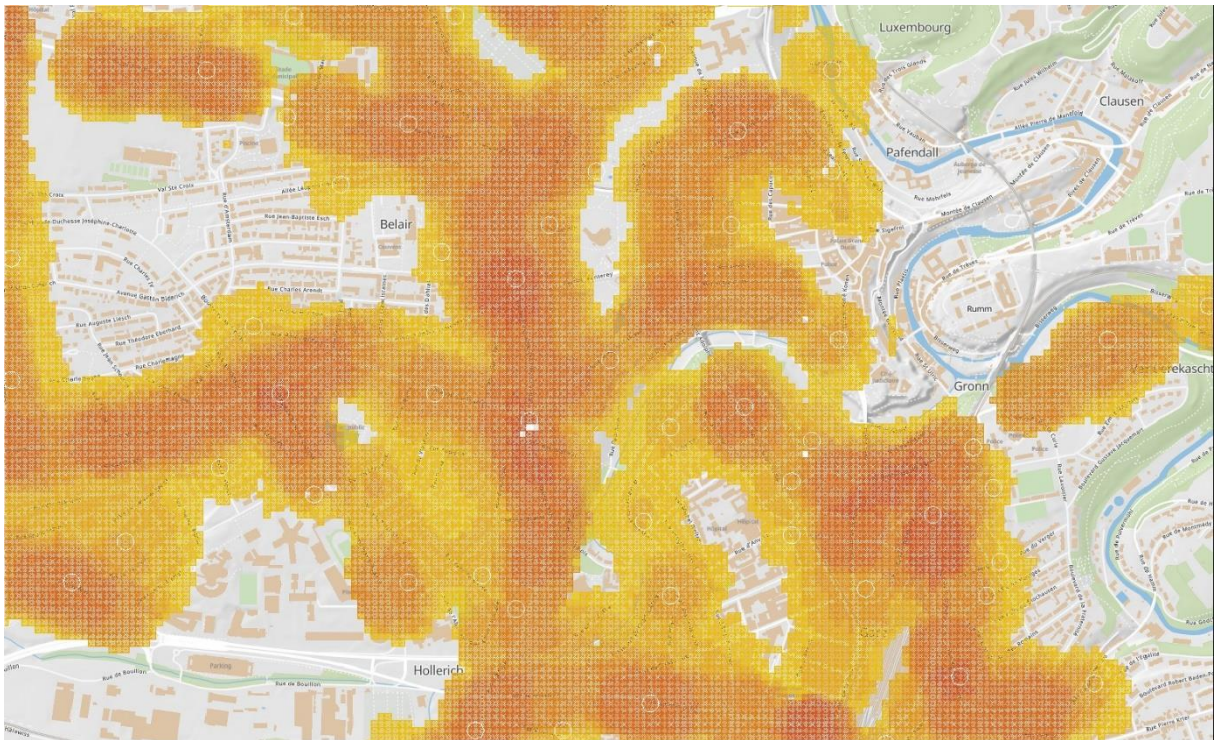


# **Strategische Lärmkartierung für den Straßen- und Schienenverkehr im Großherzogtum Luxembourg**

## **Analyse der Bevölkerungsbelastung auf Basis von $UCE_{den}$ Werten für das Bezugsjahr 2022**

### **Technischer Abschlussbericht**



im Auftrag der

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  
E-Mail: [info@stapelfeldt.de](mailto:info@stapelfeldt.de)



## Inhalt

Generelles .....	3
Bestimmung der UCE <sub>den</sub> Werte für ein Flächenraster.....	4
Statistische Analysen der UCE <sub>den</sub> Werte Raster .....	11
Gegenüberstellung der UCE <sub>den</sub> Analyse für den Stand 2017 und 2022 .....	12
Fokussierung auf einzelne Hotspot Gebiete .....	13
Graphische Ausgaben der Untersuchungsergebnisse in SHAPE Dateien .....	15
Zusammenfassung.....	17

## Generelles

Für das Gesamtgebiet des Großherzogtums Luxemburg werden in der vorliegenden Studie die Berechnungen des Umgebungslärms im Rahmen der EU-Umgebungslärmkartierung für Straßen- und Schienenverkehrslärm nach einem einheitlichen Schema ausgewertet.

Sowohl die Berechnungen der Lärmkartierung gemäß CNOSSOS als auch die hier behandelte Hotspot-Analyse werden mit dem Programmsystem LimA ausgeführt.

Die Belastung der Bevölkerung wird dabei analog zu der bisherigen Vorgehensweise über die Kenngröße  $UCE_{den}$  ausgedrückt.

Aus den Erhebungen zur 4. Stufe der EU-Umgebungslärmkartierung mit Bezugsjahr 2022 liegen Schallimmissionspegel sowie die aggregierten  $L_{den}$  Werte für die berechneten Fassadenpunkte an den Fassaden der Wohngebäude vor. Jedem berechneten Fassadenpegel  $L_{den}$  kann deshalb eine anteilige Anzahl Einwohner zugeordnet werden.

Damit sind die 2 Parameter der  $UCE_{den}$  Formel gegeben:

$$UCE_{den} = 10 * \log_{10} (\sum (Ew_{Fp} * 10^{L_{denFp}/10})) \quad (Gl. 1)$$

$Ew_{Fp}$       Einwohner pro Fassadenpunkt  
 $L_{denFp}$       $L_{den}$  Wert pro Fassadenpunkt

Das Untersuchungsgebiet umfasst alle Flächen, für den ein Mindestwert der Immission am Tag von 50 dB bzw. am Abend von 45 dB oder in der Nacht von 40 dB berechnet wurde.

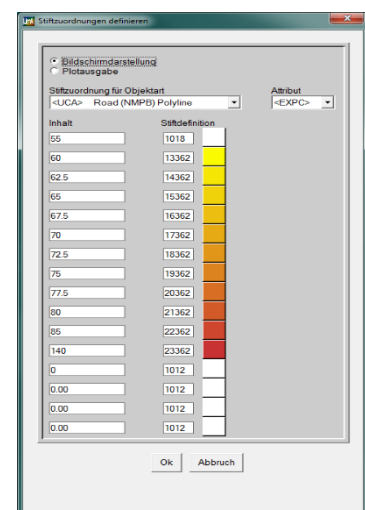
Damit umfasst das Gebiet mit einer zusätzlichen Sicherheit alle Bereiche in denen ein  $L_{den}$  ab 55 dB vorkommt. Die erkannten Gebiete werden mit einem Raster überzogen und für jede Rasterzelle werden Kennwerte auf Basis der für die Einwohner in Bereich der Zelle bestimmten  $UCE_{den}$ -Werte bestimmt. Dabei wird in vergleichenden Studien mit den unterschiedlichen Rasterweiten von  $DX=DY= 20\text{ m}$ ,  $35\text{ m}$  und  $50\text{ m}$  gearbeitet. Für den Straßenverkehr wird außerdem im Ballungsraum zwischen einer ausschließlichen Betrachtung der Hauptverkehrsstraßen (Major-Roads) und einer Betrachtung aller Straßen unterschieden.

Nach einem im Text noch im Detail beschriebenen Verfahren werden Rasterzellen mit signifikanter Belastung der Bevölkerung zu vorrangigen Zonen der Lärmbelastung der Bevölkerung (HOTSPOT) zusammengefasst. Für diese Zonen erfolgt eine Ausgabe der Kenngrößen bzw. Summenwerte in tabellarischer Form als CSV-Dateien, was eine einfache Reihung der Schwerpunkte nach unterschiedlichen Gesichtspunkten erlaubt.

Die graphische Darstellung der Belastung nutzt das Farbschema der Abbildung 1.

Bezugsgröße ist dabei ein auf die Fläche von  $100 \times 100\text{ (m)}$  normierter Belastungsindex, der aus den  $UCE_{den}$  Werten abgeleitet wird. Die Normierung soll die gleichartige Darstellung von Ergebnissen für unterschiedliche Rastergrößen ermöglichen. Die Ergebnisdateien im SHAPE Format können im GIS benutzerdefiniert eingefärbt werden.

Abbildung 1 Farbzurordnung für  $UCE_{den}$  Werte bis Grenzwert



## Bestimmung der $UCE_{den}$ Werte für ein Flächenraster

Die Rasterzelle wird als UCA-Objekt in der Akustiksoftware bzw. im GIS verwaltet.

Pro Rasterzelle wird zunächst die Einwohnerzahl bestimmt, die sich aus den anteiligen Einwohnerzahlen ergeben, die für Fassadenpunkte bestimmt wurden, die dieser Rasterzelle zuzuordnen sind. Die  $UCE_{den}$  Belastung sowie die Verteilung der Einwohner in 5 dB Pegelklassen für den  $L_{den}$  und den  $L_{night}$  werden ermittelt und pro Zelle abgelegt.

$UCE_{den}$  Summenwerte werden auf 2 verschiedene Weisen erfasst und auf getrennten Attributen EXPC (Cell) bzw. EXPA (Ambient) verwaltet.

1. EXPC: exakte Summenwerte innerhalb der Grenzen einer Rasterzelle.
2. EXPA: gleitende Summenwerte unter Einbeziehung der benachbarten Rasterzellen. Berücksichtigt werden Rasterzellen, deren Mittelpunkt innerhalb eines Einfangradius von  $5 \times DX$  (5-fache Rasterweite) zum Mittelpunkt der aktuellen Zelle liegen. Etwaige Gemeindegrenzen sind dabei ohne Einfluss.

Die  $UCE_{den}$  Werte der UCA-Rasterzellen werden im Weiteren ausgewertet, um die Lage der Hotspots zu bestimmen. Diese Zonen werden für die weitere Nutzung im GIS ebenfalls als UCA-Objekte in Form von „umhüllenden Wolken“ organisiert. Die Liste der ermittelten Hotspots mit ihren jeweiligen Kenndaten wird für jede Untersuchungsvariante als CSV-Datei geliefert. Abbildung 2 zeigt einen exemplarischen Auszug aus deiner CSV-Datei.

Die Bedeutung der Attribute der UCA-Objekte wird in Tabelle 2 erläutert.

Zusätzlich wird pro erkanntem Hotspot Gebiet ein „Steckbrief“ (Abbildung 3) als XLS-Datei angelegt. Er enthält alle relevanten Indikatoren pro Gebiet sowie einen Verweis auf die Straßen und Schienenwege, die für das Gebiet als dominant eingeordnet werden.

Des Weiteren beinhaltet der Steckbrief zwei Screenshots mit hinterlegtem Kartenmaterial, die zum einen die Lage des Hotspots innerhalb der Gemeinde und zum anderen das unmittelbare Hotspot Gebiet in Vergrößerung zeigen.

Das Kartenmaterial wurden dem Geoportal für Luxemburg entnommen.

(<http://wmts1.geoportal.lu/opendata/service?LAYERS=basemap&FORMAT=image/png&SRS=EPSG:2169&SERVICE=WMS&VERSION=1.1.1&REQUEST=GetMap&STYLES=&BBOX=%X1%,%Y1%,%X2%,%Y2%&WIDTH=%W%&HEIGHT=%H%>)

Für die in dieser Studie erkannten Hotspot-Gebiete wird versucht, deren Anzahl einzugrenzen.

- Für Major Sources gilt analog zu 2017 ein EXPA-Mindestwert 59 und für All Sources 63 (dB). Damit wird darauf eingegangen, dass in den Ballungsräumen das Verkehrsmodell für einen großen Teil der Nebenstraße eine konservative Abschätzung mit hohem Verkehrsaufkommen ansetzt.
- Zellen ohne berechnete Immissionswerte, z.B. innerhalb von Gebäuden, werden in begrenztem Maß in das Hotspot-Gebiet einbezogen. Daraus ergeben sich größere zusammenhängende Hotspot-Gebiete, womit die Anzahl getrennter Gebiete reduziert wird.

Als Änderung gegenüber der Untersuchung in 2017 ist weiterhin anzumerken, dass die in der CSV-Datei ausgewiesene  $UCE_{den}$  Belastung pro 1 ha ( $UCE_{Sum}/ha$ ) jetzt nur noch Zellen einbezieht, denen auch Einwohner zuzuordnen sind.

Die Notwendigkeit unterschiedlicher Untersuchungsfälle ergibt sich zunächst aus der Bearbeitung unterschiedlicher Lärmquellen, d.h. Straßen- und Schienenlärm, und der Berücksichtigung von Haupt- und Nebenstraßen in den beiden Ballungsräumen.

Außerdem werden unterschiedliche Rasterweiten genutzt, um möglichst praktikable Hotspot Ausweisungen zu bestimmen.

**Tabelle 1** listet die unterschiedlichen Parameter für die 7 Untersuchungsfälle.

Zu den Untersuchungsfällen RUE50C63ALL, RUE50B59MAJ und RUE35BMAJ wird in Abbildung 4 bis Abbildung 6 für den Ballungsraum AggloSud jeweils ein Gebietsausschnitt dargestellt.

**Tabelle 1 Untersuchungsfälle und ihre kennzeichnenden Parameter**

Kennung	Art der Schallquellen	Major / All	Untergrenze EXPA (dB)	Rasterweite (m)	Region
RUE20B59MAJ	Straße	Major	59	20	Ballungsräume
RUE35B59MAJ	Straße	Major	59	35	Ballungsräume
RUE20B63ALL	Straße	All	63	20	Ballungsräume
RUE50C63ALL	Straße	All	63	50	Gesamtgebiet
RUE50C59MAJ	Straße	Major	59	50	Gesamtgebiet
RAI20B59ALL	Schiene	Major = ALL	59	20	Ballungsräume
RAI50C59ALL	Schiene	Major = ALL	59	50	Gesamtgebiet

Das UCA-Objekt wird sowohl als Rasterzelle als auch für die Gesamtfläche eines Hotspot Gebietes, d.h. in der „Wolkendarstellung“ (siehe Abbildung 7) der Hotspots genutzt.

Die Fläche einer Zelle wird deshalb in der nachfolgenden Tabelle als „Teilfläche“ bezeichnet.

**Tabelle 2 Attributbedeutung des UCA-Objektes**

Attributbezeichner	Inhalt
UCA	Bezeichnung der Rasterzelle als X Y Lage oder als Hotspot-Bezeichnung.
ID	Interner Ident-Schlüssel
RQ	<b>2:</b> Objekte in eine Polygonfläche
ELE	Interne Elementnummer
SRC	Quell-Typ: <b>CNO</b> (CNOSSOS Road) <b>CRA</b> (CNOSSOS Rail)
EW	Einwohner pro Teilfläche (Zelle) und Umgebung
EWC	Einwohner pro Teilfläche
EWA	Einwohner pro Teilfläche und Umgebung
EXPC	UCE <sub>den</sub> Exposition (Teilfläche)
EXPA	UCE <sub>den</sub> /ha Exposition (Teilfläche+Umgebung)
E45R	Einwohner (Teilfläche) L <sub>den</sub> >45dB
E50R	Einwohner (Teilfläche) L <sub>den</sub> >50dB
E55R	Einwohner (Teilfläche) L <sub>den</sub> >55dB
E60R	Einwohner (Teilfläche) L <sub>den</sub> >60dB
E65R	Einwohner (Teilfläche) L <sub>den</sub> >65dB
E70R	Einwohner (Teilfläche) L <sub>den</sub> >70dB
E75R	Einwohner (Teilfläche) L <sub>den</sub> >75dB
E45L	Einwohner (Teilfläche) L <sub>night</sub> >45dB
E50L	Einwohner (Teilfläche) L <sub>night</sub> >50dB
E55L	Einwohner (Teilfläche) L <sub>night</sub> >55dB
E60L	Einwohner (Teilfläche) L <sub>night</sub> >60dB
E65L	Einwohner (Teilfläche) L <sub>night</sub> >65dB
E70L	Einwohner (Teilfläche) L <sub>night</sub> >70dB

E75L	Einwohner (Teilfläche) $L_{\text{night}} > 75\text{dB}$
NEG	NEG Index, konstant pro Straße
TOID	Kennung des Hotspot Gebietes
BEM	Bemerkung
TEMP	Hilfsfeld
VAR	Variantengruppen (intern)

Gemeinde	Ballung	Region	Lage	Fläche(km2)	Einwohner	UCE_A_MAX	UCE-Sum	UCE-Sum/ha	Quelle
Esch/Alzette	B	ESCH_001	65810 630	0,1604	2127	92,83	100,22	6,2481	CR110
Luxembourg	B	LUXE_002	76310 732	0,1476	1979	92,61	101,2	6,8564	N4
Luxembourg	B	LUXE_003	76470 750	0,1944	1692	92,61	101,34	5,213	N4

Gemeinde	Region	LDEN 45	LDEN 50	LDEN 55	LDEN 60	LDEN 65	LDEN 70	LDEN 75
Esch/Alzette	ESCH_001	371	459	398	284	234	277	61
Luxembourg	LUXE_002	352	568	418	215	100	133	190
Luxembourg	LUXE_003	302	239	279	269	198	215	153
Luxembourg	LUXE_004	872	484	280	200	133	164	156

Gemeinde	Region	LNGT 45	LNGT 50	LNGT 55	LNGT 60	LNGT 65	LNGT 70	LNGT 75
Esch/Alzette	ESCH_001	411	314	275	299	76	6	0
Luxembourg	LUXE_002	539	276	97	120	220	1	0
Luxembourg	LUXE_003	263	285	208	206	165	1	0
Luxembourg	LUXE_004	282	222	137	160	160	0	0

Abbildung 2 Auszug aus CSV-Datei mit Auflistung der Hotspot Gebiete

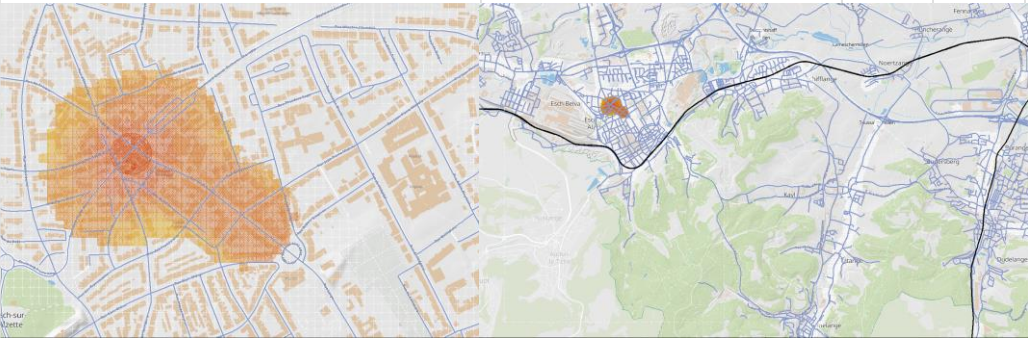
		
Commune de Esch/Alzette ( LUXEMBOURG / ESCH )		
background map retrieved from <a href="http://www.geoportail.lu">www.geoportail.lu</a>		
Zone prioritaire du bruit routier	ESCH_REG_001	
Bitmap	ESCH_REG_001_C.BMP	
Agglomeration Yes/No	Yes	
Total population	2127	
Total exposition UCEden	100,22	
Peak sliding average UCEden	92,83	
Indicator for population exposure	Lden	Lngt
Level class 45-50 (dB)	371	411
Level class 50-55 (dB)	459	314
Level class 55-60 (dB)	398	275
Level class 60-65 (dB)	284	299
Level class 65-70 (dB)	234	76
Level class 70-75 (dB)	277	6
Level class 75-80 (dB)	61	0
Sources in neighbourhood	Name	Indicative Receptor Level (dB)
Most significant road source	Rue de Belvaux	77,7
local road name	Rue de Belvaux	
Most significant rail source	S12	9,8
local rail name	LINIE_6F_R	
Date of analysis	20240611	
Exposed to other types of noise sources		

Abbildung 3 Exemplarische Darstellung eines Steckbriefes



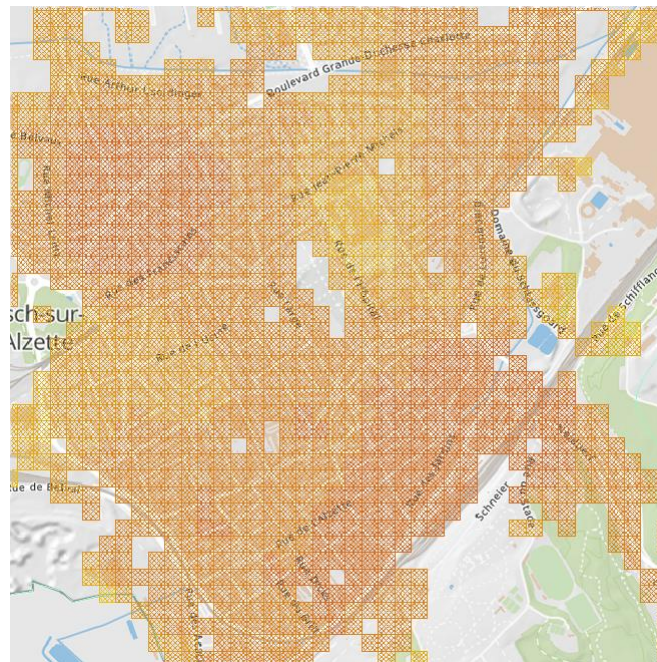


Abbildung 4 UCE<sub>den</sub>, Ausschnitt RUE50C63ALL: Alle Straße, 50 m Raster, EXP<sub>Amin</sub> 63 dB

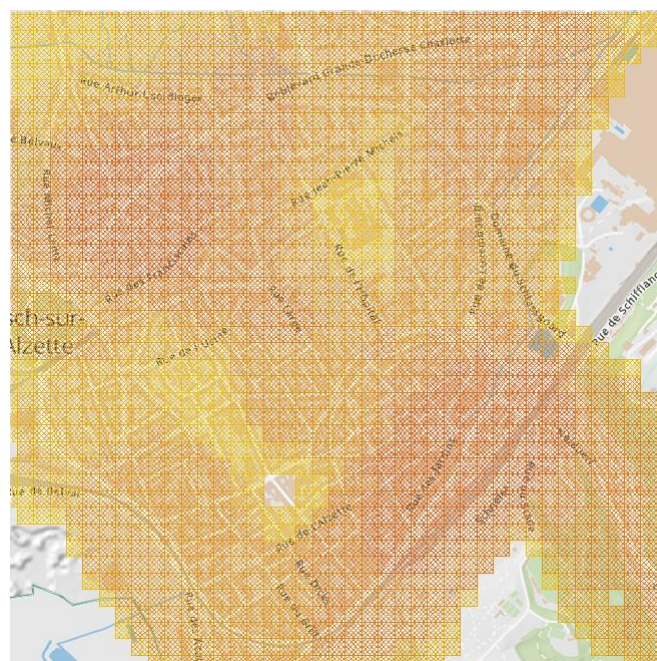
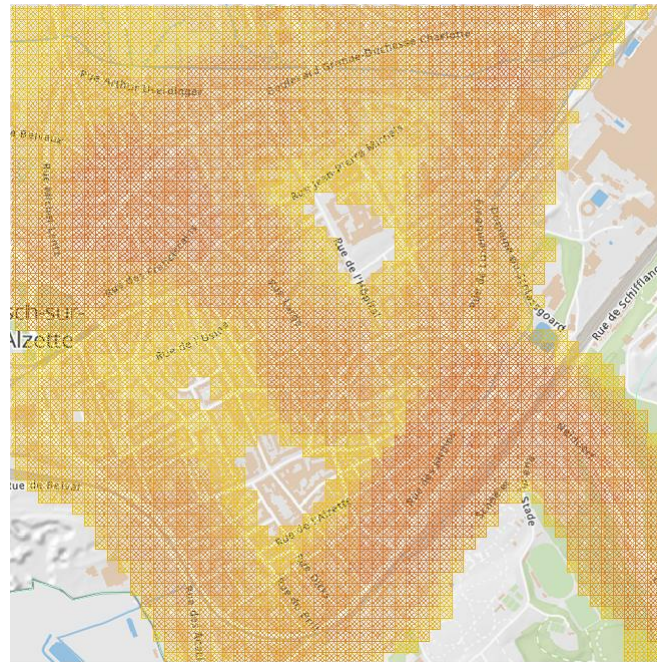
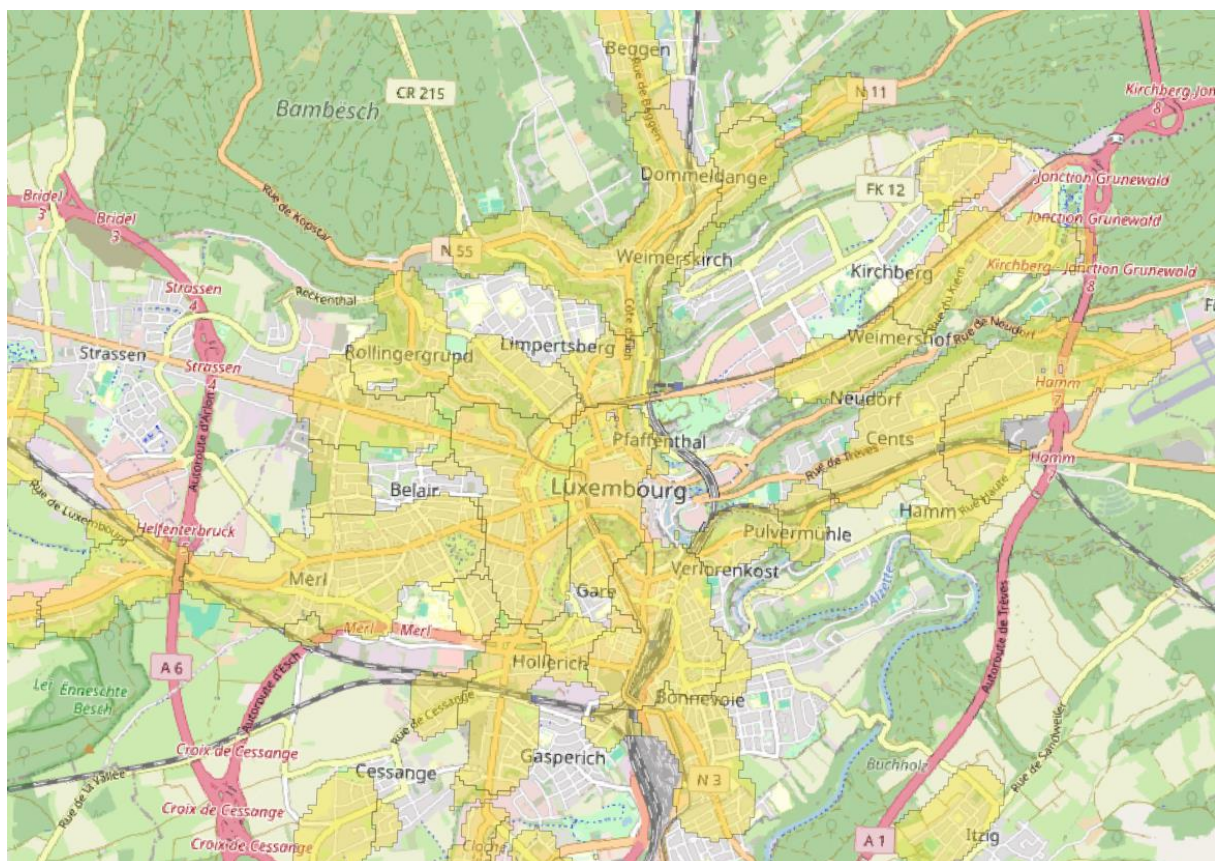


Abbildung 5 UCE<sub>den</sub>, Ausschnitt RUE50B59MAJ : Hauptstraßen, 50 m Raster, EXP<sub>Amin</sub> 59 dB



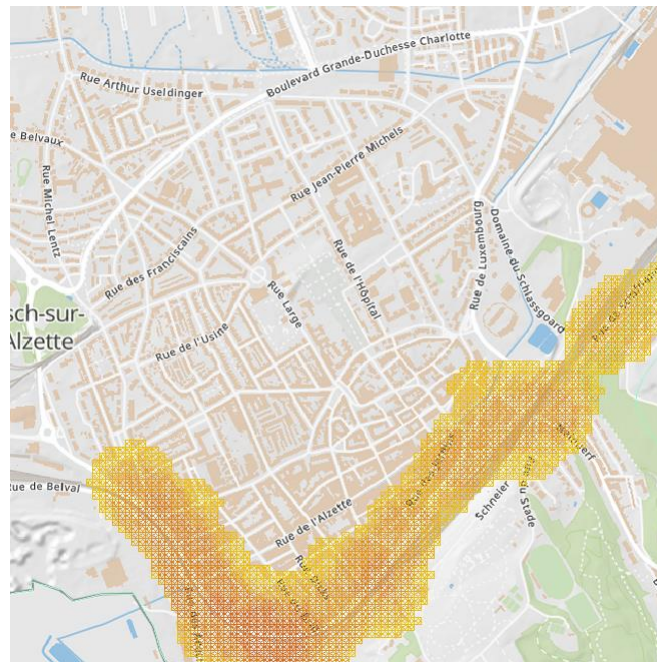


**Abbildung 6**  $U_{CE,den}$ , Ausschnitt RUE35B59MAJ: Hauptstraßen, 35 m Raster, EXPamin 59 dB

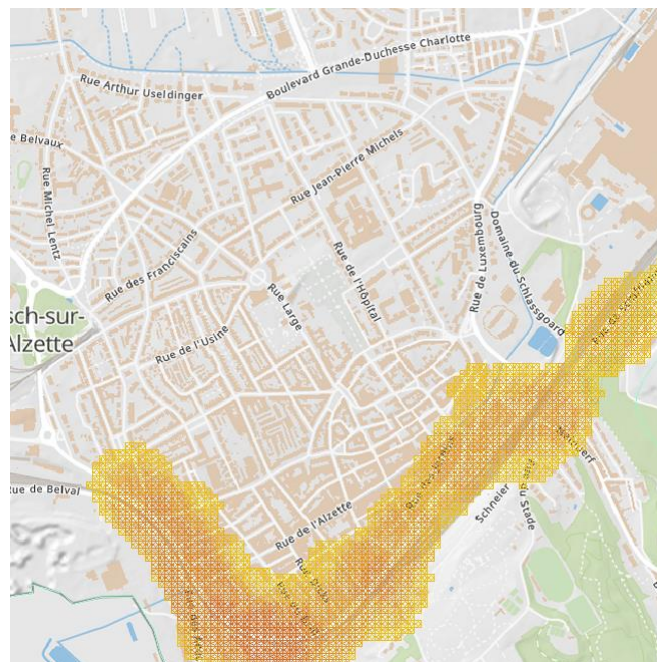


**Abbildung 7 Hotspot in der SHAPE Wolkendarstellung als Ausschnitt der Datei  
TOTAL\_HOTSPOT\_WOLKE\_ROAD\_B\_70\_59\_35\_MAJ\_AggLUX.SHP**





**Abbildung 8** UCEden, Ausschnitt RAI20B59ALL: Hauptschienenwege, 20 m Raster, EXPamin 59 dB



**Abbildung 9** UC Eden, Ausschnitt RAI50B59ALL: Hauptschienenwege, 50 m Raster, EXP Amin 59 dB

## Statistische Analysen der $UCE_{den}$ Werte Raster

Zunächst werden die Kenndaten der einzelnen UCA-Rasterzellen erhoben.

Danach erfolgt das Zusammenfassen von Rasterzellen zu einem Hotspot Gebiet.

Die Bestimmung des Gebietes auf Basis der UCA Rasterdaten umfasst die nachfolgend beschriebenen Schritte, wobei Suchvorgänge in der Umgebung einer ausgewählten Zelle immer mit der 5-fachen Zellweite als Suchradius vorgenommen werden.

1. Summenbildung für jede UCA-Zelle:

Für die Fläche der Zelle:

- a. Einwohnerzahl (EWC)
- b.  $UCE_{den}$  Wert (EXPC)
- c. Betroffene mit  $L_{den}$  in den Pegelklassen  $>45$ ,  $> 50$  bis  $>75$
- d. Betroffene mit  $L_{night}$  in den Pegelklassen  $>45$ ,  $> 50$  bis  $>65$

Für die Fläche der Zelle und ihrer Umgebung:

- e. Einwohnerzahl (EWA)
- f.  $UCE_{den}$  Wert (EXPA)

2. Erkennen der Kernzelle eines neuen Hotspot Gebietes durch Auffinden von bisher nicht zugeordneten Rasterzellen, die folgende Bedingung erfüllt:

- a.  $EXPA > EXP_{Amin}$

Dabei werden die Zellen in absteigender Folge der EXPA-Werte untersucht.

$EXP_{Amin}$  ist auf den Wert von 70 festgelegt worden, um die Anzahl der Hotspots auf ein handhabbares Maß zu beschränken.

Der EXPA-Wert der betrachteten Kernzelle wird als  $EXPA\_KERN$  registriert.

3. Bestimmen der unteren Relevanzgrenze für potenzielle weitere Kernzellen in der Umgebung des neuen Hotspot Gebietes, die noch derselben Zonen zuzuordnen sind.

Für den EXPA Wert der Zelle muss gelten:

1.  $EXPA > EXPA\_KERN - 5$
2.  $EXPA > EXP_{Amin}$

4. Suchen aller Rasterzellen mit  $EXPA > EXP_{Agrz}$ , die an die entstehende Zone angrenzen und nicht Teil eines bereits definierten Hotspots sind.

$EXP_{Agrz}$  ist auf den Wert von 65 festgelegt worden.

5. Bestimmen der zugeordneten Gemeinde anhand der Lage der ersten Kernzelle.

6. Zellen mit einem EXPA-Wert  $< EXP_{AEW}$  werden gelöscht, so dass sie in den Grafiken nicht mehr dargestellt werden.  $EXP_{AEW}$  ist auf den Wert von 59 festgelegt worden.

## Gegenüberstellung der UCEden Analyse für den Stand 2017 und 2022

Ein Vergleich der UCE<sub>den</sub> Kennwerte aus 2017 und 2022 soll die Veränderung der Lärmbelastung der Bevölkerung durch Straßen- bzw. Schienenlärm aufzeigen. Für jedes einzelne Hotspot Gebiet kann dabei die Ursache der Veränderung und auch die Tendenz unterschiedlich sein.

Individuelle Einflüsse sind dabei

- Die Entwicklung der Einwohnerzahlen für die einzelnen Gemeinden
- Die Einstufung von Gebäuden als Wohngebäude
- Das zugrundeliegende digitale Modell, bestehend aus Gelände, Gebäuden, Lärmschutzeinrichtungen sowie dem Straßen- und Schienennetz
- Die Ausweisung von zwei statt einem Agglomerationsgebiet, in dem jeweils sämtliche Straßen statt nur die Hauptverkehrsstraßen zu berücksichtigen sind

Darüber ergibt sich als maßgebliche Änderung für den Übergang von 2017 auf 2022 die Umstellung auf CNOSSOS als dem neuen Berechnungsverfahren für die Bestimmung von Schallemissionen und Schallimmissionen.

Die Untersuchungen RUE50C59MAJ und RAI50C59MAJ lt. **Tabelle 1** bieten einen Gesamtüberblick über die Belastungen, der mit dem erwähnten Vorbehalt mit Angaben aus 2017 verglichen wird.

**Tabelle 3 Anzahl Hotspot Regionen mit einem Gesamtwert des UCE<sub>den</sub> ab einem unteren Grenzwert**

Aspekt	Studie 2017	Studie 2022
UCE <sub>den</sub> > 90, Straße	57	81
UCE <sub>den</sub> > 85, Straße	118	116
UCE <sub>den</sub> > 90, Schiene	4	10
UCE <sub>den</sub> > 85, Schiene	20	23

Wegen der mannigfaltigen Unterschiede wird zum Vergleich lediglich auf die Summenwerte der Flächen und Einwohner über alle Hotspots zurückgegriffen.

Vergleichbar sind die Werte für das 50 m Raster. Für das 20 m Raster werden aus den Ergebnissen für 2022 nur die Werte für Gemeinden herangezogen, die auch in 2017 zur Agglomeration gehörten. Diese Werte (Tabelle 5) scheinen für den Straßenverkehr plausibel.

In Bezug auf Schienenverkehr ist die Erhöhung vielleicht durch die pauschaleren Verkehrsanahmen, i.B. mittlere Geschwindigkeiten in 2022 und Eingeschränkter Baustellenbetrieb in 2017, erklärbar.

Bei der landesweiten Betrachtung im 50 m Raster fällt ins Gewicht, dass sich die Flächen der Agglomerationen mehr als verdreifacht haben. Damit werden erheblich mehr Nebenstraßen berücksichtigt als in 2017, was sich in Tabelle 4 als deutliche Erhöhung der belasteten Flächen und Einwohner ausdrückt.

**Tabelle 4 Landesweite Summenwerte der Hotspot Flächen und der Einwohner auf Basis des 50 m Rasters**

	Studie 2017, Straße	Studie 2022, Straße	Studie 2017, Schiene	Studie 2022, Schiene
Fläche (km <sup>2</sup> )	39,58	95,98	6,63	13,06
Einwohner	218990	431416	20523	72089

**Tabelle 5 Summenwerte für AggloLux der Hotspot Flächen und der Einwohner auf Basis des 20 m Rasters**

	Studie 2017, Straße	Studie 2022, Straße	Studie 2017, Schiene	Studie 2022, Schiene
Fläche (km <sup>2</sup> )	14,41	16,5	0,7468	2,3
Einwohner	146016	157852	4147	22255

**Fokussierung auf einzelne Hotspot Gebiete**

Die landesweite Anzahl von erkannten Hotspot Gebieten ist hoch. Bezogen auf das 50 m Raster für „ALL Roads“ werden 219 Gebiete bestimmt. Bei Beschränkung auf das Hauptstraßennetz ergeben sich immerhin noch 163 Gebiete.

In den CSV-Dateien (\*V07.CSV) werden die Gebiete in der Reihenfolge ihrer Bestimmung angeordnet. Diese beginnt mit dem Gebieten mit der höchsten UCE\_A\_MAX-Wert.

Das heißt, die Kernzellen und ihre nähere Umgebung liefern die höchste mittlere UCEDen Belastung.

Die weiteren Gebiete werden für absteigende Werte von UCE\_A\_MAX“bestimmt, wobei sich der Index in der Hotspot-Bezeichnung jeweils um 1 erhöht.

Dieser Index liefert damit eine Möglichkeit der Fokussierung, die sich aus der erkannten Kernzelle ergibt.

Eine andere Fokussierung wird sich ergeben, wenn man sich auf Hotspot Gebiete mit einer hohen mittleren UCEDen Belastung für das gesamte Hotspot Gebiet bezieht, wie er in der CSV Spalte UCE-SUM/ha aufgelistet wird.

Die alleinige Fokussierung auf UCEDen lässt offen, ob wenige Personen hohen Immissionswerten oder viele Personen niedrigeren Immissionswerten ausgesetzt sind.

Alternativ dazu könnte man eine Priorisierung nach Anzahl Einwohner pro Hotspot vornehmen.

Eine Mischform, bei der z.B. das Produkt aus Einwohner und UCE-SUM/ha herangezogen wird, wäre auch denkbar.

In allen Fällen wird man nach einer entsprechenden Reihung an einem beliebig gewählten Schwellwert mit einer nicht anschaulichen Dimension die Liste der zu bearbeitenden Hotspots begrenzen wollen.

Um eine Anschaulichkeit herzustellen, könnte man sich z.B. auf die Prozentangaben der wesentlich gestörten Personen beziehen, wie sie sich aus dem WHO Verfahren ergeben.

Damit kann man sich durch Vorgabe eines maximal geduldeten %-Wertes nur den Gebieten widmen, die den Wert überschreiten und wird immer eine Gleichbehandlung aller Gebiete gewährleisten.

Um den Fokus auf die 20 bedeutendsten Hotspot-Gebiete zu legen, werden 2 Reihungen näher betrachtet. Diese nutzen entweder den UCE\_A\_MAX oder den UCE\_SUM-Wert.

UCE-SUM/ha ist als nicht geeignet erkannt wurde, da hierbei sehr kleinen Gebieten mit relevanter Einwohnerzahl durch die Skalierung auf 1 ha sehr große bzw. stark streuende Werte zugeordnet werden.



**Tabelle 6 Wichtigste Hotspots für 30% der Einwohner für UCE\_A\_MAX / UCE\_Sum (RUE35B59MAJ)**

RUE35B59MAJ			Fläche (km²)	Einwohner		30% Einwohner				Fläche (km²)	Einwohner		
Gesamtwerte aller Hotspots			37,5265	243655		73097							
Anteil der ersten 20 Hotspots			7,906	74299						8,2111	73154		
Anteil (%)			21,1	30,5						21,9	30,0		
sortiert nach	UCE_A_MAX						UCE_Sum						
Gemeinde	Ballung	Region	Fläche(km2)	Einwohner	Σ Einwohner	UCE_A_MAX	Gemeinde	Ballung	Region	Fläche(km2)	Einwohner	Σ Einwohner	UCE-Sum
Luxembourg	B	LUXE_001	0,9175	12542	12542	91,26	Luxembourg	B	LUXE_009	1,1613	11291	11291	105,29
Esch/Alzette	B	ESCH_002	0,4998	6631	19173	90,17	Luxembourg	B	LUXE_001	0,9175	12542	23833	105,09
Luxembourg	B	LUXE_003	0,4679	3697	22870	89,8	Luxembourg	B	LUXE_006	0,953	7244	31077	104,98
Luxembourg	B	LUXE_004	0,5917	6060	28930	89,69	Luxembourg	B	LUXE_012	0,9739	7547	38624	104,03
Esch/Alzette	B	ESCH_005	0,4875	4874	33804	89,27	Esch/Alzette	B	ESCH_002	0,4998	6631	45255	103,75
Luxembourg	B	LUXE_006	0,953	7244	41048	89,25	Luxembourg	B	LUXE_004	0,5917	6060	51315	102,81
Differdange	B	DIFF_007	0,343	4598	45646	88,55	Luxembourg	B	LUXE_003	0,4679	3697	55012	102,71
Differdange	B	DIFF_008	0,3834	3191	48837	88,03	Hesperange	B	HESP_032	1,3598	7521	62533	102,16
Luxembourg	B	LUXE_009	1,1613	11291	60128	87,95	Differdange	B	DIFF_008	0,3834	3191	65724	101,71
Kayl	B	KAYL_010	0,2156	1387	61515	87,82	Petange	B	PETA_018	0,9028	7430	73154	101,61
Esch/Alzette	B	ESCH_011	0,1384	894	62409	87,26							
Luxembourg	B	LUXE_012	0,9739	7547	69956	87,08							
Walferdange	B	WALF_013	0,3871	2078	72034	86,82							
Luxembourg	B	LUXE_014	0,3859	2265	74299	86,71							

**Tabelle 7 Wichtigste Hotspots für 30% der Einwohner für UCE\_A\_MAX / UCE\_Sum (RUE50C59MAJ)**

RUE50C59MAJ			Fläche (km²)	Einwohner		30% Einwohner				Fläche (km²)	Einwohner		
Gesamtwerte aller Hotspots			68,07	318640		95592							
Anteil der ersten 20 Hotspots			12,0925	98488						13,4575	99921		
Anteil (%)			17,8	30,9						19,8	31,4		
sortiert nach	UCE_A_MAX						UCE_Sum						
Gemeinde	Ballung	Region	Fläche(km2)	Einwohner	Σ Einwohner	UCE_A_MAX	Gemeinde	Ballung	Region	Fläche(km2)	Einwohner	Σ Einwohner	UCE-Sum
Luxembourg	B	LUXE_001	2,295	24925	24925	88,95	Luxembourg	B	LUXE_003	4,235	33208	33208	109,92
Esch/Alzette	B	ESCH_002	0,8	9154	34079	88,54	Luxembourg	B	LUXE_001	2,295	24925	58133	107,59
Luxembourg	B	LUXE_003	4,235	33208	67287	87,88	Luxembourg	B	LUXE_010	2,795	15881	74014	106,67
Esch/Alzette	B	ESCH_004	0,8625	7045	74332	87,03	Luxembourg	B	LUXE_011	2,265	10816	84830	104,73
Diekirch	L	DIEK_005	0,725	3781	78113	86,83	Esch/Alzette	B	ESCH_002	0,8	9154	93984	104,15
Differdange	B	DIFF_006	0,6225	6520	84633	86,56	Ettelbruck	L	ETTE_007	1,0675	5937	99921	103,13
Ettelbruck	L	ETTE_007	1,0675	5937	90570	86,08							
Differdange	B	DIFF_008	0,605	3797	94367	85,8							
Kayl	B	KAYL_009	0,88	4121	98488	85,23							

**Tabelle 8 Wichtigste Hotspots für 30% der Einwohner für UCE\_A\_MAX / UCE\_Sum (RAI50C59ALL)**

RAI50C59ALL			Fläche (km²)	Einwohner		30% Einwohner				Fläche (km²)	Einwohner		
Gesamtwerte aller Hotspots			13,0675	72089		21627							
Anteil der ersten 20 Hotspots			2,83	24458						4,0575	30436		
Anteil (%)			21,7	33,9						31,1	42,2		
sortiert nach	UCE_A_MAX						UCE_Sum						
Gemeinde	Ballung	Region	Fläche(km2)	Einwohner	Σ Einwohner	UCE_A_MAX	Gemeinde	Ballung	Region	Fläche(km2)	Einwohner	Σ Einwohner	UCE-Sum
Esch/Alzette	B	ESCH_001	0,585	6487	6487	82,21	Esch/Alzette	B	ESCH_001	0,585	6487	6487	96,41
Differdange	B	DIFF_010	1,19	7483	13970	78,07	Walferdange	B	WALF_015	0,6725	2195	8682	93,19
Luxembourg	B	LUXE_005	1,055	10488	24458	77,68	Petange	B	PETA_002	0,555	3783	12465	92,44
							Differdange	B	DIFF_010	1,19	7483	19948	92,31
							Luxembourg	B	LUXE_005	1,055	10488	30436	92,06

## Graphische Ausgaben der Untersuchungsergebnisse in SHAPE Dateien

Im Rahmen der Studie sind fallbezogene Ergebnisdaten in unterschiedlichen Formaten entstanden, die dem Auftraggeber übergeben werden.

### 1. UCA-Rasterdaten mit Anzahl belasteter Einwohner und UCE<sub>den</sub> Werten

bezogen auf die Rasterzelle und auf die Umgebung

- a. TOTAL\_HOTSPOT\_ZONE\_ROAD\_B\_70\_59\_20\_MAJ\_AggLUX.shp
- b. TOTAL\_HOTSPOT\_ZONE\_ROAD\_B\_70\_59\_20\_MAJ\_AggSUD.shp
- c. TOTAL\_HOTSPOT\_ZONE\_ROAD\_B\_70\_59\_35\_MAJ\_AggLUX.shp
- d. TOTAL\_HOTSPOT\_ZONE\_ROAD\_B\_70\_59\_35\_MAJ\_AggSUD.shp
- e. TOTAL\_HOTSPOT\_ZONE\_ROAD\_B\_74\_63\_20\_ALL\_AggLUX.shp
- f. TOTAL\_HOTSPOT\_ZONE\_ROAD\_B\_74\_63\_20\_ALL\_AggSUD.shp
- g. TOTAL\_HOTSPOT\_ZONE\_ROAD\_C\_70\_59\_50\_MAJ\_AggLUX.shp
- h. TOTAL\_HOTSPOT\_ZONE\_ROAD\_C\_70\_59\_50\_MAJ\_AggSUD.shp
- i. TOTAL\_HOTSPOT\_ZONE\_ROAD\_C\_70\_59\_50\_MAJ\_NATIO.shp
- j. TOTAL\_HOTSPOT\_ZONE\_ROAD\_C\_74\_63\_50\_ALL\_AggLUX.shp
- k. TOTAL\_HOTSPOT\_ZONE\_ROAD\_C\_74\_63\_50\_ALL\_AggSUD.shp
- l. TOTAL\_HOTSPOT\_ZONE\_ROAD\_C\_74\_63\_50\_ALL\_NATIO.shp
- m. TOTAL\_HOTSPOT\_ZONE\_RAI\_B\_70\_59\_20\_ALL\_AggLUX.shp
- n. TOTAL\_HOTSPOT\_ZONE\_RAI\_B\_70\_59\_20\_ALL\_AggSUD.shp
- o. TOTAL\_HOTSPOT\_ZONE\_RAI\_C\_70\_59\_50\_ALL\_AggLUX.shp
- p. TOTAL\_HOTSPOT\_ZONE\_RAI\_C\_70\_59\_50\_ALL\_AggNatio.shp
- q. TOTAL\_HOTSPOT\_ZONE\_RAI\_C\_70\_59\_50\_ALL\_AggSUD.shp

### 2. Wolken um Hotspot Gebiete mit relevanter Belastung

- a. TOTAL\_HOTSPOT\_WOLKE\_ROAD\_B\_70\_59\_20\_MAJ\_AggLUX.shp
- b. TOTAL\_HOTSPOT\_WOLKE\_ROAD\_B\_70\_59\_20\_MAJ\_AggSUD.shp
- c. TOTAL\_HOTSPOT\_WOLKE\_ROAD\_B\_70\_59\_35\_MAJ\_AggLUX.shp
- d. TOTAL\_HOTSPOT\_WOLKE\_ROAD\_B\_70\_59\_35\_MAJ\_AggSUD.shp
- e. TOTAL\_HOTSPOT\_WOLKE\_ROAD\_B\_74\_63\_20\_ALL\_AggLUX.shp
- f. TOTAL\_HOTSPOT\_WOLKE\_ROAD\_B\_74\_63\_20\_ALL\_AggSUD.shp
- g. TOTAL\_HOTSPOT\_WOLKE\_ROAD\_C\_70\_59\_50\_MAJ\_AggLUX.shp
- h. TOTAL\_HOTSPOT\_WOLKE\_ROAD\_C\_70\_59\_50\_MAJ\_AggSUD.shp
- i. TOTAL\_HOTSPOT\_WOLKE\_ROAD\_C\_70\_59\_50\_MAJ\_NATIO.shp
- j. TOTAL\_HOTSPOT\_WOLKE\_ROAD\_C\_74\_63\_50\_ALL\_AggLUX.shp
- k. TOTAL\_HOTSPOT\_WOLKE\_ROAD\_C\_74\_63\_50\_ALL\_AggSUD.shp
- l. TOTAL\_HOTSPOT\_WOLKE\_ROAD\_C\_74\_63\_50\_ALL\_NATIO.shp
- m. TOTAL\_HOTSPOT\_WOLKE\_RAI\_B\_70\_59\_20\_ALL\_AggLUX.shp
- n. TOTAL\_HOTSPOT\_WOLKE\_RAI\_B\_70\_59\_20\_ALL\_AggSUD.shp
- o. TOTAL\_HOTSPOT\_WOLKE\_RAI\_C\_70\_59\_50\_ALL\_AggLUX.shp
- p. TOTAL\_HOTSPOT\_WOLKE\_RAI\_C\_70\_59\_50\_ALL\_AggNatio.shp
- q. TOTAL\_HOTSPOT\_WOLKE\_RAI\_C\_70\_59\_50\_ALL\_AggSUD.shp

## 3. Hotspot Kennzeichnung der Kernzellen

- a. TOTAL\_HOTSPOT\_KERN\_ROAD\_B\_70\_59\_20\_MAJ\_AggLUX.shp
- b. TOTAL\_HOTSPOT\_KERN\_ROAD\_B\_70\_59\_20\_MAJ\_AggSud.shp
- c. TOTAL\_HOTSPOT\_KERN\_ROAD\_B\_70\_59\_35\_MAJ\_AggLUX.shp
- d. TOTAL\_HOTSPOT\_KERN\_ROAD\_B\_70\_59\_35\_MAJ\_AggSud.shp
- e. TOTAL\_HOTSPOT\_KERN\_ROAD\_B\_74\_63\_20\_ALL\_AggLUX.shp
- f. TOTAL\_HOTSPOT\_KERN\_ROAD\_B\_74\_63\_20\_ALL\_AggSud.shp
- g. TOTAL\_HOTSPOT\_KERN\_ROAD\_C\_70\_59\_50\_MAJ\_AggLUX.shp
- h. TOTAL\_HOTSPOT\_KERN\_ROAD\_C\_70\_59\_50\_MAJ\_AggSud.shp
- i. TOTAL\_HOTSPOT\_KERN\_ROAD\_C\_70\_59\_50\_MAJ\_NATIO.shp
- j. TOTAL\_HOTSPOT\_KERN\_ROAD\_C\_74\_63\_50\_ALL\_AggLUX.shp
- k. TOTAL\_HOTSPOT\_KERN\_ROAD\_C\_74\_63\_50\_ALL\_AggSud.shp
- l. TOTAL\_HOTSPOT\_KERN\_ROAD\_C\_74\_63\_50\_ALL\_NATIO.shp
- m. TOTAL\_HOTSPOT\_KERN\_RAI\_B\_70\_59\_20\_ALL\_AggLUX.shp
- n. TOTAL\_HOTSPOT\_KERN\_RAI\_B\_70\_59\_20\_ALL\_AggSud.shp
- o. TOTAL\_HOTSPOT\_KERN\_RAI\_C\_70\_59\_50\_ALL\_AggLUX.shp
- p. TOTAL\_HOTSPOT\_KERN\_RAI\_C\_70\_59\_50\_ALL\_AggNATIO.shp
- q. TOTAL\_HOTSPOT\_KERN\_RAI\_C\_70\_59\_50\_ALL\_AggSud.shp

## 4. Listen der Hotspot-Gebiete als CSV-Dateien

- a. TOTAL\_SCAN\_RUE\_B\_70\_59\_20\_MAJ\_V07.CSV
- b. TOTAL\_SCAN\_RUE\_B\_74\_63\_20\_ALL\_V07.CSV
- c. TOTAL\_SCAN\_RUE\_B\_70\_59\_35\_MAJ\_V07.CSV
- d. TOTAL\_SCAN\_RUE\_C\_70\_59\_50\_MAJ\_V07.CSV
- e. TOTAL\_SCAN\_RUE\_C\_74\_63\_50\_ALL\_V07.CSV
- f. TOTAL\_SCAN\_RAI\_B\_70\_59\_20\_ALL\_V07.CSV
- g. TOTAL\_SCAN\_RAI\_C\_70\_59\_50\_ALL\_V07.CSV

5. Steckbriefe zu den einzelnen Hotspot-Gebieten als XLSX-Dateien  
(insgesamt Dateien als \*.7z ausgeliefert)

Dateien mit Kennung z.B.

- |                                   |             |
|-----------------------------------|-------------|
| a. RUE20B59MAJ\LUXE_REG_002.xlsx, | 371 Dateien |
| b. RUE20B63ALL\LUXE_REG_002.xlsx, | 427 Dateien |
| c. RUE35B59MAJ\LUXE_REG_001.xlsx, | 162 Dateien |
| d. RUE50C59MAJ\BEBG_REG_016.xlsx, | 163 Dateien |
| e. RUE50C63ALL\LUXE_REG_002.xlsx, | 215 Dateien |
| f. RAI20B59ALL\LUXE_REG_004.xlsx, | 86 Dateien  |
| g. RAI50C59ALL\LUXE_REG_005.xlsx, | 32 Dateien  |

## Zusammenfassung

Die in 2012 erstmalig angewandte Methode zur Bestimmung von Zonen mit einem hohen Grad der Betroffenheit der Bevölkerung (Hotspots) durch Straßen- bzw. Schienenlärm, seinerzeit als „Zone Priorité de Bruit“ (ZPDB) bezeichnet, konnte in der Vergangenheit für die Lärmaktionsplanung genutzt werden. Das Verfahren wird deshalb in 2022 auf die im Rahmen der EU-Umgebungslärmkartierung ermittelten Fassadenpegel und anteilige Anzahl betroffener Einwohner erneut mit geringen Modifikationen angewendet. Ausgewertet wird der Indikator  $UCE_{den}$ .

Die Grenzen einer Vergleichbarkeit der Ergebnisse in 2017 und 2022 werden in Bericht aufgezeigt. Sie liegen weniger in der Aktualisierung des Datenmodells als in dem neu anzuwendenden Berechnungsverfahren (CNOSSOS), der neuen Zuweisung von Gemeinden zu Agglomerationen und den unterschiedlichen pauschalen Ansätzen der Verkehrsmengen für untergeordnete Straßen.