

# Saarland

## Strategische Lärmkartierung 3. Runde

### Abschlussbericht

---

Auftraggeber: Saarländischer Städte- und Gemeindetag  
Talstraße 9  
66119 Saarbrücken

Auftrag vom: 20.08.2016

Aufgabenstellung: Durchführung der Lärmkartierung 3. Runde für Hauptverkehrsstraßen und sonstige Straßen im Saarland gemäß der europäischen Richtlinie 2002/49/EG i. V. m. der Verordnung über die Lärmkartierung (34. BImSchV) und den §§ 47a-f BImSchG sowie den im Bundesanzeiger veröffentlichten Berechnungsmethoden (VBUS und VBEB)

Auftragnehmer: HS Trier, Standort Umwelt-Campus Birkenfeld  
Postfach 1380  
55761 Birkenfeld

Bearbeitung durch: Prof. Dr. Kerstin Giering  
Dipl. Wirt.-Ing. (FH) Sandra Strünke-Banz

Dieser Bericht besteht aus 37 Seiten.  
Bericht-Nr. 1601\_gut01

Birkenfeld, 23.11.2017

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>1 Übersicht.....</b>	<b>4</b>
<b>2 Rechtliche Rahmenbedingungen .....</b>	<b>5</b>
<b>3 Berechnungsgrundlagen .....</b>	<b>7</b>
<b>4 Problemstellung .....</b>	<b>7</b>
<b>5 Prinzipielle Vorgehensweise .....</b>	<b>8</b>
<b>6 Daten für die Lärmkartierung.....</b>	<b>9</b>
<b>6.1 Überblick.....</b>	<b>9</b>
<b>6.2 Daten und Datenbearbeitung.....</b>	<b>9</b>
6.2.1 Digitales Gelände- und Oberflächenmodell .....	9
6.2.2 Straßen.....	12
6.2.3 Lärmschutzbauwerke .....	19
6.2.4 Gebäude .....	20
6.2.5 Einwohnerdaten .....	23
<b>7 Datenvalidierung .....</b>	<b>24</b>
<b>8 Strategische Lärmkarten .....</b>	<b>24</b>
<b>8.1 Allgemeine Anforderungen .....</b>	<b>24</b>
8.1.1 Isolinienkarten .....	25
8.1.2 Darstellung der Betroffenheit .....	25
<b>8.2 Festlegung der Rechengebiete.....</b>	<b>27</b>
<b>8.3 Berechnungen .....</b>	<b>27</b>
<b>8.4 Ergebnisse.....</b>	<b>27</b>
8.4.1 Isolinienkarten .....	27
8.4.2 Gebäudelärmkarten .....	31
<b>8.5 Weitere notwendige Angaben.....</b>	<b>33</b>
<b>9 Datenabgabe .....</b>	<b>35</b>

<b>10</b>	<b>Ausblick .....</b>	<b>35</b>
<b>10.1</b>	<b>Aktionsplanung .....</b>	<b>35</b>
<b>10.2</b>	<b>Fortschreibung .....</b>	<b>36</b>
<b>11</b>	<b>Quellenverzeichnis .....</b>	<b>37</b>

## Tabellen

		Seite
Tabelle 1	Geschwindigkeitspauschalisierungen .....	16
Tabelle 2	Betroffenheitstabelle, beispielhaft .....	32
Tabelle 3	Beschreibung der Umgebung und der Hauptlärmquellen am Beispiel der A 1 .....	34

## Abbildungen

Abbildung 1	Grundlagendaten für das DGM, Darstellung der Filterung der Höhenpunkte, links ungefiltert, rechts gefiltert .....	10
Abbildung 2	Digitales Geländemodell (2-D und 3-D) Dillingen/Saar .....	11
Abbildung 3	Übersicht über die zu kartierenden Hauptverkehrsstraßen.....	13
Abbildung 4	Übersicht über das gesamte kartierende Straßennetz .....	14
Abbildung 5	Beispielhafte Darstellung aus dem Berechnungsprogramm, Straßenattribute .....	17
Abbildung 6	Brücke im 3-D-Modell .....	18
Abbildung 7	Beispielhafte Darstellung aus dem Berechnungsprogramm, Gebäudeeigenschaften .....	22
Abbildung 8	Beispielhafte Darstellung aus dem Berechnungsprogramm, Zuordnung der Einwohnerzahlen.....	23
Abbildung 9	Isolinienkarte $L_{DEN}$ Sankt Wendel .....	29
Abbildung 10	Isolinienkarte $L_{Night}$ Sankt Wendel .....	30

## 1 Übersicht

Im Kapitel 2 dieses Abschlussberichtes wird ein kurzer Überblick über die im Zusammenhang mit der Strategischen Lärmkartierung gemäß der EU-Umgebungslärmrichtlinie und deren Umsetzung in nationales Recht stehenden rechtlichen Rahmenbedingungen gegeben; im Kapitel 3 werden die Berechnungsgrundlagen zusammengefasst. Im Kapitel 4 ist die Problemstellung erläutert, aus der sich die in Kapitel 5 vorgestellte prinzipielle Vorgehensweise ableiten lässt. Einen Überblick über die für die Kartierung notwendigen Daten findet man in Kapitel 6. Hier wird auch detailliert dargelegt, wie die Datenbearbeitung erfolgte. Notwendig werdende Pauschalisierungen werden angegeben und die vorgenommenen Arbeitsschritte dargestellt. Im Kapitel 7 wird aufgezeigt, wie die Validierung der Daten vorgenommen wurde, das Kapitel 8 erläutert die Anforderungen an die Lärmkarten und macht mit den Berechnungen und Ergebnissen vertraut. Beispielhaft werden die Ergebnisse vorgestellt: Isolinienkarten, Tabellen zur Betroffenheit sowie Tabellen zur Beschreibung der Hauptlärmquellen und der Umgebung. Die Struktur der abzugebenden bearbeiteten Daten wird im Kapitel 9 beschrieben. Ein Ausblick auf die Aktionsplanung und die Kartierung mit 'CNOSSOS' beschließt mit dem Kapitel 10 den Abschlussbericht.

Der Bericht gibt die Auffassung und Meinung des Auftragnehmers wieder und muss nicht in allen Punkten mit der Meinung des Auftraggebers (Saarländischer Städte- und Gemeindetag) übereinstimmen.

## 2 Rechtliche Rahmenbedingungen

Am 25. Juni 2002 wurde vom Europäischen Parlament und vom Rat die 'Richtlinie 2002/49/EG über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm' ('EU-Umgebungslärmrichtlinie') /1/ verabschiedet<sup>1</sup>. Mit ihr soll im Rahmen der Europäischen Union ein 'gemeinsames Konzept festgelegt werden, um vorzugsweise schädliche Auswirkungen, einschließlich Belästigungen, durch Umgebungslärm zu verhindern, ihnen vorzubeugen oder sie zu mindern'.

Dazu soll in einem ersten Schritt die Belastung durch Umgebungslärm anhand von Lärmkarten und Betroffenheitsanalysen ermittelt und die Öffentlichkeit über das Ausmaß informiert werden. In einem zweiten Schritt sind auf der Grundlage der Lärmkarten konkrete Maßnahmen auszuarbeiten, um die Lärmbelastung verringern bzw. nicht weiter ansteigen lassen zu können. Die Richtlinie sieht ein zeitlich gestaffeltes Vorgehen vor:

In einer **ersten Stufe** wurden bis zum 30. Juni 2005 Ballungsräume über 250.000 Einwohner, Hauptverkehrsstraßen mit einem Verkehrsaufkommen von mehr als 6 Millionen Kraftfahrzeugen pro Jahr, Haupteisenbahnstrecken<sup>2</sup> mit einem Verkehrsaufkommen von mehr als 60.000 Zügen pro Jahr sowie Großflughäfen (das sind Verkehrsflughäfen mit einem Verkehrsaufkommen von mehr als 50.000 Bewegungen - Starts oder Landungen - pro Jahr, wobei ausschließlich der Ausbildung dienende Bewegungen mit Leichtflugzeugen ausgenommen sind<sup>3</sup>) übermittelt. Für diese Lärmquellen waren bis zum 30. Juni 2007 Strategische Lärmkarten zu erstellen. Bis zum 18. Juli 2008 mussten, von diesen Karten ausgehend, Aktionspläne ausgearbeitet werden. Ziel eines Aktionsplans im Zusammenspiel mit der Strategischen Lärmkartierung ist es, schädliche Auswirkungen, einschließlich der Belästigung, durch Umgebungslärm zu verhindern, diesen vorzubeugen oder sie zu mindern.

In einer **zweiten Stufe** wurden bis zum 31. Dezember 2008 der Europäischen Kommission alle Ballungsräume (das sind Gebiete mit einer Einwohnerzahl von mehr als 100.000 und einer Bevölkerungsdichte von mehr als 1.000 Einwohner pro km<sup>2</sup>, Hauptverkehrsstraßen (das sind Bundesfernstraßen, Landesstraßen oder sonstige grenzüberschreitende Straßen mit einem Verkehrsaufkommen von mehr als 3 Millionen Kraftfahrzeugen pro Jahr), Haupteisenbahnstrecken (das sind Schienenwege von Eisenbahnen nach dem Allgemeinen Eisenbahngesetz mit einem Verkehrsaufkommen von mehr als 30.000 Zügen pro Jahr) übermittelt. Für diese Lärmquellen waren bis zum 30. Juni 2012 Strategische Lärmkarten zu erstellen. Bis zum 18. Juli 2013 mussten Aktionspläne für die Ballungsräume, die Hauptverkehrsstraßen sowie die Haupteisenbahnstrecken ausgearbeitet werden. Danach sind die Strategischen Lärmkarten und analog die Lärmaktionspläne alle 5 Jahre zu überprüfen und bei Bedarf zu überarbeiten. Bis zum 30. Juni 2017 sind also, in der sog. 3. Runde, Lärmkarten für die Hauptverkehrsstraßen auszuarbeiten.

Die Umsetzung der Richtlinie in nationales Recht erfolgte in § 47a-f des Bundes-Immissionschutzgesetzes (BImSchG) /2/. Nach § 47f dieses Gesetzes ist die Bundesregierung ermächtigt, weitere Regelungen zur Umsetzung der Richtlinie in deutsches Gesetz zu erlassen. Am 06. März 2006 wurde die '34. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionschutzgesetzes (Verordnung über die

---

1 Abl. L 189/12 vom 18.7.2002

2 Die Lärmkartierung der Haupteisenbahnstrecken obliegt dem Eisenbahnbundeamt.

3 Gesetz zur Umsetzung der EG-Richtlinie über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm vom 24. Juni 2005, BGBl. I S. 1794; § 47b

Lärmkartierung – 34. BImSchV) /3/ erlassen. Durch diese werden insbesondere die durch die Richtlinie vorgegebenen Anforderungen an die Lärmkartierung konkretisiert und weiter umgesetzt. Gemäß § 5 Abs. 1 der 34. BImSchV werden die Berechnungsverfahren konkretisiert.

Dies erfolgte durch die 'Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Straßen (VBUS)' /4/, die 'Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Schienenwegen (VBUSch)' /5/, die 'Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm durch Industrie und Gewerbe (VBUI)' /6/, die 'Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Flugplätzen (VBUF)' /7/ sowie die 'Vorläufige Berechnungsmethode für die Ermittlung von Belastetenzahlen durch Umgebungslärm (VBEB)' /8/.

Insbesondere die Anhänge IV und VI der Richtlinie sowie die § 5ff. der Verordnung über die Lärmkartierung treffen detaillierte Aussagen über die an die Lärmkarten zu stellenden Anforderungen.

Die EU-Umgebungslärmrichtlinie verpflichtet somit die Mitgliedsstaaten, getrennt für Ballungsräume, Hauptverkehrsstraßen, Haupteisenbahnstrecken und Großflughäfen innerhalb vorgegebener Fristen folgende Arbeitsschritte durchzuführen:

- **Strategische Lärmkartierung:**

Erfassung und Darstellung der Geräuschbelastung sowie Ermittlung der Zahl der von Lärm betroffenen Personen, der Anzahl der betroffenen Wohnungen, Schulen und Krankenhäuser sowie der belasteten Flächen (Betroffenheitsanalyse)

Information der Öffentlichkeit über das Ausmaß der Lärmbelastung

Meldung und Übermittlung der Ergebnisse an die EU-Kommission

- **Lärmaktionspläne:**

Erstellung von Aktionsplänen auf Basis der Strategischen Lärmkartierung unter Beteiligung der Öffentlichkeit, um den Umgebungslärm so weit erforderlich zu verhindern und zu mindern  
Meldung und Übermittlung der Ergebnisse an die EU-Kommission.

Mit der EU-Umgebungslärmrichtlinie bzw. deren Umsetzung in nationales Recht wurden klare Vorgaben für die zeitliche Durchführung der Strategischen Lärmkartierung und Aktionsplanung getroffen. Somit musste für das Saarland bis zum 30.06.2017 die Durchführung der Strategischen Lärmkartierung 3. Runde erfolgen. Diese berücksichtigt die seit der II. Stufe der Lärmkartierung erfolgten Veränderungen im Bestand aller Datenquellen.

### 3 Berechnungsgrundlagen

Für die Isolinienkarten und die Betroffenheitsanalyse werden die Lärmindizes  $L_{DEN}$  und  $L_{Night}$  verwendet. Diese sind folgendermaßen definiert:

Tag-Abend-Nacht-Index (Day-Evening-Night)  $L_{DEN}$

$$L_{DEN} = 10 \lg \frac{1}{24} \left( 12 \cdot 10^{0,1 \cdot L_{Day}} + 4 \cdot 10^{0,1 \cdot (L_{Evening} + 5)} + 8 \cdot 10^{0,1 \cdot (L_{Night} + 10)} \right) dB(A)$$

Hierbei gilt:

- $L_{Day}$  ist der A-bewertete äquivalente Dauerschallpegel gemäß ISO 1996-2 /12/, wobei der Beurteilungszeitraum ein Jahr beträgt und die Bestimmungen an allen Kalendertagen am Tage erfolgen,
- $L_{Evening}$  ist der A-bewertete äquivalente Dauerschallpegel gemäß ISO 1996-2, wobei der Beurteilungszeitraum ein Jahr beträgt und die Bestimmungen an allen Kalendertagen am Abend erfolgen,
- $L_{Night}$  ist der A-bewertete äquivalente Dauerschallpegel gemäß ISO 1996-2, wobei der Beurteilungszeitraum ein Jahr beträgt und die Bestimmungen an allen Kalendertagen in der Nacht erfolgen.

Der Nacht-Lärmindex  $L_{Night}$  ist der A-bewertete äquivalente Dauerschallpegel gemäß ISO 1996-2, wobei der Beurteilungszeitraum ein Jahr beträgt und die Bestimmungen an allen Kalendertagen in der Nacht erfolgen.

Für die Lärmindizes gilt:

- Als 'Tag' gilt ein Zeitraum von 12 Stunden, der um 06.00 Uhr beginnt, als 'Abend' gilt ein Zeitraum von 4 Stunden, der um 18.00 Uhr beginnt, als 'Nacht' gilt ein Zeitraum von 8 Stunden, der um 22.00 Uhr beginnt.
- Ein Jahr ist das für die Schallemission ausschlaggebende und ein hinsichtlich der Witterungsbedingungen durchschnittliches Kalenderjahr.

### 4 Problemstellung

Um eine landesweit einheitliche Vorgehensweise bei der Lärmkartierung zu gewährleisten, hat der Saarländische Städte- und Gemeindetag die Hochschule Trier, Standort Umwelt-Campus Birkenfeld mit der Durchführung der Lärmkartierung der Hauptverkehrsstraßen der 3. Runde (Verkehrsaufkommen mehr als 3 Millionen Kraftfahrzeuge pro Jahr, turnusmäßige Aktualisierung) beauftragt.

Gemäß Beauftragung sind Hauptverkehrsstraßen mit einem Verkehrsaufkommen von mehr als 3.000.000 Kfz pro Jahr (DTV (durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke) > 8.219) sowie grenzüberschreitende oder grenznahe Hauptverkehrsstraßen an den Landesgrenzen zu berücksichtigen, sofern von diesen für das Untersuchungsgebiet relevante Lärmimmissionen ausgehen. Dabei sind gemäß §47b BImSchG Hauptverkehrsstraßen Bundesautobahnen, Bundesstraßen und Landesstraßen.

Die Kartierung dieser Hauptverkehrsstraßen (HVS) ist nach 2002/49/EG zu erbringen. Um nicht hinter den Kartierungsumfang der Stufe II zurückzufallen, sind ferner alle klassifizierten oder durch die Gemeinden gemeldeten Straßen der Stufe II und zusätzlich alle Hauptverkehrsstraßen mit einer DTV > 8.219 in 2016 zu berücksichtigen. Abweichend zur II. Stufe der Kartierung ist für das Saarland der Ballungsraum Saarbrücken (in der 3. Runde nur die Landeshauptstadt Saarbrücken) mit mehr als 100.000 Einwohnern nicht zu berücksichtigen. Die Kartierungspflicht hierfür liegt bei der Landeshauptstadt.

Ein Großflughafen ist nicht zu berücksichtigen. Die Kartierung der Haupteisenbahnstrecken mit einem Verkehrsaufkommen von mehr als 30.000 Zügen pro Jahr liegt im Aufgabenbereich des Eisenbahn-Bundesamtes (EBA).

## 5 Prinzipielle Vorgehensweise

Durch den Auftragnehmer (AN) wurden, mit Zustimmung und Unterstützung des Saarländischen Städte- und Gemeindetag (AG) alle für die Kartierung erforderlichen Daten bei den entsprechenden Ämtern und Dienststellen angefordert und von diesen zur Verfügung gestellt.

Alle Daten wurden durch den AN hinsichtlich ihrer Struktur analysiert und die notwendigen Schritte zur Integration der Daten in das Rechenmodell und zur Datenprozessierung aufgezeigt. Ferner war festzulegen, welche Reihenfolge der Bearbeitungsschritte für ein effizientes Vorgehen notwendig ist; wie eine Datenkontrolle, -sicherung sowie –aktualisierung und eine Qualitätssicherung erfolgen können. Die Zeit- und Organisationsstruktur des Gesamtprojekts wurden definiert.

Durch den AG erfolgte eine rechtzeitige Erteilung des Auftrags zur Kartierung, so dass, bei rechtzeitiger zur Verfügung Stellung der Ergebnisse der Straßenverkehrszählung 2015 (SVZ) im Jahre 2016 eine fristgerechte Fertigstellung der Kartierung zum 30.06.2017 gewährleistet gewesen wäre. Die endgültigen Verkehrsdaten standen allerdings erst am 26.10.2017 komplett zur Verfügung.

Die Bearbeitung der Daten, die Berechnungen und die Darstellung der Ergebnisse erfolgten mit dem Schallberechnungsprogramm SoundPLAN, Versionen 7.4 und 8.0.

Durch die Migration des Projekts in die Version 8.0 der Berechnungssoftware wurde es möglich, in einem Berechnungsschritt die beiden Gruppen von Straßen: 'HVS': Hauptverkehrsstraßen, also Bundesautobahnen, Bundes- und Landesstraßen mit einer DTV >8.219 und 'Sonstige Straßen (SONST)' d. h. die übrigen Straßen der Kartierung II. Stufe zu berechnen und gruppenspezifisch auszuwerten. Erst dies ermöglicht eine Berücksichtigung aller für die kommunale Lärmaktionsplanung relevanten Straßen.

## **6 Daten für die Lärmkartierung**

### **6.1 Überblick**

Für die Lärmkartierung werden folgende Daten benötigt:

- Digitales Geländemodell (DGM) sowie Digitales Oberflächenmodell (DOM)
- Straßendaten
- Lage und Eigenschaften abschirmender Hindernisse
- Gebäudedaten
- Einwohner pro Wohngebäude
- Anzahl der Wohnungen pro Wohngebäude
- Aussagen zur Umgebung (Flächennutzung)
- Sonstige (Kommunengrenzen, ATKIS)
- Orthophotos.

In den folgenden Abschnitten wird näher auf die Dateninhalte und die Bearbeitung eingegangen.

### **6.2 Daten und Datenbearbeitung**

Alle Daten liegen im Saarland standardmäßig verwendeten Koordinatensystem Gauß-Krüger, Zone 2 vor.

#### **6.2.1 Digitales Gelände- und Oberflächenmodell**

##### **6.2.1.1 Ausgangsdaten**

Die Grundlagendaten für das Digitale Geländemodell (DGM) sowie das Digitale Oberflächenmodell (DOM) wurden durch das Landesamt für Vermessung, Geoinformation und Landentwicklung bereits für die Stufe II zur Verfügung gestellt. Aktuellere Datengrundlagen stehen nicht zur Verfügung. Die mittels Laserscanverfahren aus Befliegungen gewonnen und zum DGM1 (Rasterpunktabstand 1 m) weiterverarbeiteten Höheninformationen decken die gesamte Landesfläche ab. Die Daten sind feinklassifiziert, enthalten also nur Informationen über den Geländeverlauf und berücksichtigen keine Objekte auf der Erdoberfläche (bspw. Bauwerke und Vegetation). Die DOM-Daten werden benötigt, um die Höhen der Gebäude festzulegen.

Die einzelnen Dateien für die Erstellung des DGM (139 Dateien, Dateigröße pro Datei bis 806 MB) beinhalten die x-, y- und z-Koordinate (xyz-Dateien) in Form von Textdateien.

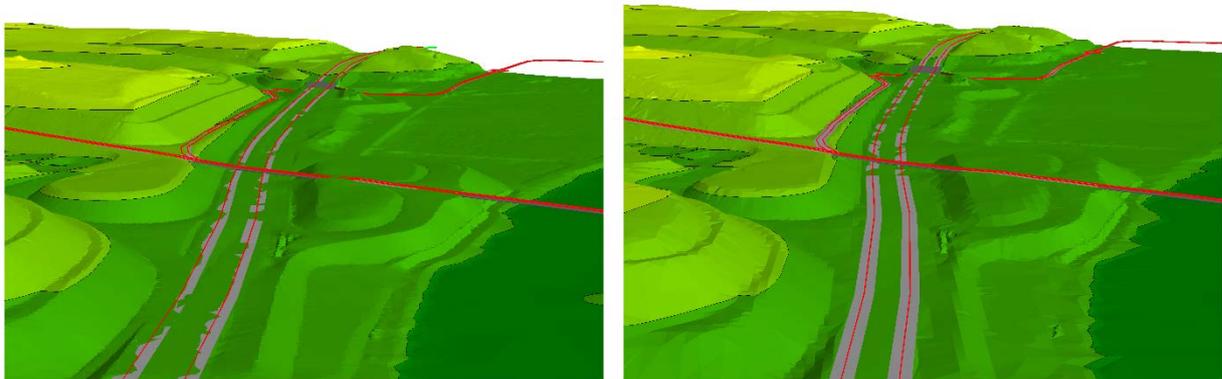
##### **6.2.1.2 Datenbearbeitung**

Die Dateien für die Erstellung des DGM wurden im Batchbetrieb und – bedingt durch die Dateigröße – gekachelt in das Berechnungsprogramm importiert.

Die Höhenpunkte wurden aufgrund der hohen Datenmenge gefiltert. Dabei wurden innerhalb eines Puffers von je 100 m links- und rechtsseitig des gesamten zu kartierenden Straßennetzes die Höhenpunkte – entsprechend den Empfehlungen des Softwareherstellers - so gefiltert, dass mindestens alle 80 m, auch bei flachem Gelände, Punkte verbleiben. Das mit den gefilterten Punkten berechnete DGM darf keine Abweichungen von mehr als 0,5 m zu den Höhen der Originalpunkte aufweisen. Um eine Reduktion der immer noch riesigen Datenmenge zu erreichen, wurden die Höhenpunkte außerhalb dieses Puffers gröber gefiltert. Hier wurde der maximale Höhenabstand zu den Originalpunkten auf 1,0 m gesetzt. Durch die Filterung und Zusammenlegung der einzelnen Dateien wurden 45 Kacheln mit einer Kachelgröße von 10x10 km erzeugt. Der Differenzierungsgrad des DGM außerhalb des Puffers liegt deutlich über dem des DGM10 (Rasterabstand 10 m).

Die nachfolgende Abbildung zeigt im linken Teil die ungefilterten Höhenpunkte, im rechten Teil die Höhenpunkte nach der Filterung im Bereich des Puffers und außerhalb.

Abbildung 1 Grundlagendaten für das DGM, Darstellung der Filterung der Höhenpunkte, links ungefiltert, rechts gefiltert



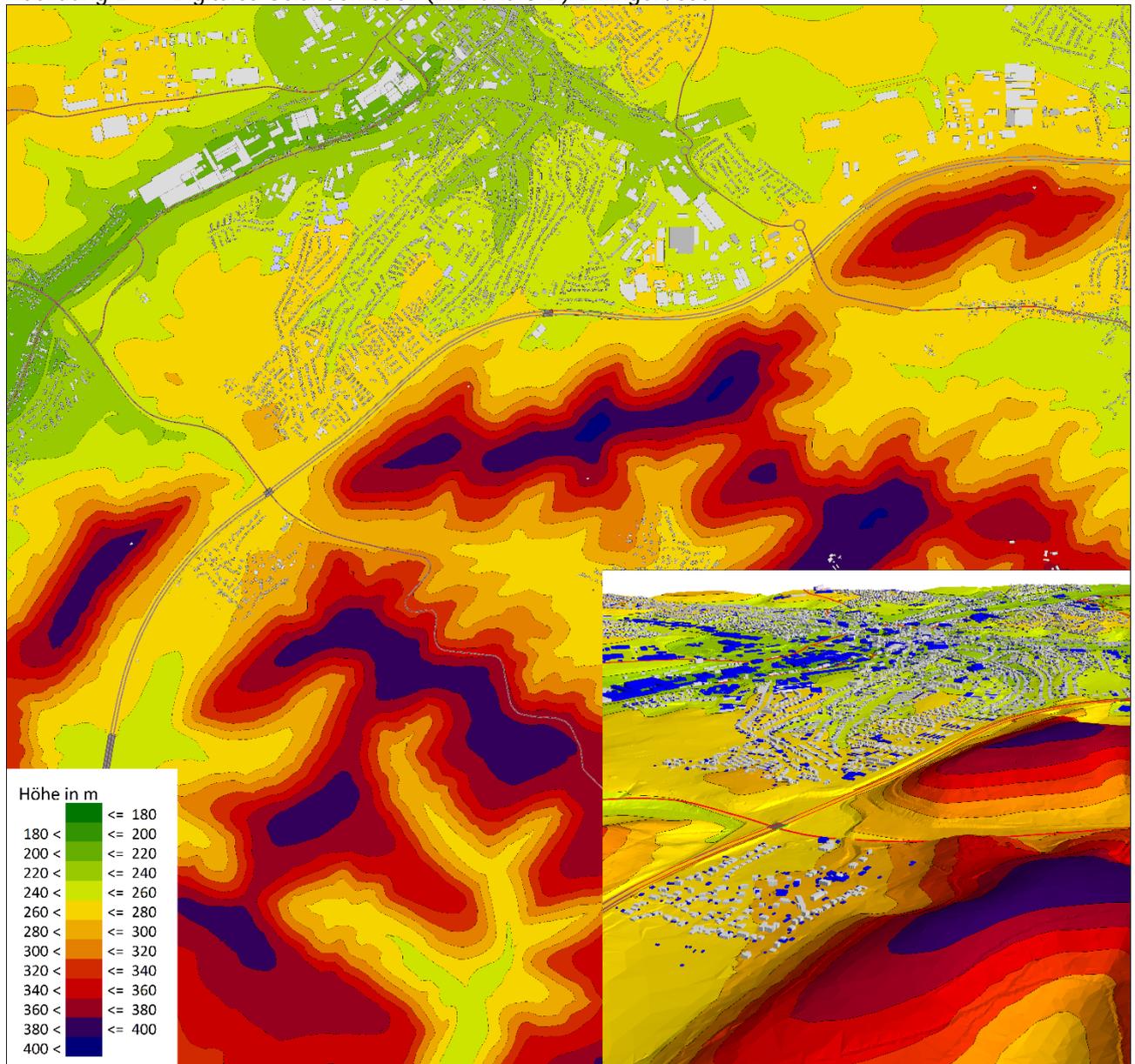
Zunächst wurde aus den bearbeiteten Höhenpunkten ein vorläufiges gekacheltes DGM berechnet. Die Straßenabschnitte der Bundesautobahnen aus der Kartierung der Stufe II wurden hinsichtlich der Höhenlage überprüft und falls erforderlich an die neue Geländestruktur angepasst. Straßenabschnitte der übrigen Straßen wurden auf das DGM 'fallen gelassen'. Aufgrund der Dateigröße mussten diese Arbeitsschritte kachelweiseweise durchgeführt werden. Brücken wurden manuell erzeugt; dabei wurden die Informationen zur Lage der Brücken im Wesentlichen aus den Erkenntnissen der Stufe II übernommen. Die korrekte Lage der Brücken (Länge, Höhe) wurde überprüft und ggf. manuell eine Anpassung vorgenommen. Die im Rahmen der Geometrieprüfung des Berechnungsprogramms erkannten Straßenabschnitte mit hohen Steigungen wurden manuell nachbearbeitet, s. Abschnitt 6.2.2.

Die so erzeugten Datensätze (gefilterte Höhenpunkte und Straßenabschnitte) bilden die Grundlage für die Berechnung des finalen DGM (Trassen-DGM). Mit Hilfe eines Tools im Berechnungsprogramm werden entlang der Straßenabschnitte, außer im Bereich von Brücken, Trassen gebildet. Innerhalb dieser Trassen/Straßenbänder werden dabei die Höhenpunkte des ursprünglichen DGM gelöscht, um

einen glatten Straßenverlauf zu erzielen. Aufgrund der großen Datenmenge wurde das finale DGM wiederum gekachelt (10 km x 10 km) berechnet. Das DGM hat damit eine Größe von 3,3 GB.

Die Abbildung 2 zeigt beispielhaft ein solches DGM im Bereich der Stadt Dillingen/Saar.

Abbildung 2 Digitales Geländemodell (2-D und 3-D) Dillingen/Saar



## 6.2.2 Straßen

### 6.2.2.1 Ausgangsdaten

Das klassifizierte Straßennetz im Saarland ohne Ortsdurchfahrten von Bundes- und Landesstraßen in der Baulast der Gemeinden mit mehr als 80.000 bzw. 50.000 Einwohner und ohne Kreisstraßen in der Baulast der kreisfreien Städte hat eine Gesamtlänge von 2.048 km, davon sind

- 240 km Bundesautobahnen
- 310 km Bundesstraßen
- 872 km Landstraßen<sup>4</sup>.

Gemäß den Vorgaben der EU sind in der 3. Runde der Strategischen Lärmkartierung (ebenso wie in der II. Stufe) Hauptverkehrsstraßen mit einem Verkehrsaufkommen von mehr als 3 Millionen Kraftfahrzeugen pro Jahr, das entspricht einer Durchschnittlichen Täglichen Verkehrsstärke (DTV) von 8.219 Kraftfahrzeugen im Meldejahr 2016, zu berücksichtigen. Kreisstraßen sind nach § 47a BImSchG keine Hauptverkehrsstraßen. Im Saarland sind damit ca. 664 km Bundesautobahnen, Bundes- und Landesstraßen zu kartieren (Hauptverkehrsstraßen, HVS). Ferner sollen alle Straßen in der Kartierung, die eine Grundlage für die kommunale Lärmaktionsplanung bilden soll, berücksichtigt werden, die auch in der II. Stufe kartiert wurden, sowie in Ausnahmefällen Straßen mit einer geringeren DTV als Lückenschluss, um plausible Lärmkarten zu erzeugen. Anders als in der II. Stufe werden in der 3. Runde Straßen im Ballungsraum Saarbrücken nicht in der Kartierung berücksichtigt; sie unterliegen der Ballungsraumkartierung.

Damit wurden insgesamt ca. 891 km Straße<sup>5</sup> erfasst. Eine Übersicht über die betroffenen Hauptverkehrsstraßen im Saarland gibt die Abbildung 3. In der Abbildung 4 ist das gesamte kartierte Netz dargestellt.

---

<sup>4</sup> <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/448770/umfrage/saarland-laenge-der-strassen-des-ueberoertlichen-verkehrs/>

<sup>5</sup> Diese Angabe beinhaltet die Hauptverkehrsstraßen in der LHS Saarbrücken, um Lärmauswirkungen auf benachbarte Gemeinden zu erfassen; die LHS ist jedoch nicht Gegenstand der Kartierung.





Mit der rechtzeitigen Beauftragung wurde durch den Auftraggeber angestrebt, die Kartierung bis zum 30.06.2017 abzuschließen. Voraussetzung dazu wäre eine Lieferung der zu verwendenden Verkehrsdaten bis ca. April 2017 gewesen. Infolge von Verzögerungen bei der Bereitstellung der Daten durch die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) konnte dieser Termin nicht eingehalten werden; die vollständige, endgültige Datenlieferung erfolgte erst am 26.10.2017<sup>6</sup>.

Durch den Landesbetrieb für Straßenbau (LfS) wurden die Zählraten für alle gezählten Straßenabschnitte im Saarland in Form einer EXCEL-Tabelle zur Verfügung gestellt. Ferner wurde das Straßennetz (Lage der Straßenabschnitte) mit Angaben zu Zählstellennummern und Netzknoten in Form von Shape-Dateien abgegeben.

Für die Beschreibung der Emissionen der Straßenabschnitte sind folgende Angaben erforderlich:

- die Querschnittsbelastung (hier: Durchschnittliche Tägliche Verkehrsstärke – DTV) bzw. die maßgebliche stündliche Verkehrsmenge M, getrennt nach den Zeitbereichen DEN: Day, Evening, Night
- der Anteil des Lkw-Verkehrs p in %<sup>7</sup>, getrennt nach den Zeitbereichen DEN: Day, Evening, Night
- die zulässige Höchstgeschwindigkeit im Streckenabschnitt, getrennt für Pkw und Lkw
- die Art des Straßenbelags (Straßenoberfläche)
- der Regelquerschnitt der Straße
- Lage von Brücken.

Die Verkehrsmengen der Bundesverkehrszählung (BVZ) 2015 wurden auf das Meldejahr Jahr 2016 hochgerechnet. Nach Angaben des LfS<sup>8</sup> ist straßentypunabhängig von folgenden jährlichen Hochrechnungsfaktoren auszugehen:

- Pkw: 0,3 %
- Schwerverkehr ab 3,5 t 0,8 %.

Neben den zur Emissionsberechnung erforderlichen Angaben ist zur räumlichen Verortung der Straßenabschnitte eine eindeutige Identifizierung mit den Straßennetzabschnitten notwendig. Es fand eine Identifizierung über die Zählstellennummer statt.

Für den Straßenbelag wurden nach Rücksprache mit dem LfS pauschale Ansätze verwendet<sup>9</sup>:

- außerorts -2 dB(A)
- innerorts 0 dB(A).

Für die Ableitung der Geschwindigkeiten wurde primär, wie auch in der II. Stufe, eine Unterscheidung der Streckenabschnitte in Ortsdurchfahrt und Freie Strecke vorgenommen. Für die Autobahnen

---

<sup>6</sup> Die Zählraten für die BAB wurden am 08.05.2017 zur Verfügung gestellt.

<sup>7</sup> Dabei sind LKW Fahrzeuge mit einem zulässigen Gesamtgewicht von mehr als 3,5t.

<sup>8</sup> Abstimmung mit LfS am 11.04.2017.

<sup>9</sup> LfS, Mail vom 24.10.2017

standen fahrtrichtungsabhängige Angaben zu Geschwindigkeitsbeschränkungen (Lage der Beschilderungen mit Angabe der Stationierung) in Form einer Excel-Tabelle zur Verfügung.

### 6.2.2.2 Datenbearbeitung

In den Daten der BVZ sind sowohl Netzknoten als auch Zählstellennummern für die Straßenabschnitte enthalten. Die Identifizierung erfolgt in der 3. Runde über die Zählstellen. Die Zählstellennummern wurden auch in den Daten der II. Stufe mitgeführt (ID des Straßenabschnitts), allerdings erfolgte die Identifizierung in der II. Stufe über die Netzknoten. Mit der BVZ 2015 sind erhebliche Veränderungen von Zählstellenbereichen, im Wesentlichen Zusammenlegungen, zu verzeichnen. Ferner sind im Vergleich zur II. Stufe Ab- und Umstufungen im Straßennetz vorgenommen worden; an einigen Stellen sind neue Straßenabschnitte insbesondere durch Ortsumgehungen dazu gekommen.

Die durch den LfS zur Verfügung gestellten Verkehrsmengen aus den BVZ 2015 liegen für die Zeitbereiche Day, Evening und Night vor und wurden mit den im vorangegangenen Kapitel aufgeführten Faktoren auf das Jahr 2016 hochgerechnet.

Die Lage der Straßenabschnitte wurde, wenn erforderlich, manuell angepasst. Aufgrund der guten Passung des Netzes war dies relativ selten erforderlich.

Kreisel wurden mit einem Emissionsband modelliert. Die Verkehrsmengen wurden mit der in den Kreiseln einfahrenden (höchsten) Verkehrsstärke (halbe Verkehrsmenge der einfahrenden Straße) berücksichtigt.

#### Straßenoberflächen(korrekturen)

Entsprechend den Vorgaben der VBUS werden bei Geschwindigkeiten unter 60 km/h, also im Innerortsbereich, keine Straßenoberflächenkorrekturen vergeben. Für den Außerortsbereich wurde eine Korrektur von  $D_{\text{Stro}} = -2$  dB angesetzt.

#### Geschwindigkeiten

In den Datensätzen sind keine Informationen (mit Ausnahme der Bundesautobahnen) zu den Geschwindigkeiten enthalten. Deshalb wurden, wie auch in der II. Stufe, folgende Pauschalisierungen festgelegt:

Tabelle 1 Geschwindigkeitspauschalisierungen

<b>Straßengattung</b>	<b>Geschwindigkeit PKW in km/h</b>	<b>Geschwindigkeit LKW in km/h</b>
B, L außerorts	100	80
B, L innerorts	50	50
B, L Kreisel	30	30

Für die Bundesautobahnen wurde je Fahrtrichtung ein Emissionsband modelliert und die entsprechenden Geschwindigkeiten im Modell berücksichtigt. In Bereichen, in denen keine Geschwindigkeitsbeschränkungen vorliegen, wurde eine Geschwindigkeit von 130 km/h (Pkw) bzw. 80 km/h (Lkw) angenommen. Für diese Straßenabschnitte mit 2 Emissionsbändern, wurden die Verkehrszahlen hälftig aufgeteilt.

Geschwindigkeitsreduktionen auf 30 km/h innerorts, die von Kommunen im Zuge der kommunalen Datenerfassung gemeldet worden sind, sind im Modell umgesetzt worden. Des Weiteren wurden erkennbare Geschwindigkeitsbeschränkungen auf 30 km/h innerorts mit Hilfe eines Internettools<sup>10</sup> umgesetzt.

### Straßenquerschnitte

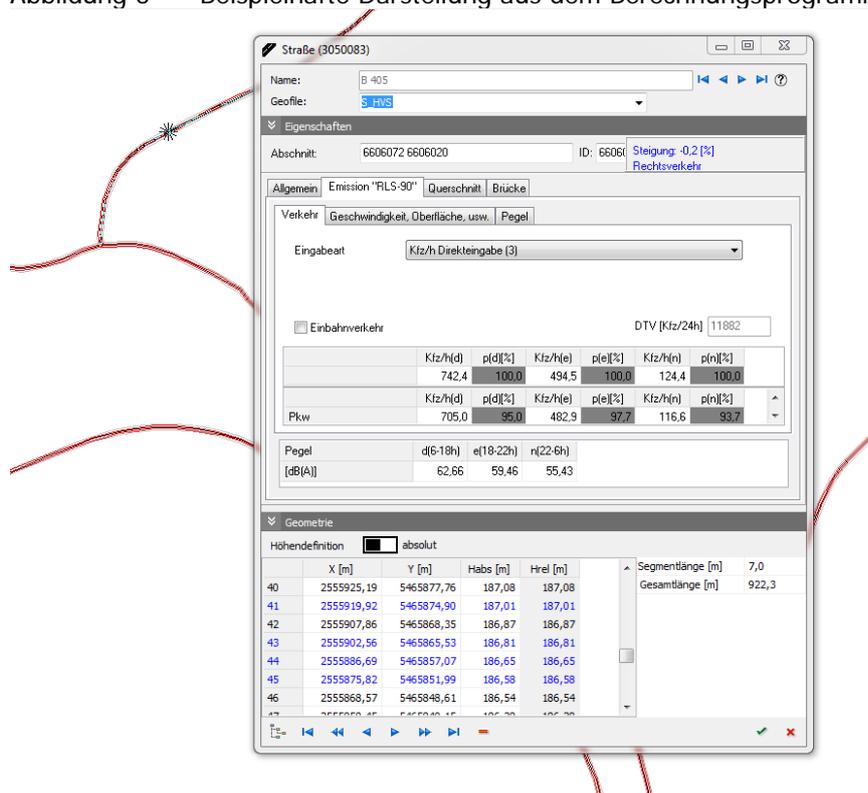
Für die Straßenquerschnitte wurden im Wesentlichen folgende Pauschalisierungen (Regelquerschnitte) angenommen:

- BAB: RQ 20, 2 einzelne Emissionsbänder (äußere Fahrstreifen), Fahrbahnbreite jeweils 7 m
- B und L: RQ 10,5, Fahrbahnbreite jeweils 3,75 m.

In engen Innerortsbereichen und vereinzelt in Kreuzungsbereichen wurden die Querschnitte manuell angepasst.

Die Abbildung 5 verdeutlicht beispielhaft die Straßenattribute.

Abbildung 5 Beispielhafte Darstellung aus dem Berechnungsprogramm, Straßenattribute



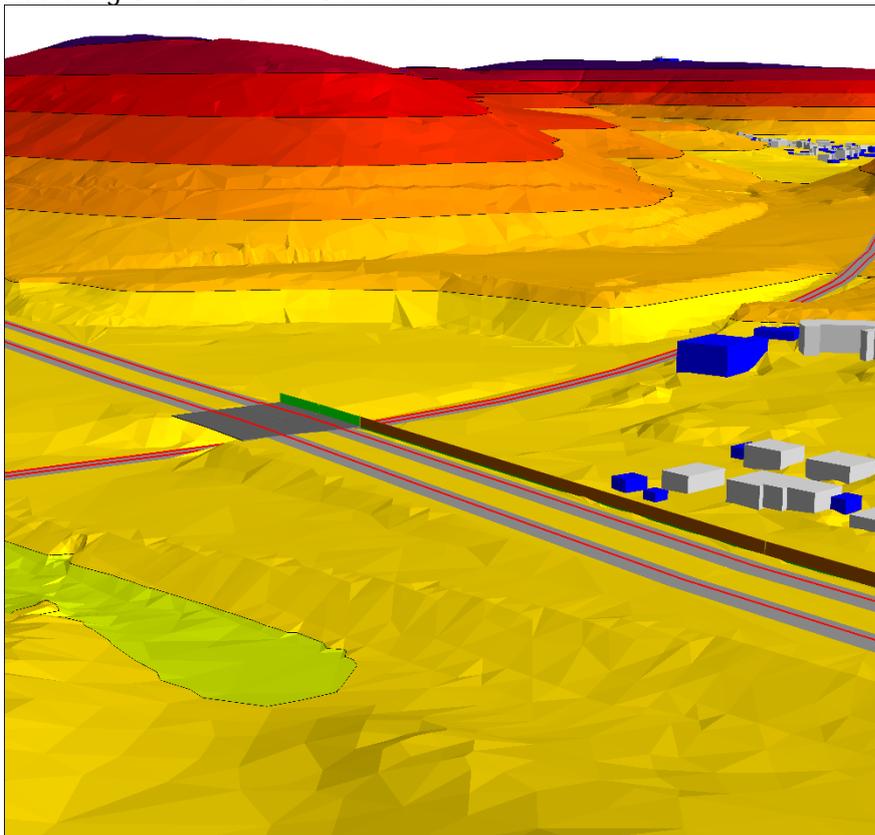
<sup>10</sup> <https://overpass-turbo.eu/>

## Brücken

Die Lage der Brücken konnte mit Hilfe der Höhenpunkte innerhalb von Brücken (DOM) bzw. aus der Lage, die in der II. Stufe erkannt und modelliert wurde, abgeleitet werden. Eine automatisierte Erkennung war dabei nicht möglich. In der Regel wurden alle Brücken berücksichtigt; die genaue Lage (Anfang- und Endpunkt) wurde i. Allg. aus den Orthophotos abgeleitet, da die Brückenlage aus der Datei 'Bauwerke im Zuge der Straße' nicht mit ausreichender Genauigkeit zu entnehmen war. Der Abstand zur Brückenkante ergibt sich aus der Straßenbreite + 1,5 m.

Das nachfolgende Bild zeigt eine Brücke mit Geländemodell.

Abbildung 6 Brücke im 3-D-Modell



## Steigungszuschläge

Nachdem die Straßenabschnitte auf das DGM 'fallen gelassen' wurden, trat häufig das Problem auf, dass, infolge kleiner Höhenungenauigkeiten im Gelände bzw. aufgrund zweier nicht weit voneinander getrennter Digitalisierungspunkte einer Straße, automatisiert unrealistische Steigungen (und damit Steigungszuschläge) in diesen Abschnitten erzeugt wurden.

Da eine Veränderung des DGM nicht möglich war, die Straße auch nicht über oder unter dem Gelände zu liegen kommen kann (weshalb eine Veränderung der Gradientenhöhe nicht in Frage kam), wurde zunächst versucht, mit einem Tool den Straßenverlauf zwischen den Stützpunkten mit den Höheninformationen zu glätten. Das führte in einigen Fällen zum Erfolg; meistens blieben aber die Steigungszuschläge unrealistisch hoch. Die Zuschläge wurden deshalb manuell auf einen realistisch

erscheinenden Wert von 5 % (entsprechend einem Zuschlag von 0 dB) für Bundesautobahnen bzw. 10 % für Bundes- und Landesstraßen, (Zuschlag von 3 dB) begrenzt. In den Bereichen, bei denen aus Ortskenntnis (bspw. Straßen bei weitestgehend flachem Gelände) bzw. den Orthophotos (bspw. im Bereich von Brücken) geschlossen werden konnte, dass keine Steigungen vorliegen, wurden die Steigungen manuell auf max. 5 % (entsprechend einem Zuschlag von 0 dB) gesetzt.

### Mehrfachreflexionszuschlag

Insbesondere in Ortsbereichen und in Straßenabschnitten mit Lärmschutzwänden sind Mehrfachreflexionen zu berücksichtigen. Deren Abschätzung erfolgte automatisiert über ein Tool des Berechnungsprogramms ('Mehrfachreflexionszuschlag abschätzen'). Dieses Tool überprüft anhand einer Prüfstrecke<sup>11</sup>, ob innerhalb dieser Strecke beidseitige Bebauung besteht und berechnet, wenn dies der Fall ist, die mittlere Höhe der niedrigeren Bebauung (hBeb), den mittleren Abstand der Bebauung (w) und den daraus resultierenden Mehrfachreflexionszuschlag. Der Zuschlag kann Werte bis 3,2 dB annehmen. Für die Erteilung des Mehrfachreflexionszuschlags ist es erforderlich, dass die Straße über eine größere Strecke zusammenhängend modelliert ist. Wenn dies, aufgrund anderer Bearbeitungsschritte, nicht der Fall war, mussten die Straßenabschnitte zunächst manuell verbunden werden. Eine Abschätzung des Mehrfachreflexionszuschlages zwischen sich gegenüberstehenden Lärmschutzwänden erfolgte nicht.

### Hauptverkehrsstraßen (HVS) und sonstige Straßen (SONST)

Wie bereits dargestellt, erfolgt bei der Kartierung der 3. Runde an die EU eine Meldung und Datenabgabe nur für die HVS; für die Lärmaktionsplanung werden hingegen auch SONST benötigt. Mit der Version 8.0 ist es im Schallberechnungsprogramm SoundPLAN erstmalig möglich, sog. Gruppen für Straßen zu definieren.

Es wurden die Gruppen HVS und SONST gebildet. HVS enthält alle Straßen, die Bundesautobahnen, Bundes- oder Landesstraßen sind und in 2016 eine Verkehrsmenge von mind. 8.219 Kfz aufwiesen. In SONST sind alle anderen Straßenabschnitte zu finden: Bundes- oder Landesstraßen mit weniger als 8.219 Kfz sowie kommunale Straßen mit und ohne Klassifizierung.

## **6.2.3 Lärmschutzbauwerke**

### **6.2.3.1 Ausgangsdaten**

Lärmschutzbauwerke sind Lärmschutzwände (LSW) und Lärmschutzwälle. Lärmschutzwälle sind im Digitalen Geländemodell berücksichtigt und werden deshalb nicht gesondert modelliert. Sie sind somit in den Kartendarstellungen nicht explizit sichtbar.

---

<sup>11</sup> Gewählt wurde eine Prüfstrecke von 20 m.

Die Lärmschutzwände der Kartierung der II. Stufe standen zur Verfügung und wurden in das Modell übernommen. Der Mittelpunkt sowie die Bezeichnung einer LSW sind in der Shape-Datei 'Lärmschutzwände' des LfS zusammengefasst. Des Weiteren liegen Datenblätter mit den Informationen Bezeichnung, Länge und mittlere Höhe der LSW, (vereinzelt) Material sowie ein Bild der LSW vor.

### **6.2.3.2 Datenbearbeitung**

Die LSW der II. Stufe wurden übernommen und hinsichtlich Lage und Höhe kontrolliert und falls erforderlich angepasst. Alle in den Punktdaten aufgeführten LSW wurden in das Simulationsmodell als Linienobjekt LSW mit den angegebenen Eigenschaften implementiert, wenn sie einem zu kartierenden Straßenabschnitt zuzuordnen waren.

Die Modellierung der LSW erfolgte unter Berücksichtigung der oben genannten Informationsquellen. Dabei wurden mit Hilfe der Orthophotos die genaue Lage der LSW umgesetzt und die entsprechenden mittleren Wandhöhen zugeordnet. Es wurden nur LSW berücksichtigt, die im Einwirkungsbereich der zu kartierenden Straßen liegen. Im Bereich von Brücken wurden die LSW der Straße zugeordnet, damit bei der Berechnung der Schallausbreitung die Unterstrahlung der Brücken berücksichtigt werden kann.

Die Absorptionseigenschaften wurden beidseitig mit absorbierend (Reflexionsverlust 4 dB) festgelegt.

Die LSW wurden auf das DGM 'fallen gelassen' und mit Hilfe der 3D-Ansicht im Berechnungsprogramm kontrolliert und ggf. auf die Höhe der Straßenoberfläche angepasst.

### **6.2.4 Gebäude**

#### **6.2.4.1 Ausgangsdaten**

Sowohl für die korrekte Modellierung der Schallausbreitung als auch für die Bestimmung der Betroffenheit ist die Kenntnis der Lage von Gebäuden und insbesondere auch deren Unterscheidung in Wohngebäude, Schulen, Krankenhäuser und sonstige Gebäude erforderlich. Diese Attribute sind Bestandteil der Gebäudeerfassung im Amtlichen Liegenschaftskataster-Informationssystem (ALKIS). Aus diesen Daten werden sog. CityGML-Daten erzeugt, die neben dem Gebäudegrundriss auch Höhendaten aus dem Oberflächenmodell enthalten und die Gebäude als 'Klötzchen' nachbilden. Diese Daten wurden durch den AG zur Verfügung gestellt, aufgrund der großen Datenmenge kachelweise.

Die Datensätze enthalten für jedes Gebäude eine eindeutige Objekt-ID (Name) und eine numerisch kodierte Aussage zur Gebäudenutzung. Insbesondere für die Identifizierung von Schulen und Krankenhäusern war diese Beschreibung automatisiert auswertbar.

### 6.2.4.2 Datenbearbeitung

Als Ausgangsdatenbestand dienten die CityGML-Daten.

Die Gebäude wurden für die weitere Bearbeitung gemeindeweise in das Berechnungsprogramm implementiert. Für die Kartierung wurde nachfolgenden Nutzungsarten unterschieden:

- Hauptgebäude (Wohngebäude, ALKIS-Nr. 1000)
- Nebengebäude (Gebäude für Wirtschaft oder Gewerbe, Wirtschaftsgebäude, Verwaltungsgebäude, Veranstaltungsgebäude, Gebäude für religiöse Zwecke, Kirche, Gebäude für soziale Zwecke, Vereinsheim, Bürgerhaus, Feuerwehr etc.)
- Schule (allgemeinbildende Schule, berufsbildende Schule, etc., ALKIS-Nr. 3021 und 3022)
- Krankenhaus (Krankenhaus, Heilanstalt, Pflegeanstalt etc., ALKIS-Nr. 3051, 3065).

Des Weiteren wurden durch den AG zur Verfügung gestellte Listen des Bildungsministerium mit der Angabe aller Schulstandorte sowie aktuellen Schulzusammenschlüssen mit dem Modell abgeglichen.

Sowohl Schul- als auch Krankenhausgebäude werden jeweils als Einzelgebäude betrachtet und nicht zu Standortkomplexen zusammengefasst (Vorgabe des BMUB für die Kartierung).

Die Gebäude hatten bereits Gebäudehöhe und Höhe über Grund, so dass ein 'fallen lassen' auf das DGM bzw. eine Ermittlung der Gebäudehöhen aus dem DOM nicht erforderlich wurde.

Für die CityGML-Gebäude ist die Gebäudehöhe im Datensatz enthalten. Wenn keine Höheninformationen bzw. unrealistische Höhen (z. B. Wohngebäude mit einer Höhe unter 3 m) vorlagen, wurden für diese Gebäude folgende Pauschalisierungen getroffen:

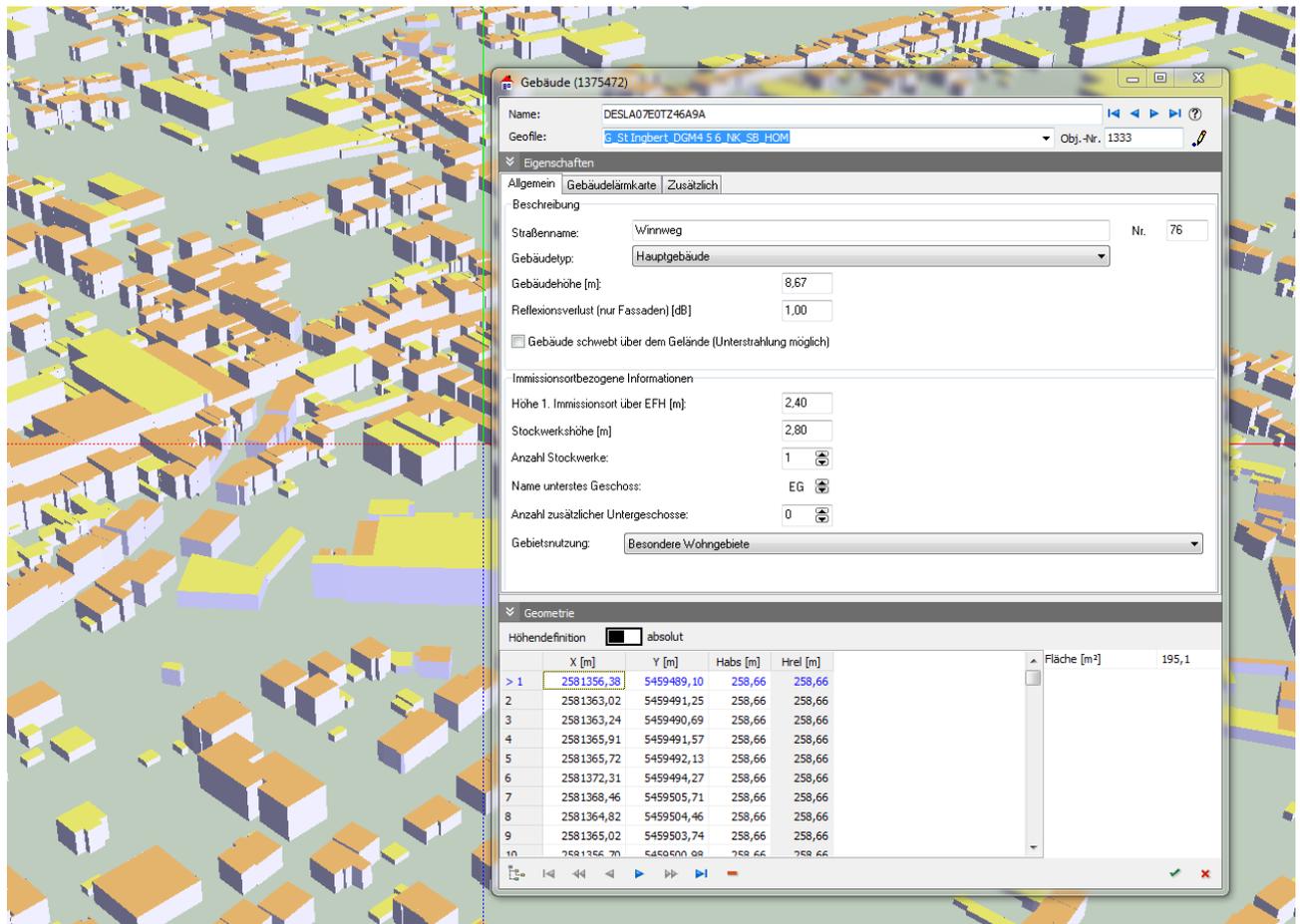
- Hauptgebäude (Wohngebäude): Höhe 5 m<sup>12</sup>
- Nebengebäude, Schulen und Krankenhäuser: Grundfläche bis 50 m<sup>2</sup>: Höhe 3,00 m  
Grundfläche größer 50 m<sup>2</sup>: Höhe 6,00m

Für alle Gebäude wurde ein Reflexionsverlust von 1 dB angesetzt. Die Abbildung 7 zeigt beispielhaft die Gebäudebearbeitung in SoundPLAN.

---

<sup>12</sup> Siehe LAI-Hinweise zur Lärmkartierung: Es muss gewährleistet sein, dass ein Immissionspunkt an der Gebäudefassade vorhanden ist.

Abbildung 7 Beispielhafte Darstellung aus dem Berechnungsprogramm, Gebäudeeigenschaften



In den Gebäudedaten sind nur teilweise (oder in einer anderen Schreibweise) Angaben zur Zuordnung zu Gemeinde, Straße und Hausnummer enthalten. Um eine spätere Zuordnung der Einwohner zu ermöglichen, standen georeferenzierte Hauskoordinaten zur Verfügung. Über die Georeferenzierung wurden diese den Wohngebäuden zugeordnet. Dabei tritt vereinzelt der Fall auf, dass die Hauskoordinaten außerhalb des Gebäudes liegen oder einem Gebäudeumring mehrere Hauskoordinaten zugeordnet sind.

Liegen mehrere Hauskoordinaten bzw. Einwohner innerhalb eines Gebäudeumrisses, werden die Einwohner aufaddiert. Außerhalb liegende Koordinaten bzw. Einwohner können nicht zugeordnet werden.

Zur Beschleunigung der Rechenzeit wurden die Gebäudegrundrisse vereinfacht, so dass beispielsweise kleine Erker, Balkone oder andere Gebäudevorsprünge eliminiert wurden (vgl. die LAI-Hinweise zur Lärmkartierung). Doppelte Koordinaten bzw. Koordinaten mit einem Punktabstand unter 0,01 m wurden gelöscht. Aufgrund der Dateigröße wurden diese Bearbeitungsschritte landkreisweise durchgeführt.

## 6.2.5 Einwohnerdaten

### 6.2.5.1 Ausgangsdaten

Die Einwohnerdaten wurden von dem Zweckverband eGo-Saar (Elektronische Verwaltung für saarländische Kommunen) zur Verfügung gestellt (Stichtag 31.12.2016). Die Verschneidung der Einwohnerdaten mit den Gebäudedaten wurde beim Landesamt für Vermessung, Geoinformation und Landentwicklung (LVGL) durchgeführt. Es konnte eine 95%ige Zuordnung der vom Einwohnermelderegister gelieferten Einwohner erzielt werden. Das Landesamt stellte die Einwohnerdaten in Form einer Shape-Datei zur Verfügung.

### 6.2.5.2 Datenbearbeitung

Nach Absprache mit dem AG wurden die Einwohner mit Hauptwohnung (1. Wohnsitz) und Nebenwohnung (2. Wohnsitz) zu einer Gesamtanzahl aufaddiert.

Die zur Verfügung gestellte Datei konnte kachelweise in das Programm eingelesen werden. Über ein Tool können dabei Texte/Zahlen, die innerhalb von Gebäudeumrissen liegen, automatisiert den Gebäuden zugeordnet werden. Liegen mehrere Einwohnerzahlen innerhalb eines Gebäudes vor (z. B. Reihenhaus, das als ein Gebäude digitalisiert wurde), können die Einwohnerzahlen automatisch aufaddiert werden, s. dazu die nachstehende Abbildung.

Abbildung 8 Beispielhafte Darstellung aus dem Berechnungsprogramm, Zuordnung der Einwohnerzahlen



## 7 Datenvalidierung

Während des gesamten Prozesses der Datenbearbeitung erfolgte eine Datenkontrolle. Anhand der Orthophotos wurden die Straßenlagen geprüft, ebenfalls die Lage von Brücken, die Lage der LSW, die Lage von Straßen und Gebäuden zueinander. Die Geometrieprüfung wurde genutzt, um Schnitte von Gebäuden mit Straßen auszuschließen und Straßenabschnitte und Lärmschutzwände herauszufinden, die nicht korrekt im Gelände lagen. Die Lage der Straßen, Brücken und LSW im Gelände wurde kachelweise im 3-D-Modell überprüft.

Alle Straßenabschnitte wurden mit Hilfe des Tools 'Steigungen > 10 % markieren' auf unplausible Steigungen kontrolliert. Sämtliche Emissionsparameter und andere Straßeneigenschaften wurden wiederholt im Attributexplorer der Geodatenbank überprüft.

Um die Zuordnung der Einwohner zu überprüfen, wurden Wohngebäude ohne Einwohner angezeigt und eine gemeindeweise Auswertung vorgenommen.

Vor Durchführung der finalen Berechnung wurde eine Rasterlärmkarte mit freier Schallausbreitung (ohne Gebäude) gerechnet, um aus dem Rechenkern eventuelle Fehlermeldungen ableiten und notwendige Korrekturen anbringen zu können. Dabei wurde ein Rasterabstand von 10 m x 10 m verwendet.

Nach Durchführung der Berechnungen für die Ermittlung der Betroffenzahlen wurden die Ergebnisse (Gebäudelärmkarte) für einzelne Gemeinden in die Graphik von SoundPLAN eingeladen, um stichprobenartig überprüfen zu können, ob alle Gebäude mit Einwohnern in der Berechnung berücksichtigt wurden und Fassadenpegel aufweisen. Die gemeindeweisen Isolinienkarten wurden auf Vollständigkeit und Plausibilität überprüft.

Eine Prüfung der Verkehrsdaten auf Plausibilität ist nicht möglich. Die erhaltenen Daten wurden durch die BAST und den LfS freigegeben. Sich trotzdem zeigende Unstimmigkeiten wurden in Rücksprache mit dem LfS behoben.

## 8 Strategische Lärmkarten

### 8.1 Allgemeine Anforderungen

Die Mindestanforderungen an die Strategischen Lärmkarten ergeben sich aus dem Anhang IV der EU-Umgebungslärmrichtlinie (Mindestanforderungen an die Ausarbeitung Strategischer Lärmkarten) im Zusammenhang mit dem Anhang VI (der Kommission zu übermittelnde Angaben). Die Anforderungen wurden durch die 34. BImSchV (Verordnung über die Lärmkartierung) präzisiert.

Die Ausarbeitung der Lärmkarten ist getrennt für jede Lärmart (Straßenverkehrslärm, Schienenverkehrslärm, Fluglärm und Industrie- und Gewerbelärm) auf der Grundlage der Lärmindizes  $L_{DEN}$  und  $L_{Night}$  vorzunehmen. Die Berechnungspunkte für die Lärmkarten liegen in einer Höhe von 4 m über Grund.

### 8.1.1 Isolinienkarten

Die Lärmkarten, ausgedrückt durch den Tag-Abend-Nacht-Lärmindikator  $L_{DEN}$  und den Nacht-Lärmindikator  $L_{Night}$  stellen in graphischer Form die Lärmsituation dar.

Für den  $L_{DEN}$  sind dabei die Lärmbelastungen in Isolinienbändern mit einer Klassenbreite von 5 dB(A) in den Bereichen von

$55 \text{ dB(A)} < L_{DEN} \leq 60 \text{ dB(A)}$ ,  
 $60 \text{ dB(A)} < L_{DEN} \leq 65 \text{ dB(A)}$ ,  
 $65 \text{ dB(A)} < L_{DEN} \leq 70 \text{ dB(A)}$ ,  
 $70 \text{ dB(A)} < L_{DEN} \leq 75 \text{ dB(A)}$  sowie  
 $L_{DEN} > 75 \text{ dB(A)}$  darzustellen.

Für den  $L_{Night}$  sind dabei die Lärmbelastungen in Isolinienbändern mit einer Klassenbreite von 5 dB(A) in den Bereichen von

$50 \text{ dB(A)} < L_{Night} \leq 55 \text{ dB(A)}$ ,  
 $55 \text{ dB(A)} < L_{Night} \leq 60 \text{ dB(A)}$ ,  
 $60 \text{ dB(A)} < L_{Night} \leq 65 \text{ dB(A)}$ ,  
 $65 \text{ dB(A)} < L_{Night} \leq 70 \text{ dB(A)}$  sowie  
 $L_{Night} > 70 \text{ dB(A)}$  darzustellen.

Die Farben für die Darstellung der Isolinienbänder sind entsprechend dem Anhang B der DIN 18005, Teil 2 zu wählen<sup>13</sup>.

Für die Darstellung der Lärmbelastung in Form der Isolinienkarten ist ein Berechnungsraster von 10 m x 10 m oder weniger zugrunde zu legen. Die Isolinienkarten wurden in SoundPLAN durch die Berechnungsart 'Rasterlärmkarte (RLK)' erzeugt.

Die Berechnungen erfolgten gruppenweise, so dass eine Auswertung und Darstellung der Schallauswirkungen der Hauptverkehrsstraßen und durch energetische Addition zusätzlich der sonstigen Straßen möglich ist.

### 8.1.2 Darstellung der Betroffenheit

Neben den Isolinienkarten sind tabellarische Angaben zur Darstellung der Betroffenheit der Bevölkerung erforderlich.

Für jede Lärmart separat ist die geschätzte Gesamtzahl der Menschen (auf die nächste Hunderterstelle gerundet), die in lärmbelasteten Gebieten wohnen, in den Pegelklassen

---

13 DIN 18005, Teil 2: Schallschutz im Städtebau. Lärmkarten – Kartenmäßige Darstellung von Schallimmissionen, September 1991

55 dB(A) < L<sub>DEN</sub> ≤ 60 dB(A),  
60 dB(A) < L<sub>DEN</sub> ≤ 65 dB(A),  
65 dB(A) < L<sub>DEN</sub> ≤ 70 dB(A),  
70 dB(A) < L<sub>DEN</sub> ≤ 75 dB(A) sowie  
L<sub>DEN</sub> > 75 dB(A),

und der L<sub>Night</sub> in den Bereichen von

50 dB(A) < L<sub>Night</sub> ≤ 55 dB(A),  
55 dB(A) < L<sub>Night</sub> ≤ 60 dB(A),  
60 dB(A) < L<sub>Night</sub> ≤ 65 dB(A),  
65 dB(A) < L<sub>Night</sub> ≤ 70 dB(A) sowie  
L<sub>Night</sub> > 70 dB(A)

darzustellen.

Weiterhin sind Aussagen über die Gesamtfläche der Gebiete (in km<sup>2</sup>) mit L<sub>DEN</sub>-Werten von über 55, 65 bzw. 75 dB(A), sowie über die geschätzte Gesamtzahl der Wohnungen, Schulen und Krankenhäuser in jedem dieser Gebiete (bei der Zahl der Wohnungen ist auf die Hunderterstelle zu runden) in tabellarischer Form zu treffen.

Für die Ermittlung der Belastetenzahlen liegen die Berechnungspunkte auf der Gebäudefassade; die letzte Reflexion an der Gebäudefassade, auf der der Berechnungspunkt liegt, wird hierdurch nicht berücksichtigt. Fassaden mit einer Länge von mehr als 5 m werden in Teilfassaden aufgeteilt. Entsprechend der VBEB wird an diesen Aufpunkten an den (Teil)Fassaden ein Immissionswert ermittelt. Die Einwohner (und Wohnungen) des Gebäudes werden gleichmäßig auf die Immissionspunkte verteilt und somit wird für jeden Immissionspunkt ein bestimmter Wert 'Einwohner pro Immissionspunkt' (VBEB) erhalten. Diese Immissionspegel werden mit den ihnen zugeordneten Einwohnern in den o. a. Pegelbereichen zusammengefasst.

Die Betroffenheitsanalysen (Zahl der Menschen, Wohnungen, Schulen und Krankenhäuser) wurden in SoundPLAN auf der Grundlage der Berechnungsart 'Gebäudelärmkarte (GLK)' erzeugt und gemeindeweise ausgewertet. Es erfolgt neben der gerundeten Angabe der Betroffenen auch die genaue Angabe, da insbesondere bei kleinen Straßenabschnitten die kommunenscharfe Betroffenheitsanalyse in Verbindung mit der EU-Rundung dazu führen kann, dass keine Betroffenheiten sichtbar werden. In der Anzahl der betroffenen Schulen und Krankenhäuser sind keine Gebäudekomplexe, sondern die Einzelgebäude berücksichtigt. Gemäß den Datenanforderungen der EU wurde eine landesweite Angabe zu den Betroffenheiten erstellt.

Die Größe der betroffenen Fläche wird aus der 'Flächenstatistik' in der 'Experttabelle' von SoundPLAN abgeleitet. Grundlage hierfür ist die 'Rasterlärmkarte (RLK)'. Diese Werte wurden, entsprechend den Anforderungen des BMUB an die weiterzuleitenden Daten, ebenfalls für die gesamte Landesfläche des Saarlandes ermittelt. Des Weiteren wurden diese Werte gemeindeweise ausgelesen.

Alle Berechnungen erfolgten gruppenweise, so dass eine Auswertung und Darstellung der Schallauswirkungen der Hauptverkehrsstraßen und durch energetische Addition zusätzlich der sonstigen Straßen möglich ist.

## 8.2 Festlegung der Rechengebiete

Sowohl die Isolinienkarten als auch die Gebäudelärmkarten wurden landesweit berechnet. Die Auswertung erfolgt auf der Basis der Gemeindegrenzen. Dazu wurden 51 Planausschnitte, entsprechend der Zahl der betroffenen Gemeinden und Städte, aus den Gemeindegrenzen generiert.

## 8.3 Berechnungen

Für alle Berechnungen wurden folgende Einstellungen in SoundPLAN gewählt:

- Reflexionsordnung: 1
- Maximaler Reflexabstand IO: 200 m
- Maximaler Reflexabstand Quelle: 50 m
- Suchradius: 1.990 m
- Toleranz: 0,8 dB
- Höhe: 4 m
- Rastergröße: 10 m x 10 m
- Rasterinterpolation:     Min / Max: 10 dB  
                                  Differenz: 0,15 dB  
                                  Feldgröße: 9 x 9

Diese Parameter wurden auch in der II. Stufe der Lärmkartierung verwendet und haben sich als optimal hinsichtlich Genauigkeit und Rechenaufwand herausgestellt. Auch von Seiten des Softwareherstellers werden diese Einstellungen für Berechnungen mit großen Rechengebieten empfohlen.

Die Berechnungen erfolgten kachelweise.

## 8.4 Ergebnisse

### 8.4.1 Isolinienkarten

Mit den aus den Berechnungen erhaltenen Ergebnisdateien wurde pro Gemeinde eine Isolinienkarte erzeugt und auf Plausibilität und Vollständigkeit überprüft.

Um die Rechenzeit für großflächige Rasterberechnungen, hier für die Lärmkartierung SL, zu reduzieren, werden intelligente Entscheidungsalgorithmen verwendet. Mit Hilfe solcher iterativer Verfahren kann für Rasterpunkte in einem zu betrachtenden Quadrat (z. B. 9\*9, 5\*5, 3\*3 Punkte) entschieden werden, ob die Pegel für diese Punkte 'echt' berechnet werden müssen oder ob sie aus den Ergebnissen der benachbarten Rasterpunkte interpoliert werden können. Die Wahl der Parameter für diese Algorithmen wurden für dieses Projekt unter Berücksichtigung der zu erwartenden Rechenzeit, der für diesen Zweck benötigten Genauigkeit und der Erfahrungswerte aus anderen Kartierungen festgelegt.

Die Isolinien wurden als Bänder für die Lärmindikatoren  $L_{DEN}$  und  $L_{Night}$  im Batchbetrieb als Shape-File exportiert.

Die Abbildungen zeigen beispielhaft die Karten für die Stadt Sankt Wendel ( $L_{DEN}$  und  $L_{Night}$ ). Für jede betroffene Gemeinde wurden diese Isolinienkarten erstellt und als pdf zur Verfügung gestellt. Ferner werden alle Ergebnisse über ein Internetportal ausgegeben werden und können bei Bedarf auch als pdf-Dokument ausgedruckt werden können.

Abbildung 9 Isolinienkarte L<sub>DEN</sub> Sankt Wendel

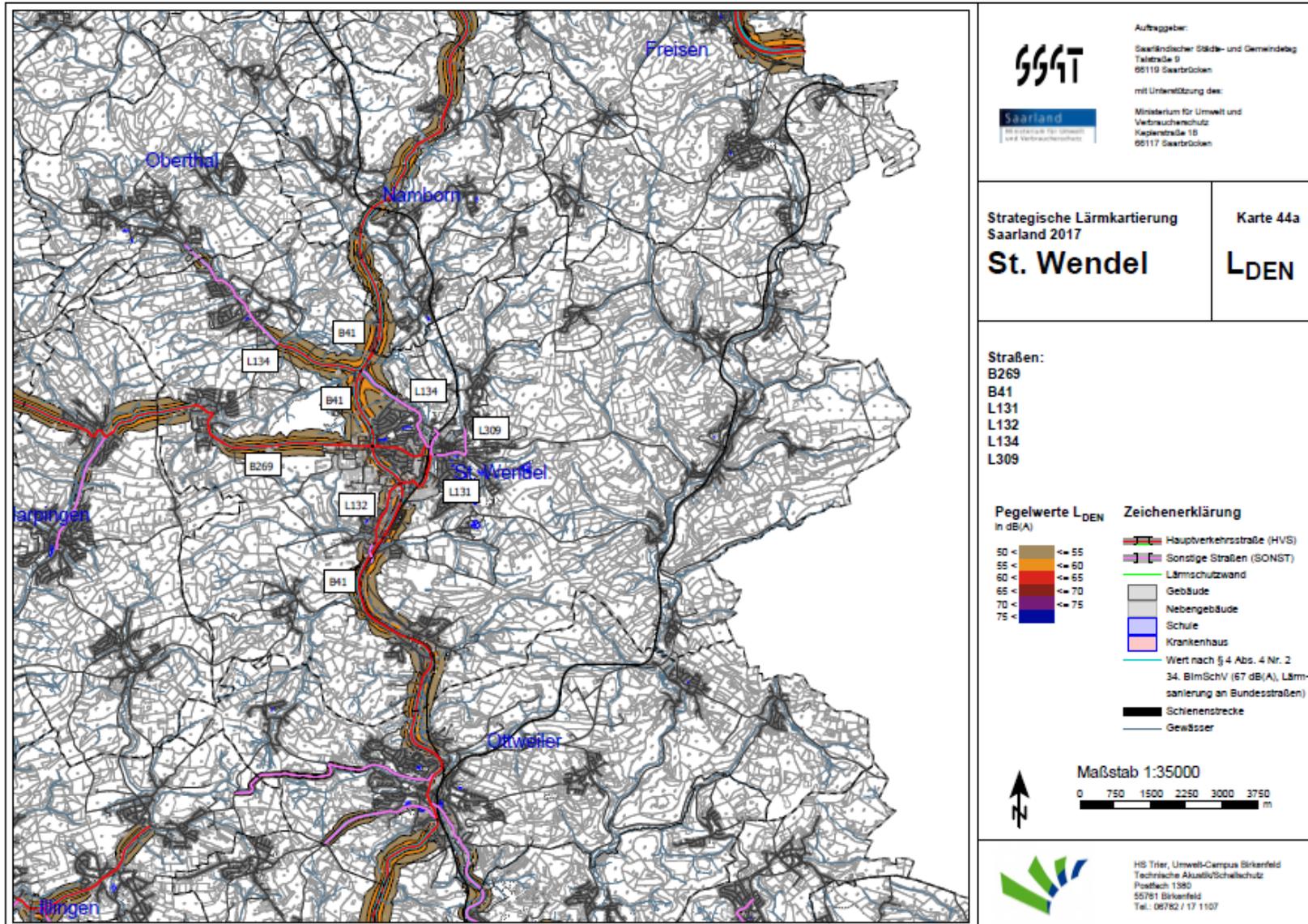
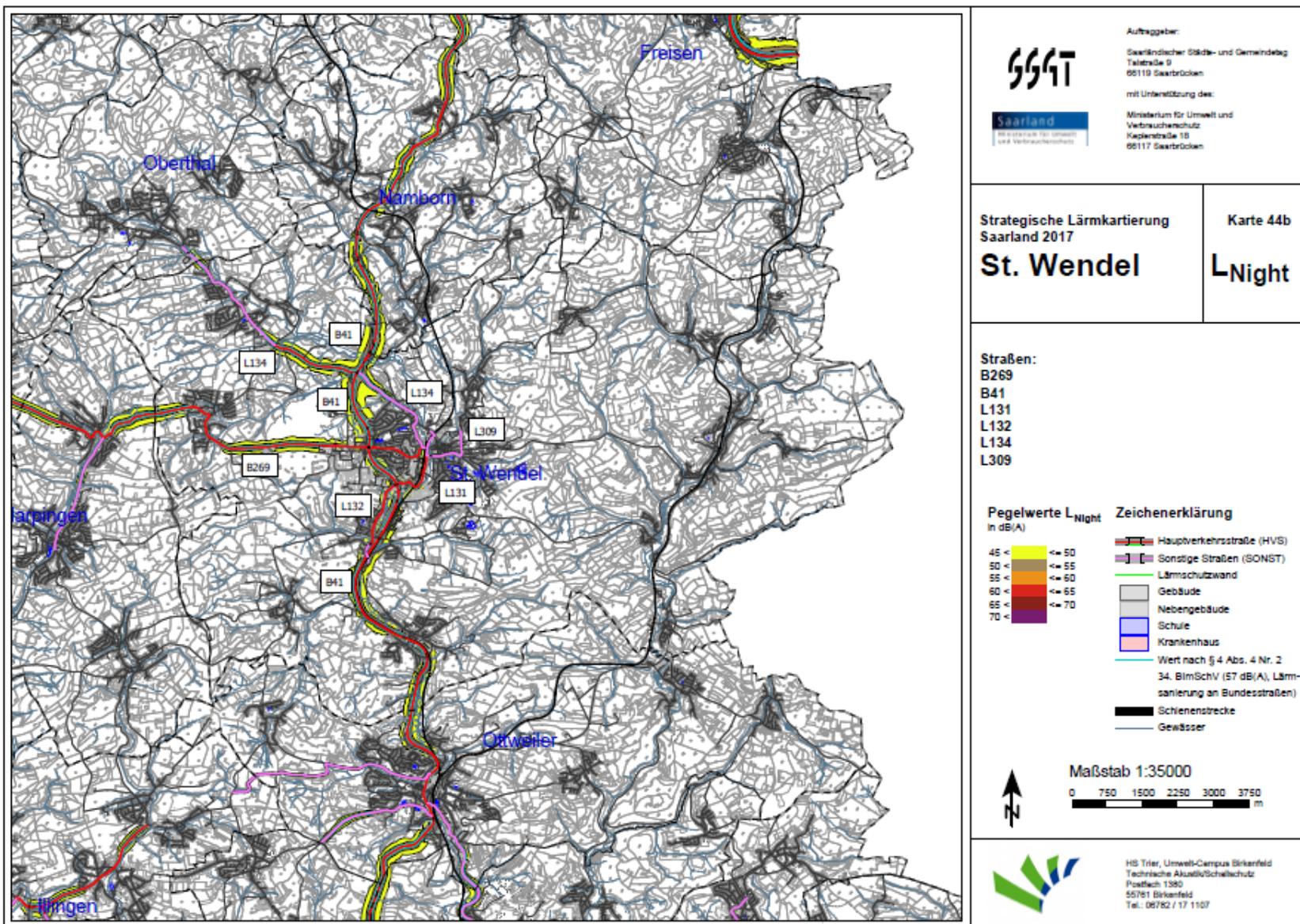


Abbildung 10 Isolinienkarte L<sub>Night</sub> Sankt Wendel



### **8.4.2 Gebäudelärmkarten**

Die Ergebnisse der Berechnungen wurden im Berechnungsprogramm mit dem Tool 'Experttabelle' gemeindeweise ausgewertet. Die Daten wurden in eine EXCEL-Tabelle übertragen. Die nachfolgende Tabelle 'Betroffenheitstabelle' zeigt das beispielhaft.

Tabelle 2 Betroffenheitstabelle, beispielhaft

Ifd. Nr.	Kommune	Straße	EU-Gebäudestatistik												
			Intervalle	Anzahl der betroffenen Menschen			Schwellenwerte	Anzahl der Wohnungen		Anzahl der Schulen	Anzahl der Krankenhäuser	Schwellenwerte	Fläche in km²		
				LDEN	LNight			LDEN	LDEN						
			ungerundet	EU-Rundung	Intervalle	ungerundet	EU-Rundung		ungerundet	EU-Rundung	ungerundet	ungerundet		ungerundet	
00	gesamt (ohne SB)		55-60 60-65 65-70 70-75 >75	35.917 20.433 16.345 4.841 54	35.900 20.400 16.300 4.800 100	50-55 55-60 60-65 65-70 >70	24.287 17.412 7.083 139 0	24.300 17.400 7.100 100 0	> 55 > 65 > 75	40.597 11.089 28	40.600 11.100 0	22 0 0	2 0 0	> 55 > 65 > 75	209 55 10
01	Beckingen	A8 L156 L174 L347	55-60 60-65 65-70 70-75 >75	457 341 226 10 0	500 300 200 0 0	50-55 55-60 60-65 65-70 >70	439 243 37 0 0	400 200 0 0 0	> 55 > 65 > 75	550 124 0	600 100 0	0 0 0	0 0 0	> 55 > 65 > 75	2,52 0,61 0,05
02	Bexbach	A6 B423 L115 L116 L226 Susannastraße	55-60 60-65 65-70 70-75 >75	613 542 464 112 0	600 500 500 100 0	50-55 55-60 60-65 65-70 >70	546 517 145 6 0	500 500 100 0 0	> 55 > 65 > 75	911 300 0	900 300 0	0 0 0	0 0 0	> 55 > 65 > 75	3,49 0,95 0,16
03	Blieskastel	B423 L105 L111 L113	55-60 60-65 65-70 70-75 >75	157 199 236 187 0	200 200 200 200 0	50-55 55-60 60-65 65-70 >70	199 231 229 1 0	200 200 200 0 0	> 55 > 65 > 75	409 222 0	400 200 0	0 0 0	0 0 0	> 55 > 65 > 75	1,71 0,46 0,04
04	Bous	B51 L140 L168 Derler Straße	55-60 60-65 65-70 70-75 >75	604 277 335 139 0	600 300 300 100 0	50-55 55-60 60-65 65-70 >70	349 314 190 3 0	300 300 200 0 0	> 55 > 65 > 75	705 244 0	700 200 0	0 0 0	0 0 0	> 55 > 65 > 75	1,65 0,26 0,01
05	Dillingen / Saar	A8 L143 L170/L174 L346/L347 L355 Industriestraße	55-60 60-65 65-70 70-75 >75	1396 611 398 45 0	1.400 600 400 0 0	50-55 55-60 60-65 65-70 >70	625 455 77 0 0	600 500 100 0 0	> 55 > 65 > 75	1269 230 0	1.300 200 0	3 0 0	0 0 0	> 55 > 65 > 75	5,81 1,35 0,14
06	Ensdorf	B269 B51 L139 L343 L345 Provinzialstraße	55-60 60-65 65-70 70-75 >75	260 322 226 72 0	300 300 200 100 0	50-55 55-60 60-65 65-70 >70	313 238 88 0 0	300 200 100 0 0	> 55 > 65 > 75	465 156 0	500 200 0	0 0 0	0 0 0	> 55 > 65 > 75	2,53 0,56 0,03
07	Eppelborn	A1 B10 B269 L112	55-60 60-65 65-70 70-75 >75	295 318 385 103 0	300 300 400 100 0	50-55 55-60 60-65 65-70 >70	308 353 189 0 0	300 400 200 0 0	> 55 > 65 > 75	584 259 0	600 300 0	0 0 0	0 0 0	> 55 > 65 > 75	4,53 1,05 0,24

Bemerkung: Der Pegelbereich 70-75 dB(A) für den  $L_{Night}$  umfasst alle Pegel > 70dB(A).  
 Der Pegelbereich 50-55 dB(A) für den  $L_{DEN}$  muss nicht dargestellt werden.

## 8.5 Weitere notwendige Angaben

Die Hauptlärmquellen (HVS) sind mit Angaben über das Verkehrsaufkommen und Länge der Straßenabschnitte zu beschreiben. Die Beschreibung der Umgebung umfasst Angaben über die Art der Flächennutzung, Lärmquellen, Einwohnerzahl. Ferner sind durchgeführte oder laufende Lärmaktionspläne und Lärminderungsprogramme zu dokumentieren; dazu standen allerdings keine Informationen zur Verfügung.

Die Dokumentation der Hauptlärmquellen wurde in einer EXCEL-Tabelle (gemeindeweise) für alle Straßenabschnitte des HVS-Netzes vorgenommen. Zusätzlich erfolgte auch eine tabellarische Dokumentation der Verkehrsparameter aller kartierten Straßen bzw. Straßenabschnitte. Die Angabe der Straßendaten und Emissionsparameter erfolgte je Zählstelle. Für die Dokumentation wurden die Verkehrsmengen von Straßen, die in zwei Emissionsbänder aufgeteilt wurden, verdoppelt. Angegeben wurden bei der Dokumentation der Hauptlärmquellen:

- Straße
- Zählstellenummer
- DTV in 2016
- Emissionspegel  $L_{mE}^{(25)}$  jeweils für die Zeitbereiche Day, Evening und Night
- Maßgebliche stündliche Verkehrsstärke M jeweils für die Zeitbereiche Day, Evening und Night
- Lkw-Anteil p in % jeweils für die Zeitbereiche Day, Evening und Night
- Abschnittslänge in km

Die Beschreibung der Umgebung wurde anhand der vorliegenden Daten für das gesamte Saarland gemeindeweise vorgenommen. Die vorwiegende Flächennutzung wurde unterschieden nach:

- Landwirtschaftliche Fläche
- Forstwirtschaftliche Fläche
- Dörfliche Siedlungsfläche
- Städtische Siedlungsfläche
- Gewerblich/industriell genutzte, räumlich verdichtete, nicht ländliche Fläche
- Militärisch genutzte Fläche

Ferner sind Hauptverkehrsstraßen und Haupteisenbahnstrecken in einer Entfernung von weniger als 2 km zur Gemeinde und die Nähe zum Ballungsraum dokumentiert. Die Darstellung der Beschreibung der Umgebung ist beispielhaft für die A 1 aus der Tabelle 3 ersichtlich.

Tabelle 3 Beschreibung der Umgebung und der Hauptlärmquellen am Beispiel der A 1

Gemeinde	vorwiegende Flächennutzung linksseitig						vorwiegende Flächennutzung rechtsseitig						Hauptbahnstrecke 2km	Hauptverkehrsstraßen 2km	Ballungsraum 2km
	landwirtschaftliche Fläche	forstwirtschaftliche Fläche	dörfliche Siedlungsfläche	Städtische Siedlungsfläche	gewerblich /industriell genutzte, räumlich verdichtete, nicht ländliche Fläche	militärisch genutzte Fläche	landwirtschaftliche Fläche	forstwirtschaftliche Fläche	dörfliche Siedlungsfläche	Städtische Siedlungsfläche	gewerblich /industriell genutzte, räumlich verdichtete, nicht ländliche Fläche	militärisch genutzte Fläche			
Nonnweiler		x						x	x				still gelegt	keine	
Nonnweiler		x						x					still gelegt	keine	
Nonnweiler	x	x	x					x					still gelegt	keine	
Nonnweiler	x	x						x	x					L147, 148	
Tholey	x	x	x				x	x	x					keine	
Tholey	x	x	x				x	x	x					B269	
Tholey/Lebach/Eppelborn	x	x					x		x				Eppelborn-Dirmingen(x)	B269, 10	
Eppelborn	x		x				x	x	x				Eppelborn-Dirmingen(x)	L112, 285	
Illingen	x		x		x		x		x					A8	
Illingen/Heusweiler			x		x		x		x					A8; L128	
Heusweiler		x					x		x					keine	x
Saarbrücken		x						x	x					B268; L268, 136	x
Saarbrücken		x						x	x				Saarbrücken-Riegelsberg (S-Bahn)	B268; L139, 270	x
Saarbrücken		x						x	x					B268	x
Saarbrücken		x						x					Saarbrücken-Riegelsberg (S-Bahn)	keine	x
Saarbrücken		x						x					Saarbrücken-Riegelsberg (S-Bahn)	L127	x

## 9 Datenabgabe

Die für die Kartierung genutzten Daten (Straßen, Gebäude, LSW) wurden aus SoundPLAN in Form von Shape-Files für jeden Objekttyp mit allen notwendigen Attributen gemeindeweise exportiert. In einer 'Lies mich-Datei' sind Hinweise auf die exportierten Datenattribute enthalten. Das für die Berechnung verwendete Digitale Geländemodell wurde in Form von xyz-Dateien exportiert. Die DGM-Dateien enthalten das für die Berechnungen verwendete Trassen-DGM als Export aus der Geodatenbank. Hierbei kann es zu Dreiecksvermaschungen zwischen den als Stützpunkten exportierten Höhenpunkten kommen, die die reale Geländesituation nicht korrekt widerspiegeln. Deshalb sollte auf jeden Fall vor einer Verwendung eine (visuelle) Kontrolle des DGM erfolgen bzw. ein Trassen-DGM berechnet werden.

Die Isolinien der Rasterlärmkarten wurden als Shape-Dateien (Flächenbänder) gemeindeweise exportiert. Die Ergebnisse der Berechnungen der Gebäudelärmkarten wurden in Form von Fassadenpegeln als Shape-Files gemeindeweise exportiert.

Alle Datenexporte erfüllen hinsichtlich Format, Bezeichnung und Inhalt die Anforderungen der EU-Datenberichterstattung.

## 10 Ausblick

### 10.1 Aktionsplanung

Die Strategische Lärmkartierung ist die Voraussetzung für die Aktionsplanung, die für die II. Stufe bereits bis zum 18. Juli 2013 abgeschlossen sein sollte. Die jetzige Lärmkartierung der 3. Runde ermöglicht es den Kommunen, die noch keinen LAP erstellt haben, auf der Basis der aktuellst verfügbaren Daten dessen Aufstellung.

Eine konkrete Aktionsplanung und Maßnahmendurchführung ist nur auf der kommunalen Ebene möglich. Mit Hilfe der den Gemeinden über den Daten- und Ergebnisexport zur Verfügung gestellten Datengrundlage sind die dazu ggf. notwendig werdenden Berechnungen ohne den Aufwand der Erstellung eines akustischen Datenmodells gut zu bewerkstelligen. Datenaktualisierungen müssen i. Allg. nicht durchgeführt werden.

Mit Vorlage der Lärmkarten sowie der vorliegenden Dokumentation werden die in den Anhängen IV und VI der EU-Umgebungslärmrichtlinie 2002/49/EG genannten fachlichen Anforderungen für die Erstellung der Lärmkarten erfüllt. Zum Abschluss der Lärmkartierung und zum Auftakt des nächsten Arbeitsschrittes – der Erarbeitung eines Lärmaktionsplans – wird die Öffentlichkeit über die Ergebnisse der Kartierung informiert. Dies erfolgt für das gesamte Bundesland über eine Internetplattform.

## 10.2 Fortschreibung

Die Fortschreibung der Lärminderungsplanung ist gemäß EU-Umgebungslärmrichtlinie 2002/49/EG i. V.m. dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) ein fester Bestandteil des Regelwerks. Die Lärmkarten und Lärmaktionspläne müssen alle fünf Jahre überprüft und erforderlichenfalls überarbeitet werden.

Bei den bisherigen Stufen I und II sowie der 3. Runde der Strategischen Lärmkartierung wurde auf 'Vorläufige' Berechnungsmethoden zurückgegriffen. Mit dem 01.01.2019 werden europaweit einheitliche Berechnungsverfahren ('CNOSSOS') eingeführt, die, im Vergleich zum heutigen Stand, auch ein deutlich detaillierteres Emissionsmodell zur Grundlage haben werden.

## 11 Quellenverzeichnis

- /1/ Richtlinie 2002/49/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Juni 2002 über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm (EU-Umgebungslärmrichtlinie)
- /2/ 'Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge' - Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), zuletzt geändert durch Artikel 3 G des Gesetzes vom 18. Juli 2017 (BGBl. I S. 2771)
- /3/ Vierunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Lärmkartierung - 34. BImSchV) vom 06. März 2006
- /4/ Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Straßen (VBUS) vom 10. Mai 2006
- /5/ Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Schienenwegen (VBUSch)' vom 10. Mai 2006
- /6/ Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm durch Industrie und Gewerbe (VBUI)' vom 10. Mai 2006
- /7/ 'Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Flugplätzen (VBUF)' vom 10. Mai 2006
- /8/ 'Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm (VBEB)' vom 09. Februar 2007
- /9/ LAI: 'Hinweise zur Lärmkartierung'. Sitzung der Bund/Länderarbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz am 07. und 08. September 2006 in Dessau, in der Fassung von 2011
- /10/ 16. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes ('Verkehrslärm-schutzverordnung - 16. BImSchV) vom 12. Juni 1990, letzte Änderung 18. Dezember 2014
- /11/ Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz 'Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm)' vom 26. August 1998
- /12/ ISO 1996, Teil 2: Akustik, Beschreibung und Messung von Umgebungsgeräuschen, Teil 2: Datenerfassung zur Flächennutzung, April 1987
- /13/ DIN 18005, Teil 2: Schallschutz im Städtebau. Lärmkarten – Kartenmäßige Darstellung von Schallimmissionen, September 1991