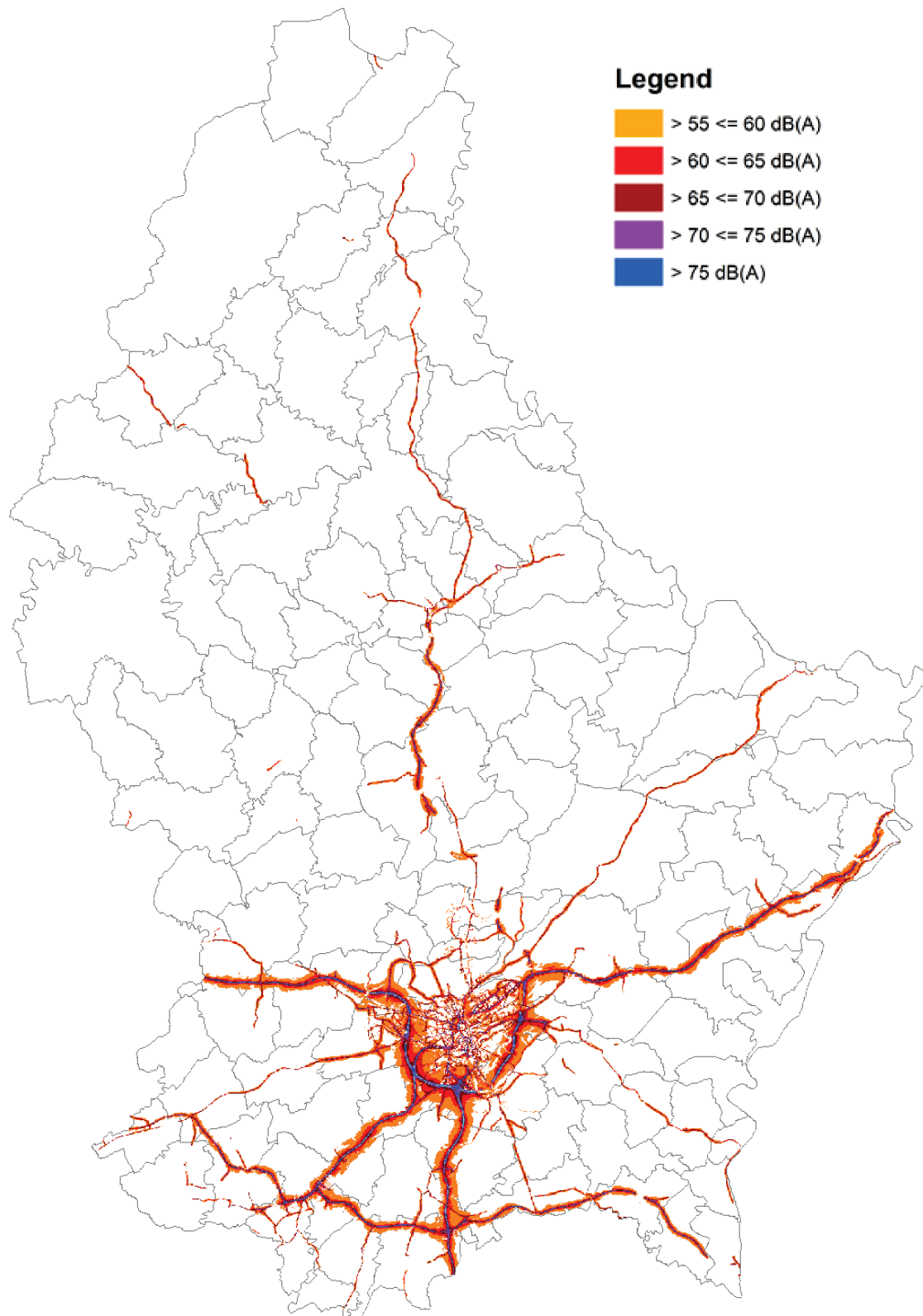
### 5.1 Lärmkarten

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

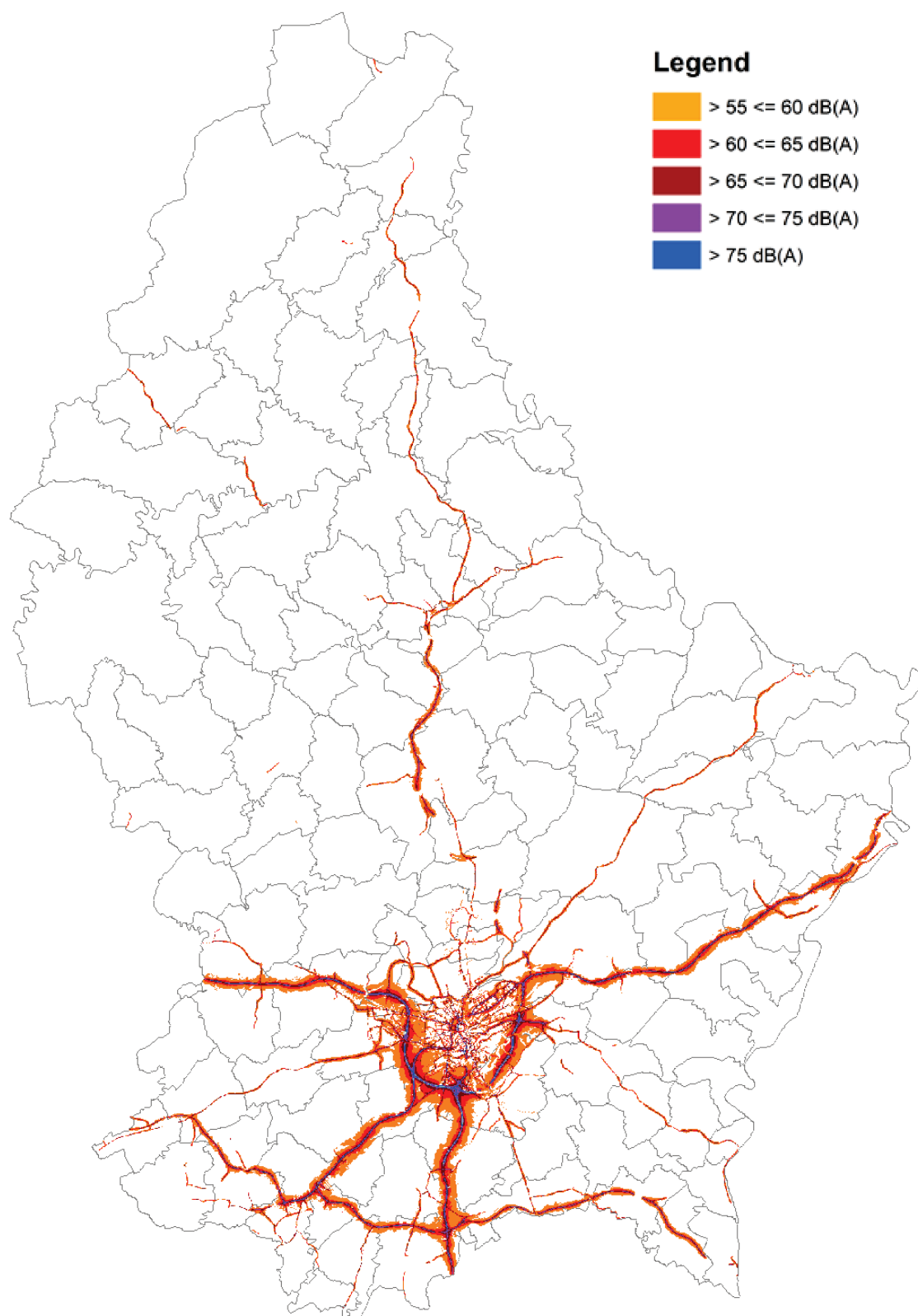
In den Rasterergebnissen werden nur tatsächlich berechnete Werte ausgewiesen. Eine Interpolation von Ergebnissen mit der Zielsetzung, die Berechnung zu beschleunigen, wurde nicht angewandt. Liegen Aufpunkte innerhalb von Gebäuden oder außerhalb des Untersuchungsgebietes, so werden in den Rasterergebnissen Sonderwerte ausgewiesen, aus denen sich der Grund für die nicht durchgeführte Berechnung ableiten lässt. Werden zum Zweck einer besseren kartographischen Darstellung 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

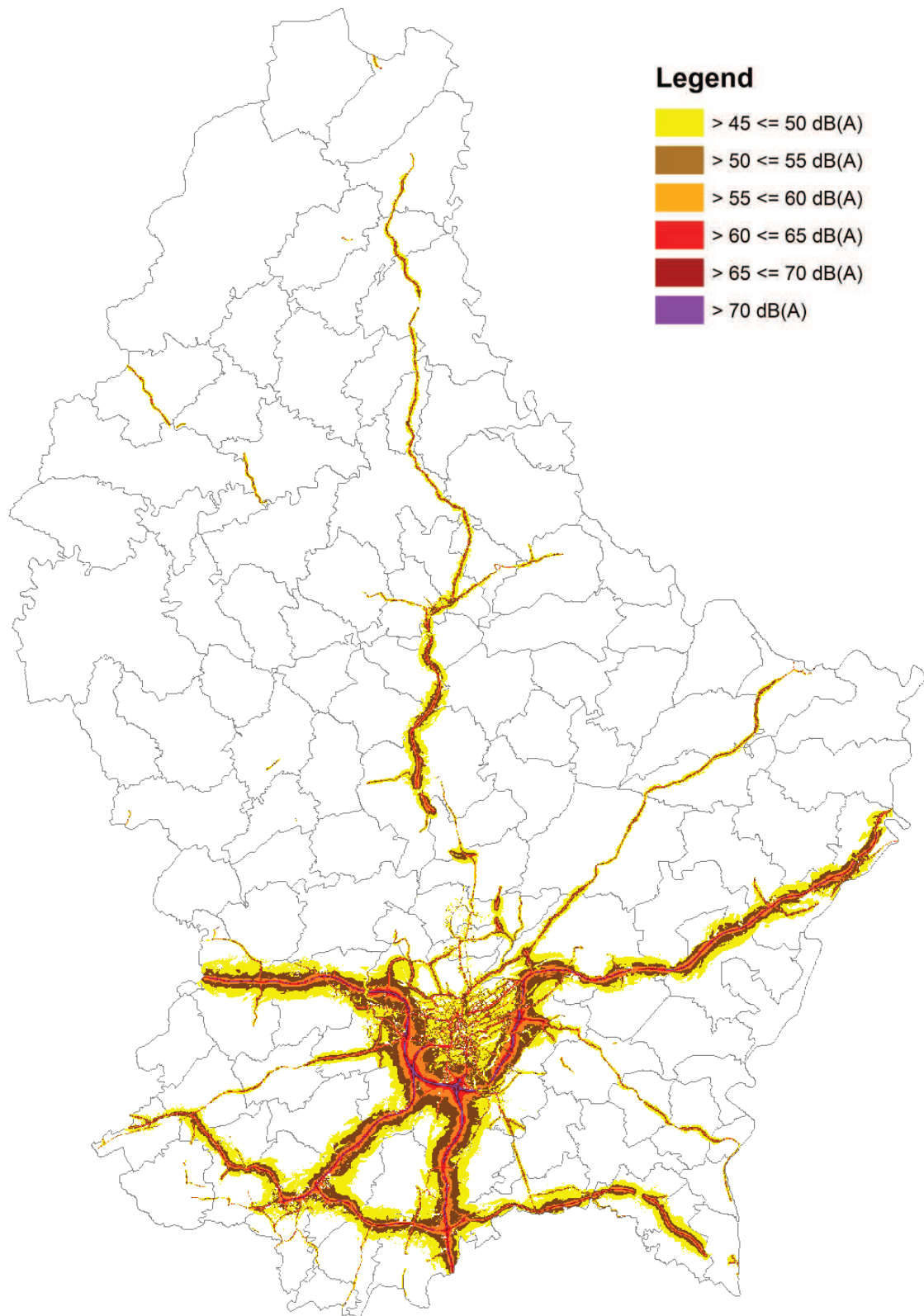


**Abbildung 5-1: Lärmbelastung  $L_{day}$  durch Straßenlärm in Luxembourg**

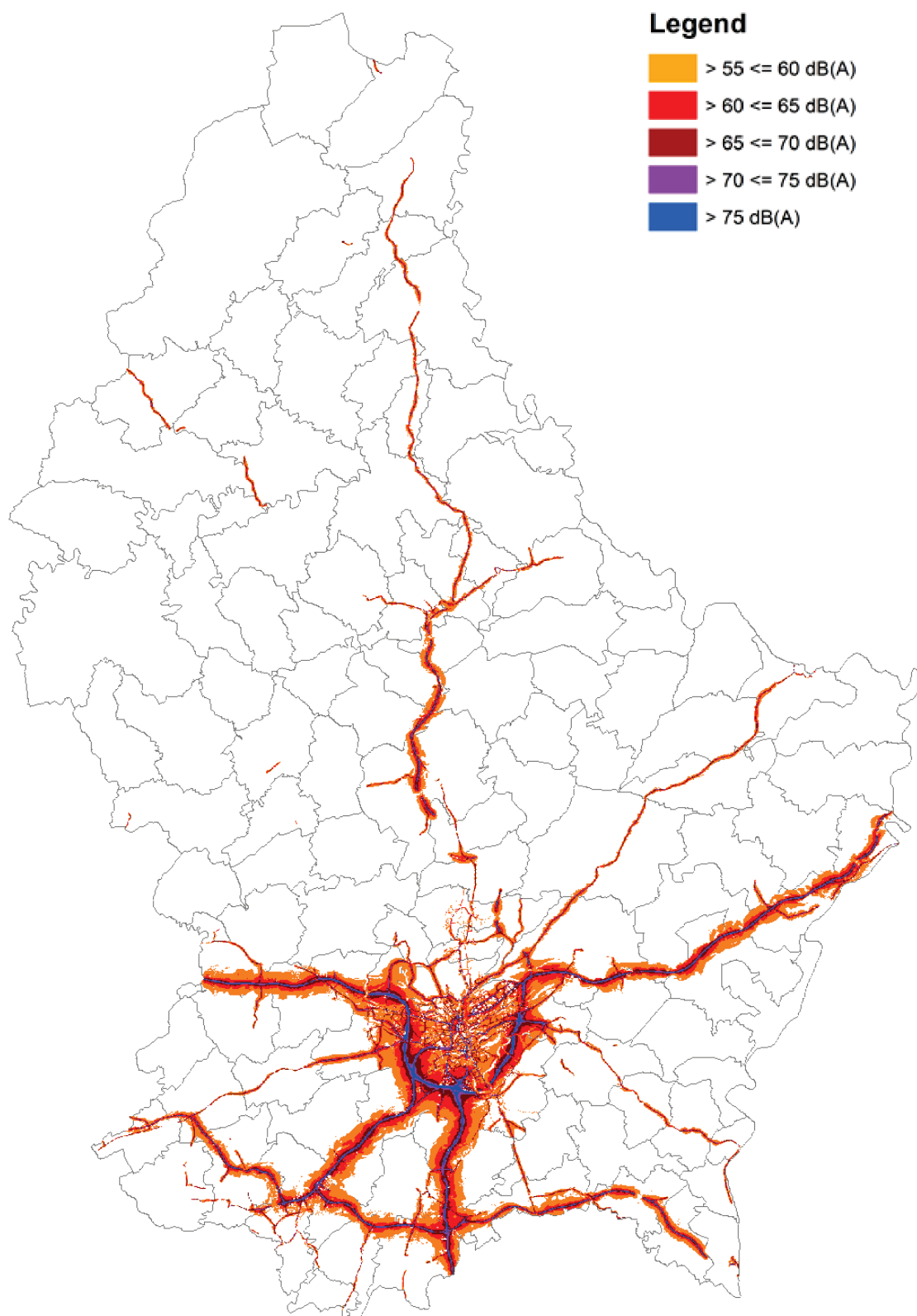


**Abbildung 5-2: Lärmbelastung Levening durch Straßenlärm in Luxembourg**





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



**Abbildung 5-4**    **Lärmbelastung  $L_{den}$  durch Straßenlärm in Luxemburg**

## 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                         | 40635   | 39352       | 41393       | 20665       | 2557 |
| In Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstraßen                | 37069   | 14784       | 14117       | 15557       | 2459 |
| Außerhalb Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstraßen         | 27554   | 14971       | 20935       | 2515        | 11   |
| In- und außerhalb Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstraßen | 64623   | 29755       | 35052       | 18072       | 2470 |
| Gesamt  | 68189   | 54323       | 62328       | 23180       | 2568 |

**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                         | 36757   | 53932       | 41526       | 16391       | 1665        | 1    |
| In Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstraßen                | 58379   | 21980       | 17433       | 14133       | 1623        | 1    |
| Außerhalb Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstraßen         | 43533   | 21913       | 20409       | 1893        | 13          | 0    |
| In- und außerhalb Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstraßen | 101912  | 43893       | 37842       | 16026       | 1636        | 1    |
| Gesamt  | 80290   | 75845       | 61935       | 18284       | 1678        | 1    |

**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           | 67          | 512         | 352  |
| In Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstraßen                | 0   | 0           | 486         | 2829        | 1260 |
| Außerhalb Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstraßen         | 107   | 115         | 1750        | 684         | 0    |
| In- und außerhalb Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstraßen | 107   | 115         | 2236        | 3513        | 1260 |
| Gesamt  | 107   | 115         | 1817        | 1196        | 352  |

**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           | 189         | 109         | 0    |
| In Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstraßen                | 0   | 0           | 55          | 1380        | 444         | 0    |
| Außerhalb Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstraßen         | 0   | 17          | 533         | 306         | 0           | 0    |
| In- und außerhalb Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstraßen | 0   | 17          | 588         | 1686        | 444         | 0    |
| Gesamt  | 0   | 17          | 533         | 495         | 109         | 0    |

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

| Indikator   | Flächen (km <sup>2</sup> ) mit $L_{den}$ (dB) - Straßenlärm in Ballungsräumen und von Hauptverkehrsstraßen |         |        |
|---|--|---------|--------|
|   | > 55   | > 65    | > 75   |
| <b>Straßen</b>  |  |         |        |
| In Ballungsräumen, gesamter Straßenlärm                         | 75,2006  | 22,0756 | 3,3255 |
| In Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstraßen                |  |         |        |
| Außerhalb Ballungsräumen, gesamter Straßenlärm                  | 158,6157   | 32,4533 | 4,3725 |
| In- und außerhalb Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstraßen |  |         |        |
| <b>Gesamt</b>   | 233,8163   | 54,5289 | 7,698  |

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

| Indikator   | Einwohner in Gebieten mit $L_{den}$ (dB) - Straßenlärm in Ballungsräumen und von Hauptverkehrsstraßen |       |      |
|---|---|-------|------|
|   | > 55  | > 65  | > 75 |
| <b>Straßen</b>  |   |       |      |
| In Ballungsräumen, gesamter Straßenlärm                         | 144615  | 64621 | 2558 |
| In Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstraßen                |   |       |      |
| Außerhalb Ballungsräumen, gesamter Straßenlärm                  | 66049   | 23474 | 11   |
| In- und außerhalb Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstraßen |   |       |      |
| <b>Gesamt</b>   | 210664  | 88095 | 2569 |

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

| Indikator   | Wohnungen in Gebieten mit $L_{den}$ (dB) - Straßenlärm in Ballungsräumen und von Hauptverkehrsstraßen |       |      |
|---|---|-------|------|
|   | > 55  | > 65  | > 75 |
| <b>Straßen</b>  |   |       |      |
| In Ballungsräumen, gesamter Straßenlärm                         | 62870   | 28095 | 1146 |
| In Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstraßen                |   |       |      |
| Außerhalb Ballungsräumen, gesamter Straßenlärm                  | 30008   | 10298 | 5    |
| In- und außerhalb Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstraßen |   |       |      |
| <b>Gesamt</b>   | 92878   | 38393 | 1151 |

**Tabelle 5-8: Anzahl Schul-, Krankenhauskomplexe 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 |
|   | > 55   | > 65    | > 75    | > 55          | > 65          | > 75          |
| <b>Straßen</b>  |  |         |         |               |               |               |
| In Ballungsräumen, gesamter Straßenlärm                         | 78   | 20      | 0       | 20            | 6             | 0             |
| In Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstraßen                |  |         |         |               |               |               |
| Außerhalb Ballungsräumen, gesamter Straßenlärm                  | 31   | 2       | 0       | 11            | 2             | 0             |
| In- und außerhalb Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstraßen |  |         |         |               |               |               |
| <b>Gesamt</b>   | 109  | 22      | 0       | 31            | 8             | 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 |             |             |             |      |
|---|---|-------------|-------------|-------------|------|
|   | 55 bis < 60   | 60 bis < 65 | 65 bis < 70 | 70 bis < 75 | ≥ 75 |
| <b>Straßen</b>  |   |             |             |             |      |
| In Ballungsräumen, gesamter Straßenlärm                         | 40600   | 39400       | 41400       | 20700       | 2600 |
| In Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstraßen                | 37100   | 14800       | 14100       | 15600       | 2500 |
| Außerhalb Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstraßen         | 27600   | 15000       | 20900       | 2500        | 0    |
| In- und außerhalb Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstraßen | 64600   | 29800       | 35100       | 18100       | 2500 |
| <b>Gesamt</b>   | 68200   | 54300       | 62300       | 23200       | 2600 |

**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                         | 36800   | 53900       | 41500       | 16400       | 1700        | 0    |
| In Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstraßen                | 58400   | 22000       | 17400       | 14100       | 1600        | 0    |
| Außerhalb Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstraßen         | 43500   | 21900       | 20400       | 1900        | 0           | 0    |
| In- und außerhalb Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstraßen | 101900  | 43900       | 37800       | 16000       | 1600        | 0    |
| Gesamt  | 80300   | 75800       | 61900       | 18300       | 1700        | 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           | 100         | 500         | 400  |
| In Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstraßen                | 0   | 0           | 500         | 2800        | 1300 |
| Außerhalb Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstraßen         | 100   | 100         | 1800        | 700         | 0    |
| In- und außerhalb Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstraßen | 100   | 100         | 2200        | 3500        | 1300 |
| Gesamt  | 100   | 100         | 1800        | 1200        | 400  |

**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           | 200         | 100         | 0    |
| In Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstraßen                | 0   | 0           | 100         | 1400        | 400         | 0    |
| Außerhalb Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstraßen         | 0   | 0           | 500         | 300         | 0           | 0    |
| In- und außerhalb Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstraßen | 0   | 0           | 600         | 1700        | 400         | 0    |
| Gesamt  | 0   | 0           | 500         | 500         | 100         | 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 |       |      |
|---|---|-------|------|
|   | > 55  | > 65  | > 75 |
| <b>Straßen</b>  |   |       |      |
| In Ballungsräumen, gesamter Straßenlärm                         | 144600  | 64600 | 2600 |
| In Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstraßen                |   |       |      |
| Außerhalb Ballungsräumen, gesamter Straßenlärm                  | 66000   | 23500 | 0    |
| In- und außerhalb Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstraßen |   |       |      |
| <b>Gesamt</b>   | 210700  | 88100 | 2600 |

**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 |       |      |
|---|---|-------|------|
|   | > 55  | > 65  | > 75 |
| <b>Straßen</b>  |   |       |      |
| In Ballungsräumen, gesamter Straßenlärm                         | 62900   | 28100 | 1100 |
| In Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstraßen                |   |       |      |
| Außerhalb Ballungsräumen, gesamter Straßenlärm                  | 30000   | 10300 | 0    |
| In- und außerhalb Ballungsräumen, Lärm von Hauptverkehrsstraßen |   |       |      |
| <b>Gesamt</b>   | 92900   | 38400 | 1200 |



## 6 Quellenverzeichnis

**DIN 45687:** Akustik - Software-Erzeugnisse zur Berechnung der Geräuschemission 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.

**NMPB, 1996**

Bruit de infrastructure routières - méthode de calcul incluant les effets météorologiques, NMPB- Routes-1996 (Französisches Regelwerk)

## 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 <sup>2</sup> : 2.5 m ; bis 1000 m <sup>2</sup> : 4m ; über 1000 m <sup>2</sup> : 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  |
| -GBD:E-   | Doppelte Gebäude aus 2 verschiedenen Datenquellen einmal gelöscht  |
| -GBD:C-   | Überlappende Gebäude aus 2 verschiedenen Datenquellen einmal ausgeschnitten  |
| -FERR-    | Gebäude mit Fläche < 0.5 m <sup>2</sup> entfernt   |
| -GERR-    | Gebäude mit unzulässiger Geometrie entfernt  |

|          |  |
|----------|--|
| -KWG:6A- | Gebäude wurde aufgrund der Abmessung und Form sowie Nachbarschaft als „nicht Wohngebäude“ erkannt. |
| -ZG:EGL- | Verkehrsmengen auf aktuelle einseitige Strecke angepasst   |
| -ZG:ANS- | Verkehrsmengen aus Informationen zum anschließenden Gleis abgeleitet                               |
| -ZF-     | Höhenfehler einer absoluten Höhenangabe erkannt und korrigiert                                     |
| -DF:TP-  | Übernahme und Aufteilung der Verkehrsmengenangabe einer parallelen Nachbarstraße                   |

**A.2 Liste der Straßen mit Verkehrsaufkommen zwischen 3 und 6 Mio.**

| Verkehrsaufkommen von 3 bis<br><6 Mio. pro Jahr |               |                                |
|---|---------------|--------------------------------|
| A. 1  | C.R. 232      | N. 5D                          |
| A. 13   | C.R. 233      | N. 5F                          |
| A. 3  | C.R. 234      | N. 6                           |
| A. 4  | C.R. 306      | N. 7                           |
| A. 7  | C.R. 309      | N. 7A                          |
| Avenue Gaston Diderich                          | C.R. 345A     | N. 8                           |
| Avenue John F. Kennedy                          | C.R. 348      | Penetrante de Lallange         |
| Avenue de la Paix                               | C.R. 366      | Place de l'Hôtel de Ville      |
| B. 3  | C.R. 366A     | Place des Récollets            |
| B. 4  | Cité Bourfeld | Rangwee                        |
| B. 4A   | F.K. 1        | Raspert                        |
| B. 7  | F.K. 13       | Route d'Arlon                  |
| Boulevard Konrad Adenauer                       | F.K. 2        | Route de Longwy                |
| C.R. 101  | Hinnick       | Route de Thionville            |
| C.R. 102  | N. 1          | Rue A Peschen                  |
| C.R. 106  | N. 10         | Rue Auguste Laval              |
| C.R. 109  | N. 11         | Rue Benjamin Franklin          |
| C.R. 110  | N. 11A        | Rue Ch.W. Gluck                |
| C.R. 123  | N. 11B        | Rue Christophe Plantin         |
| C.R. 125  | N. 12         | Rue Eugène Ruppert             |
| C.R. 126  | N. 13         | Rue Glück                      |
| C.R. 126B                                       | N. 14         | Rue Guillaume J. Kroll         |
| C.R. 127  | N. 15         | Rue In Bouler                  |
| C.R. 132  | N. 16         | Rue Jenneberg                  |
| C.R. 134  | N. 17         | Rue Ludwig Van Beethoven       |
| C.R. 141A                                       | N. 17A        | Rue Nicolas-Ernest Barble      |
| C.R. 141B                                       | N. 18         | Rue Philippe II                |
| C.R. 149  | N. 18A        | Rue Pierre Federspiel          |
| C.R. 150  | N. 19         | Rue Principale                 |
| C.R. 152A                                       | N. 1A         | Rue Richard Coudenrove-Kalergi |
| C.R. 152B                                       | N. 1C         | Rue Robert Stümper             |
| C.R. 152E                                       | N. 1D         | Rue Théophile Aubart           |
| C.R. 159  | N. 2          | Rue W.A. Mozart                |
| C.R. 160  | N. 22         | Rue d'Audun                    |
| C.R. 161  | N. 24         | Rue de Bouillon                |
| C.R. 162  | N. 26         | Rue de Luxembourg              |
| C.R. 163  | N. 27         | Rue de Schwarzenhof            |
| C.R. 164  | N. 27A        | Rue de l'Eau                   |
| C.R. 165  | N. 28         | Rue de la Chapelle             |
|   |               |                                |

| Verkehrsaufkommen von 3 bis<br><6 Mio. pro Jahr |        |                   |
|---|--------|-------------------|
| C.R. 168  | N. 3   | Rue de la Gare    |
| C.R. 169  | N. 31  | Rue des Aubépines |
| C.R. 170  | N. 32  | Rue des Scillas   |
| C.R. 170A                                       | N. 33  | Rue du Cimetière  |
| C.R. 173  | N. 34  | Val St-André      |
| C.R. 174  | N. 35  | Val du Scheid     |
| C.R. 178  | N. 4   |                   |
| C.R. 181  | N. 4A  |                   |
| C.R. 184  | N. 4C  |                   |
| C.R. 185  | N. 5   |                   |
| C.R. 186  | N. 50  |                   |
| C.R. 190  | N. 51  |                   |
| C.R. 211  | N. 52  |                   |
| C.R. 217  | N. 53  |                   |
| C.R. 222  | N. 55  |                   |
| C.R. 224  | N. 56  |                   |
| C.R. 225  | N. 56A |                   |
| C.R. 226  | N. 57  |                   |
| C.R. 230  | N. 5A  |                   |
| C.R. 231  | N. 5B  |                   |

### A.3 Liste der Straßen mit Verkehrsaufkommen ab 6 Mio.

| Verkehrsaufkommen mindestens<br>6 Mio. pro Jahr |                    |
|---|--------------------|
| A. 1  | N. 11              |
| A. 13   | N. 12              |
| A. 3  | N. 13              |
| A. 4  | N. 15              |
| A. 6  | N. 16              |
| A. 7  | N. 17              |
| Avenue Charles de Gaulle                        | N. 1A              |
| Avenue de Luxembourg                            | N. 1D              |
| B. 3  | N. 2               |
| B. 4  | N. 2A              |
| B. 4A   | N. 3               |
| B. 7  | N. 31              |
| Boulevard Konrad Adenauer                       | N. 31B             |
| C.R. 103  | N. 32              |
| C.R. 110  | N. 33              |
| C.R. 132  | N. 34              |
| C.R. 137  | N. 37              |
| C.R. 139  | N. 38              |
| C.R. 142  | N. 4               |
| C.R. 158  | N. 4C              |
| C.R. 159  | N. 4D              |
| C.R. 161  | N. 5               |
| C.R. 163  | N. 50              |
| C.R. 164  | N. 51              |
| C.R. 165  | N. 52              |
| C.R. 178  | N. 55              |
| C.R. 181  | N. 56              |
| C.R. 187  | N. 56A             |
| C.R. 204  | N. 57              |
| C.R. 211  | N. 5B              |
| C.R. 224  | N. 5D              |
| C.R. 225  | N. 6               |
| C.R. 228  | N. 7               |
| C.R. 230  | Rangwee            |
| C.R. 231  | Rue Cents          |
| C.R. 234  | Rue Charles Martel |
| C.R. 234B                                       | Rue In Bouler      |
| Collectrice du Sud                              | Rue Notre-Dame     |

|         |                    |
|---------|--------------------|
| F.K. 1  | Rue d'Audun        |
| F.K. 13 | Rue de Noertzange  |
| F.K. 2  | Rue des Scillas    |
| N. 1    | Rue du Laboratoire |
| N. 10   | Val du Scheid      |