

# Abschlussbericht Umgebungsärmkartierung Hessen 2017



## Impressum

### Abschlussbericht Umgebungslärmkartierung Hessen 2017

Bearbeiter: Katja Hammer, Lukas Herok von Garnier, Dr. Matthias Lochmann, Norbert van der Pütten,  
Matthias Weiß

Herausgeber:  
Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie  
Dezernat I4 „Lärm, Erschütterungen, elektromagnetische Felder“  
Rheingaustraße 186, 65203 Wiesbaden

Tel.: 0611/6939-0  
Fax: 0611/6939-555  
E-Mail: [umgebungslaerm@hlnug.hessen.de](mailto:umgebungslaerm@hlnug.hessen.de)

**[www.hlnug.de](http://www.hlnug.de)**

Stand: Juni 2018

Nachdruck – auch auszugsweise – nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers.

# Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	5
<b>1 Einleitung</b> .....	7
1.1 Rechtsgrundlagen .....	8
1.2 Zuständigkeiten .....	9
1.3 Beteiligung der Kommunen .....	10
1.4 Web-Service Lärm — ODEN .....	11
1.5 Untersuchungsraum .....	12
<b>2 Eingangsdaten</b> .....	14
2.1 Straßenverkehr .....	14
2.2 Schienenverkehr .....	19
2.3 Flugverkehr .....	23
2.4 Industrieanlagen .....	27
2.5 Gelände .....	28
2.6 Gebäude .....	29
2.6.1 Hausumringe mit der Einwohneranzahl .....	29
2.6.2 Gebäudehöhe .....	30
2.6.3 Schulen und Krankenhäuser .....	31
2.7 Schallschutzeinrichtungen .....	31
<b>3 Berechnung</b> .....	32
3.1 Berechnungsverfahren .....	32
3.2 Verwendete Software .....	33
3.3 Berechnungsparameter .....	33
<b>4 Qualitätssicherung</b> .....	34
4.1 Eingangsdaten .....	34
4.1.1 Straßen-, Schienen- und Industrielärm .....	34
4.1.2 Fluglärm .....	35
4.2 Berechnungsmethoden .....	36
4.3 Ergebnisprüfung .....	37
<b>5 Ergebnisse</b> .....	38
5.1 Lärmkarten .....	38
5.2 Belastetenstatistik .....	38
5.3 Ergebnisdiskussion .....	39
5.3.1 Straße .....	40
5.3.2 Fluglärm .....	41
<b>Anhang</b> .....	54

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Ballungsräume in Hessen nach der EU-Umgebungslärm-Richtlinie .....	13
Abb. 2: Straßennetz mit Verkehrsmengen des Verkehrsmodells für die Umgebungslärmkartierung 2017 .....	15
Abb. 3: Komponenten des Verkehrsmodells .....	16
Abb. 4: Häufigkeitsverteilung der Abweichungen zwischen den Daten der SVZ 2010 und des Verkehrsmodell .....	18
Abb. 5: Auswirkungen auf die resultierenden Immissionspegel bei sich änderndem DTV-Wert und sonst gleichen Parametern .....	18
Abb. 6: Schienenverkehrswege in Darmstadt und Umgebung .....	20
Abb. 7: Schienenverkehrswege in Frankfurt am Main, Offenbach am Main und Umgebung .....	21
Abb. 8: Schienenverkehrswege in Kassel und Umgebung .....	22
Abb. 9: Streckenmodell des VBUF-DES 2016. Blaue Linien Stellen die Anflug-, rote Linien die Abflugstrecken dar. Datengrundlage: Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation; Geofachdaten: © Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie – alle Rechte vorbehalten .....	24
Abb. 10: Dichtefunktion wie in der VBUF dargestellt. Hier ist auf der x-Achse $\sigma$ aufgetragen. Achtung: in dieser Graphik landen die Flugzeuge von rechts nach links. Hier entspricht $\sigma_0$ dem Einfädelbeginn und $\sigma_e$ dem Einfädelende. ....	26
Abb. 11: Illustration der Anflugstreckenhöhe als Funktion der Bogenlänge $\sigma'$ . Die rote Linie stellt das Höhenprofil gemäß AzB08 dar. Der Einfädelbereich und die Werte EINFEB für Einfädelende und EINFEB für Einfädelbeginn zur Verwendung gemäß VBUF sind ebenfalls eingezeichnet. Achtung: der Wert von $\sigma'$ nimmt von rechts nach links zu, die Flugzeuge landen aber in dieser Darstellung von links nach rechts. Weitere Beschreibung siehe Text. ....	27
Abb. 12: Ausschnitt aus dem Geländemodell der Umgebungslärmkartierung 2017 .....	28
Abb. 13: Ausschnitt aus dem Gebäudemodell in der 3D-Ansicht von ODEN .....	30
Abb. 14: Flugbewegungszahlen am Flughafen Frankfurt (Main), wie sie in den VBUF-DESen zur Umgebungslärmkartierung berücksichtigt wurden; nur der Wert „real 2012“ wurde in keinem VBUF-DES berücksichtigt. ....	42
Abb. 15: Flugbewegungszahlen nachts am Flughafen Frankfurt (Main), wie sie in den VBUF-DESen zur Umgebungslärmkartierung berücksichtigt wurden; der Wert „real 2012“ wurde in keinem VBUF-DES berücksichtigt. ....	43
Abb. 16: $L_{DEN}$ Konturen im Bereich der NW-Abflugstrecken, berechnet nach Prognose-DES 2012 und DES 2016. Die beiden äußeren Konturen stellen 55 dB(A), die innere 60 dB(A) dar. Datengrundlage: Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation; Geofachdaten: © Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie – alle Rechte vorbehalten ....	46
Abb. 17: $L_{Night}$ Konturen im Bereich der NW-Abflugstrecken, berechnet nach DES 2012 und DES 2016. Die beiden äußeren Konturen stellen 45 dB(A), die inneren jeweils 50 dB(A) dar. Datengrundlage: Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation; Geofachdaten: © Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie – alle Rechte vorbehalten ....	46
Abb. 18: $L_{DEN}$ Konturen im Bereich der Südumfliegung, berechnet nach Prognose-DES 2012 und DES 2016. Die beiden äußeren Konturen stellen 55 dB(A), die innere 60 dB(A) dar. Datengrundlage: Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation; Geofachdaten: © Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie – alle Rechte vorbehalten ....	49
Abb. 19: $L_{Night}$ Konturen im Bereich der Südumfliegung, berechnet nach DES 2012 und DES 2016. Die beiden äußeren Konturen stellen 45 dB(A), die inneren jeweils 50 dB(A) dar. Datengrundlage: Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation; Geofachdaten: © Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie – alle Rechte vorbehalten ....	50
Abb. 20: Verschiebung der $L_{DEN}$ -Konturen der Abflugstrecke in Richtung Amtix. An den roten Kreuzen befinden sich Messpunkte von Fraport. Datengrundlage: Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation; Geofachdaten: © Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie – alle Rechte vorbehalten .....	51
Abb. 21: Routen im Bereich Weiterstadt. In blau sind die Routen des DES 2012 und rot die Routen aus dem DES 2016 dargestellt. Die Messpunkte der Fraport AG sind als schwarz-weiße Kreise eingezeichnet. ....	52

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Die Kriterien und deren stufenweise Umsetzung der EU-Umgebungslärmrichtlinie .....	9
Tab. 2: Zuständigkeiten für die Lärmkartierung von Schienenwegen in Hessen .....	10
Tab. 3: Beschreibung der fünf hessischen Ballungsräume und Hessen .....	12
Tab. 4: Länge der Straßen aus dem landesweiten Verkehrsmodell in Abhängigkeit vom DTV <sub>5</sub> -Wert und der Straßengattung .....	17
Tab. 5: Kartierte Längen der Schienenverkehrswege im Rechenmodell .....	19
Tab. 6: Anteil der Flugbewegungen im 07-(Ost-)betrieb der hier diskutierten Zeiträume. 6 v. M. bedeutet 6 verkehrsreichste Monate und betreffen in der Regel das Sommerhalbjahr. In der Spalte VBUF-DES stehen die für die Kartierung zugrunde gelegten Verteilungen. ....	24
Tab. 7: Anzahl von Hausumringen sowie Punkten von Schulen und Krankenhäusern in Hessen .....	31
Tab. 8: Vergleich der Flugbewegungszahlen des Jahres 2016 aus drei verschiedenen Quellen. (Erläuterung siehe Text)	36
Tab. 9: Auswertung zur Qualitätssicherung .....	37
Tab. 10: Vergleich der kartierten Straßenabschnitte 2012 und 2017 (EU-Kartierung) .....	41
Tab. 11: An- und Abflugzahlen im Prognose-DES 2012, eingeteilt in Flugzeugklassen und Tag, Abend und Nacht (Die Gesamtzahl wurde um ca. 5 % überschätzt) .....	44
Tab. 12: An- und Abflugzahlen im DES 2016, eingeteilt in Flugzeugklassen und Tag, Abend und Nacht .....	44
Tab. 13: Vergleich der An- und Abflugzahlen im zwischen DES 2016 und Prognose DES 2012, eingeteilt in Flugzeugklassen und Tag, Abend und Nacht. Rot bedeutet Rückgang der Zahlen, grün Zunahme. Die Änderung der Pegel ist jeweils für jede einzelne Klasse aus der relativen Änderung $\Delta L = 10 \cdot \log(\text{Quotient})$ berechnet (Zu beachten: die Prognose 2012 war um etwa 5 % überschätzt.) .....	45
Tab. 14: Belegung nach Flugzeugklassen der NW-Abflugstrecken im DES 2016 und im Vergleich im Prognose DES 2012. Zur besseren Lesbarkeit sind bei den Differenzen Steigerungen grün und Rückgänge rot gekennzeichnet. ....	47
Tab. 15: Belegung nach Flugzeugklassen der Südumfliegung im DES 2016 und im Vergleich im Prognose DES 2012. Zur besseren Lesbarkeit sind bei den Differenzen Steigerungen grün und Rückgänge rot gekennzeichnet. ....	48

## Abkürzungsverzeichnis

AEG	Allgemeines Eisenbahngesetz
ALKIS	Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem
ATKIS	Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem
AzB	Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen
AzD	Anleitung zur Datenerfassung über Flugbetrieb
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BImSchV	Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
CadnaA	Computer Aided Noise Abatement (Software zur Berechnung von Schallimmissionen)
dB(A)	A-gewichteter Schalldruckpegel. Durch die A-Bewertung wird die frequenzabhängige Empfindlichkeit des menschlichen Gehörs berücksichtigt
DES	Datenerfassungssystem (für den Flugverkehr)
DGM	Digitales Geländemodell
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
DTV	Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke in [Kfz/24h]
EBA	Eisenbahn-Bundesamt
EdB	Eisenbahnen des Bundes
EU	Europäische Union
FANOMOS	Flugspuraufzeichnungssystem
FlugLSV	Flugplatz-Schallschutzmaßnahmenverordnung
GIS	Geografisches Informationssystem
HLBG	Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation
HLNUG	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie
HSL	Hessisches Statistisches Landesamt
IED-Anlagen	Industrieanlagen, die der Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Dezember 2010 über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung) unterliegen; diese hat die IVU-Richtlinie ersetzt
ISO	International Organization for Standardization
Kfz	Kraftfahrzeug
L <sub>DEN</sub>	Maß für die ganztägige Lärmbelastung über 24 Stunden bei dem hohe Pegel in den Abend- und Nachtstunden stärker gewichtet werden als in den Tagstunden
LimA	Software zur Berechnung von Schallimmissionen
Lkw	Lastkraftwagen
L <sub>Night</sub>	Maß für die durchschnittliche Lärmbelastung in der Nacht (22:00 - 6:00 Uhr)
LoD1	Level of Detail 1 – 3D-Gebäudemodell
LW	Schalleistungspegel in dB(A)
NE-Bahnen	Nichtbundeseigene Eisenbahnen
NORAH	Noise-related annoyance, cognition and health
ODEN	Online pollution modelling day evening night
PBefG	Personenbeförderungsgesetz
Pkw	Personenkraftwagen
SIG	Stapelfeldt Ingenieurgesellschaft mbH
SVZ	Bundesweite Straßenverkehrszählung, herausgegeben von Hessen Mobil
UBA	Umweltbundesamt
ULK	Umgebungslärmkartierung
ULR	Umgebungslärmrichtlinie
VBEB	Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm
VBUF	Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Flugplätzen
VBUI	Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm durch Industrie und Gewerbe
VBUS	Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Straßen
VBUSch	Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Schienenwegen
ZEB	Zustandserfassung und -bewertung

## 1 Einleitung

Das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) ist in Hessen für die regelmäßige Kartierung des Umgebungslärms nach der EU-Umgebungslärm-Richtlinie<sup>1</sup> zuständig. Nach den ersten beiden Kartierungen in den Jahren 2007 und 2012 werden mit dem vorliegenden Bericht die Durchführung und die Ergebnisse der dritten Runde der Lärmkartierung für 2017 vorgestellt.

Die Lärmkartierungsergebnisse bilden die wesentliche Grundlage für die anschließende Lärmaktionsplanung, für die in Hessen die Regierungspräsidien Darmstadt, Gießen und Kassel zuständig sind. Die Lärmaktionsplanung ist nicht Gegenstand dieses Berichtes. Darüber hinaus dient dieser Bericht zur Unterrichtung der Öffentlichkeit.

Das kartierungspflichtige Gebiet umfasst alle Bereiche Hessens, die relevante Lärmbelastungen aufweisen. Je nach Emissionsart liegen gesonderte Kriterien vor, die darüber entscheiden, ob eine Lärmquelle im Berechnungsmodell zu berücksichtigen ist oder nicht. Für den Straßenverkehr liegt das Kriterium z. B. bei „mehr als 3 Millionen Kfz pro Jahr“ außerhalb von Ballungsräumen (DTV-Schwellenwert).

Im Rahmen der Umgebungslärmkartierung 2017 werden vom HLNUG zwei Kartierungen durchgeführt. Für die Ermittlung der lärmbelasteten Menschen (Belastetenstatistik) und für die daran anschließende EU Berichterstattung ist es erforderlich, die Lärmbelastungen durch Umgebungslärm auf der Grundlage der Schwellenwerte der EU-Umgebungslärmrichtlinie zu kartieren, um vergleichbare Ergebnisse gegenüber den letzten beiden Kar-

tierungen zu erlangen. Daher wird in einem ersten Schritt zunächst eine landesweite Kartierung unter Berücksichtigung der Schwellenwerte durchgeführt.

In einem zweiten Schritt wird eine weitere Berechnung für die Hauptverkehrsstraßen ohne diese Schwellenwerte durchgeführt und somit alle Straßen mit vorhandenen Daten der durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärke (DTV) berücksichtigt. Dadurch werden die Gebiete außerhalb der fünf hessischen Ballungsräume mit mehr als 100.000 Einwohnern (Darmstadt, Frankfurt am Main, Kassel, Offenbach am Main und Wiesbaden) hinsichtlich des Straßenverkehrs in der gleichen Detailtiefe untersucht wie die Ballungsräume.

Der Flughafen Frankfurt wird als einziger Großflughafen (mehr als 50.000 Flugbewegungen pro Jahr) in Hessen untersucht.

Alle in diesem Bericht dargestellten Ergebnisse der Umgebungslärmkartierung 2017 beziehen sich immer auf die Ergebnisse unter Berücksichtigung der EU-Vorgaben. Neben der Veröffentlichung der wesentlichen Ergebnisse in diesem Bericht erfolgt auch eine Veröffentlichung der Detailergebnisse im Lärmviewer Hessen<sup>2</sup>. Die darüber hinaus gehenden Kartierungsergebnisse für die Hauptverkehrsstraßen und die Schienenverkehrswege außerhalb der Ballungsräume werden ebenfalls im Lärmviewer Hessen veröffentlicht. Diese Ergebnisse werden dort mit der Bezeichnung PLUS gekennzeichnet. Aufgrund der relativ langen Rechenzeiten werden die PLUS-Ergebnisse deutlich später und nach den offiziellen Ergebnissen der Umgebungslärmkartierung 2017 veröffentlicht.

---

1 RICHTLINIE 2002/49/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 25. Juni 2002 über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, L 189/12, 18.7.2002 Gesetzes vom 18. Juli 2017 (BGBl. I S. 2771) geändert worden ist

2 <http://Laerm.hessen.de>

## 1.1 Rechtsgrundlagen

Der rechtliche Rahmen für die Umgebungslärmkartierung wird durch die Richtlinie 2002/49/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Juni 2002 über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm (Umgebungslärmrichtlinie, ULR), die am 18. Juli 2002 in Kraft getreten ist, vorgegeben.

Das übergeordnete Ziel dieser Richtlinie ist die Gewährleistung eines hohen Gesundheits- und Umweltschutzniveaus als Teil der Gemeinschaftspolitik, wobei eines der Ziele im Lärmschutz besteht.

Die Umsetzung dieses Zieles erfolgt im Wesentlichen durch die regelmäßige Ermittlung der Belastungen mit Hilfe einer strategischen Umgebungslärmkartierung sowie durch eine darauf aufbauende Verminderung und Vorbeugung von Lärmbelastungen mittels Lärmaktionsplanung.

Darüber hinaus spielen die Information der Öffentlichkeit über Lärmbelastungen wie auch die Beteiligung der Öffentlichkeit bei der Aufstellung der Lärmaktionspläne wichtige Rollen im Konzept der Umgebungslärmrichtlinie.

Die ULR wurde durch die Aufnahme der §§ 47 a - f in das Bundes-Immissionsschutzgesetz<sup>3</sup> (BImSchG), durch die Verordnung über die Lärmkartierung (34. BImSchV<sup>4</sup>) sowie durch weitere untergesetzliche Regelwerke in die deutsche Gesetzgebung übernommen.

Die Kriterien zur Kartierung des Umgebungslärms und deren Umsetzungsfristen sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Die Umgebungslärmkartierung 2017 muss gemäß BImSchG §47c (1) bis zum 30. Juni 2017 fertig gestellt sein.

Die Ausarbeitung von Lärmkarten erfolgt getrennt für die Lärmarten Straßenlärm, Schienenlärm, Fluglärm, Industrie- und Gewerbelärm einschließlich Hafentlärm auf der Grundlage der Lärmindizes

- $L_{\text{Night}}$  (Nacht-Lärmindex) und
- $L_{\text{DEN}}$  (Tag-Abend-Nacht-Lärmindex mit einem Zuschlag von 5 dB(A) für den Abend von 18:00 bis 22:00 Uhr und von 10 dB(A) für die Nacht von 22:00 bis 06:00 Uhr).

Lärmkarten müssen nach den rechtlichen Vorgaben nur Bereiche, die mit Pegeln über  $L_{\text{DEN}} = 55$  dB(A) und  $L_{\text{Night}} = 50$  dB(A) beaufschlagt sind, ausweisen. Im Rahmen der freiwilligen Erstellung weitgehend vollständiger Lärmkarten für die Umgebungslärmkartierung 2017 werden zukünftig auch Pegel unterhalb dieser Schwellen ausgewiesen, so dass auch in den Bereichen unterhalb dieser Pegel Differenzierungen möglich sind. Die Ergebnisse dieser Berechnungen werden im Lärmviewer Hessen mit dem Zusatz PLUS versehen und werden im Nachgang zur EU-Kartierung veröffentlicht.

3 Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das durch Artikel 3 des Gesetzes vom 18. Juli 2017 (BGBl. I S. 2771) geändert worden ist

4 Vierunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Lärmkartierung – 34. BImSchV) vom 6. März 2006 (BGBl. I Nr. 12 S. 516)

**Tab. 1:** Die Kriterien und deren stufenweise Umsetzung der EU-Umgebungslärmrichtlinie

Stufe	1. Stufe	ab 2. Stufe (danach alle 5 Jahre)
Frist	30.06.2007	30.06.2012
<b>Lärmkartierung außerhalb von Ballungsräumen</b>		
Hauptverkehrsstraße <sup>5</sup>	> 6 Mio. Kfz pro Jahr d.h. 16.400 Kfz pro 24 Stunden	> 3 Mio. Kfz pro Jahr d.h. 8.200 Kfz pro 24 Stunden
Haupteisenbahnstrecke	> 60.000 Züge pro Jahr	> 30.000 Züge pro Jahr
Großflughafen	> 50.000 Flugbewegungen (Starts und Landungen) pro Jahr	
<b>Lärmkartierung innerhalb von Ballungsräumen</b>		
Ballungsraum	> 250.000 Einwohner	> 100.000 Einwohner
Straßenverkehrslärm	Hauptverkehrsstraßen <sup>5</sup> + sonstige Straßen <sup>6</sup>	
Eisenbahnlärm	Haupteisenbahnstrecken + sonstige Schienenwege <sup>6</sup>	
Fluglärm	Großflughäfen + sonstige zivile Flugplätze <sup>6</sup>	
Industrie- oder Gewerbegebiete <sup>7</sup>	Anlagen gemäß der Richtlinie IED 2010/75/EU einschließlich Häfen für die Binnen- oder Seeschifffahrt mit einer Gesamtumschlagsleistung von mehr als 1,5 Millionen Tonnen pro Jahr <sup>6</sup>	

## 1.2 Zuständigkeiten

In Hessen sind die Zuständigkeiten für die Umgebungslärmkartierung und für die Lärmaktionspläne auf drei Akteure verteilt. Für die landesweite Umgebungslärmkartierung ist nach § 3 der Immissionsschutz-Zuständigkeitsverordnung das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) zuständig.

Eine Besonderheit stellt die in der Umgebungslärmrichtlinie geforderte Kartierung der Haupteisenbahnstrecken dar.

Die 34. BImSchV unterscheidet in § 4 zwei Arten von Schienenwegen:

- Schienenwege von Eisenbahnen nach dem Allgemeinen Eisenbahngesetz (AEG)<sup>8</sup>

- Schienenwege von Straßenbahnen im Sinne des § 4 des Personenbeförderungsgesetzes (PBefG)<sup>9</sup>

Zusätzlich müssen die Eigentumsverhältnisse der Eisenbahninfrastruktur (d. h. der Schienenwege) beachtet werden. Es wird unterschieden zwischen:

- Eisenbahnen des Bundes (EdB): Eisenbahnen im mehrheitlichen Eigentum der Bundesrepublik Deutschland
- Nichtbundeseigene Eisenbahnen (NE-Bahnen): alle Eisenbahngesellschaften, die sich nicht mehrheitlich im Besitz des Bundes befinden, sondern in der privaten oder der öffentlichen Hand (z. B. Länder, Kreise, Städte).

5 „...eine Bundesfernstraße, Landesstraße oder auch sonstige grenzüberschreitende Straße...“, § 47b Nr. 3 des BImSchG

6 „... soweit diese sonstigen Lärmquellen erheblichen Umgebungslärm hervorrufen.“, § 4 Abs. 1 der 34. BImSchV

7 § 4 Abs. 1 Nr. 5 der 34. BImSchV

8 Allgemeines Eisenbahngesetz vom 27. Dezember 1993 (BGBl. I S. 2378, 2396; 1994 I S. 2439), das durch Artikel 2 des Gesetzes vom 29. August 2016 (BGBl. I S. 2082) geändert worden ist

9 Personenbeförderungsgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 8. August 1990 (BGBl. I S. 1690), das zuletzt durch Artikel 5 des Gesetzes vom 29. August 2016 (BGBl. I S. 2082) geändert worden ist

Dabei ist es unerheblich, welches Unternehmen die Züge betreibt, die auf der Strecke verkehren. Die Zuständigkeiten für die Kartierung des Schienenverkehrslärms sind in Hessen deshalb auf zwei Akteure aufgeteilt.

Das Eisenbahn-Bundesamt (EBA) kartiert den Schienenverkehrslärm grundsätzlich nur auf den Eisenbahnstrecken des Bundes. Dabei werden vom EBA innerhalb der Ballungsräume alle Strecken unabhängig von der Anzahl der Zugbewegungen kartiert. Außerhalb der Ballungsräume kartiert das EBA nur Strecken mit mehr als 30.000 Zugbewegungen pro Jahr.

Das HLNUG kartiert innerhalb der Ballungsräume alle anderen Schienenverkehrswege, z. B. Straßenbahnen und NE-Bahnen. Außerhalb der Ballungsräume muss das HLNUG nur die Eisenbahnstrecken kartieren, die mehr als 30.000 Zugbewegungen pro Jahr aufweisen, nicht Eisenbahnstrecken des Bundes sind und die dem AEG unterliegen.

Die Details dieser Zuständigkeiten sind in der Tabelle 2 zusammengefasst.

**Tab. 2:** Zuständigkeiten für die Lärmkartierung von Schienenwegen in Hessen

Art des Schienenweges	Ballungsraum	Schwellenwert	Eigentumsverhältnisse	Kartierungspflicht
Schienenwege nach AEG	Nein	30.000 Zugbewegungen pro Jahr	Eisenbahnen des Bundes	EBA
			NE-Bahnen	HLNUG
	Ja	Kein Schwellenwert	Eisenbahnen des Bundes	EBA
			NE-Bahnen	HLNUG
Schienenwege nach PBefG	Ja	Kein Schwellenwert	-	HLNUG
	Nein	Kein Schwellenwert	-	-

Die Lärmaktionspläne sind nach § 1 Abs. 1 der Immissionsschutz-Zuständigkeitsverordnung von den Regierungspräsidien Darmstadt, Gießen und Kassel für ihren jeweiligen Regierungsbezirk aufzustellen. Auch hier gibt es bei den Schienenwegen eine geänderte Zuständigkeit. Seit dem 1. Januar 2015 ist das

EBA zuständig für die Aufstellung eines bundesweiten Lärmaktionsplanes für die Haupteisenbahnstrecken des Bundes mit Maßnahmen in Bundeshoheit. Bei den Lärmaktionsplänen für Ballungsräume wirkt das EBA an der Lärmaktionsplanung mit.

### 1.3 Beteiligung der Kommunen

Die aktive Beteiligung der hessischen Kommunen an der Umgebungslärmkartierung 2017 war keine zwingende Voraussetzung zur Durchführung der Kartierung. Aufgrund der landesweit durch das HLNUG zur Verfügung gestellten Daten konnte die Kartierung auch ohne Beteiligung der Kommunen durchgeführt werden. Die Möglichkeit, sich durch die Nutzung des Web-Service Lärm (ODEN) ([siehe Kapitel 1.4](#)) aktiv an der Kartierung zu beteiligen, war ein Angebot an die Kommunen, eigene und ggf.

aktuellere oder genauere Eingangsdaten in die Kartierung einfließen zu lassen.

Ein zentrales Element des Konzepts der Umgebungslärmkartierung 2017 war die frühzeitige Einbeziehung der insgesamt 426 hessischen Kommunen. Dazu wurden von den Regierungspräsidien und dem HLNUG unter Beteiligung des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUKLV) bereits im

April 2016 Auftaktveranstaltungen in Kassel, Gießen und Wiesbaden u. a. zur Vorstellung des Konzepts der Umgebungslärmkartierung 2017 durchgeführt. Im Anschluss an diese Informationsveranstaltungen konnten die Kommunen beim HLNUG Zugangsdaten für ODEN anfordern. Im Rahmen einer ersten Testphase von April bis September 2016 konnten alle Interessierten das neue System kennenlernen und erste Erfahrungen sammeln.

Ab Mitte Oktober 2016 wurden den Kommunen aktualisierte Eingangsdaten für die Umgebungslärmkartierung 2017 über ODEN zur Verfügung gestellt. Innerhalb von ODEN konnten diese Eingangsdaten von den Kommunen detailliert geprüft und geändert werden. Diese Phase der Datenprüfung und Datenanpassung durch die Kommunen wurde im Februar 2017 beendet.

Zur Schulung der Anwender wurden vom HLNUG mehrere Schulungsvideos erstellt. Diese stehen allen

Anwendern von ODEN online zur Verfügung. Über E-Mail-Newsletter wurden die Kommunen über den aktuellen Stand insbesondere hinsichtlich neuer Schulungsvideos auf dem Laufenden gehalten. Darüber hinaus hatten die Kommunen die Möglichkeit, sich von den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des HLNUG individuell beraten zu lassen.

Etwa 27 % der hessischen Kommunen haben das Angebot, sich aktiv an der Umgebungslärmkartierung 2017 zu beteiligen, durch Anfordern der Zugangsdaten wahrgenommen. Von 39 Kommunen wurden Veränderungen an den Daten vorgenommen und diese damit optimiert. Im Wesentlichen wurden kommunale Verkehrsmengen und Geschwindigkeitsbeschränkungen an Straßen(-abschnitten) geändert und Gebäude als Schulgebäude oder Krankenhäuser deklariert. Hinzugefügt oder aktualisiert wurden Gebäude und Straßen in Neubaugebieten sowie Lärmschutzwände.

## 1.4 Web-Service Lärm - ODEN

Der Web-Service Lärm – ODEN<sup>10</sup> ist im Wesentlichen ein onlinebasiertes und relativ einfach zu verwendendes Geografisches Informationssystem (GIS). Mit diesem System besteht für die Anwender die Möglichkeit, die Eingangsdaten für die Lärmkartierung online zu prüfen und zu editieren sowie Lärm-berechnungen durchzuführen.

Mit ODEN wurde eine effiziente Möglichkeit geschaffen, die Arbeitsabläufe von der Erhebung der Eingangsdaten über die Pegelberechnungen bis zur Lärmkartierung sowie zur Lärmaktionsplanung zu optimieren. Durch die Verwendung eines zentralen Basisdatensatzes greifen alle Anwender auf einen einheitlichen Datensatz zu. Anwender dieses Systems sind vor allem das HLNUG, die Regierungspräsidien und die hessischen Kommunen.

Im Folgenden sind die wesentlichen Merkmale des Web-Service Lärm ODEN aufgeführt:

- Bereitstellung eines einheitlichen zentralen Basisdatensatzes (Modelldaten, Ergebnisdaten etc.), auf den alle Beteiligten online Zugriff haben.

- Anwenderspezifische Nutzungsrechte (lesen, editieren, berechnen, administrieren) werden gebietsbezogen vergeben.
- Die einzigen technischen Voraussetzungen auf der Anwenderseite sind ein Rechner, ein Internetzugang und ein HTML5-fähiger Browser. Eine spezielle Software bzw. Lizenzen sind zur Nutzung von ODEN nicht erforderlich.
- Der Web-Service Lärm stellt dem Benutzer Werkzeuge für die Überprüfung von Daten zur Verfügung (z. B. Visualisierung von Daten zur Überprüfung der räumlichen Lage von Objekten).
- Der Web-Service Lärm dient dazu, Modelle und Kartierungsergebnisse darzustellen und entsprechende Karten zu generieren.
- Zugangsdaten können von den Kommunen beim HLNUG mit einer formlosen E-Mail an [Umgebungslaerm@hlnug.hessen.de](mailto:Umgebungslaerm@hlnug.hessen.de) angefordert werden.

<sup>10</sup> online pollution modelling day evening night

ODEN wird vom HLNUG als Dienstleistung allen an der Umgebungslärmkartierung und an der Lärmak-

tionsplanung Beteiligten (Regierungspräsidien, Kommunen) kostenlos zur Verfügung gestellt.

## 1.5 Untersuchungsraum

Der Untersuchungsraum für die Umgebungslärmkartierung wird nach der EU-Umgebungslärm-Richtlinie räumlich in Ballungsräume und Nicht-Ballungsräume unterteilt. Demnach ist ein Ballungsraum ein durch den Mitgliedstaat festgelegter Teil seines Gebiets mit einer Einwohnerzahl von über 100.000 und einer solchen Bevölkerungsdichte, dass der Mitgliedstaat den Teil als Gebiet mit städtischem Charakter betrachtet.

In Hessen fallen unter diese Definition die fünf kreisfreie Städte Darmstadt, Frankfurt am Main, Kassel, Offenbach am Main und Wiesbaden.

Für Ballungsräume gelten etwas andere Kartierungskriterien als für Nicht-Ballungsräume. So werden z. B. die Lärmkarten für Industrie- und Gewerbegebiete einschließlich Häfen sowie für Schienenwege, die nicht in die Zuständigkeit des Eisenbahnundesamtes (EBA) fallen, i. d. R. nur in den Ballungsräumen erstellt. Darüber hinaus werden in Hessen die Straßen innerhalb der Ballungsräume bereits ab einem DTV-Wert von 3.000 Kfz/24h kartiert (außerhalb 8.200 Kfz/24h).

In der nachfolgenden Tabelle 3 sind einige Kennzahlen der fünf hessischen Ballungsräume dargestellt. Die Lage der fünf hessischen Ballungsräume ist in Abbildung 1 dargestellt.

**Tab. 3:** Beschreibung der fünf hessischen Ballungsräume und Hessen

	Darmstadt	Frankfurt am Main	Kassel	Offenbach am Main	Wiesbaden	Hessen
Einwohner <sup>11</sup>	152.327	724.869	195.239	121.889	276.192	6.116.203
Fläche <sup>12</sup> (km <sup>2</sup> )	122	248	107	45	204	21.115
Einwohnerdichte (EW je km <sup>2</sup> )	1.246	2.918	1.829	2.715	1.355	287
Straßenlänge <sup>13</sup> (km) EU-Rechnung	166	694	179	111	343	6.217
Straßenlänge (km) PLUS-Rechnung	182	745	210	117	382	19.360

11 Hessisches Statistisches Landesamt (HSL) mit Stand vom 30.06.2015

12 Hessisches Gemeindelexikon (<http://www.hessen-gemeindelexikon.de>)

13 Länge im Modell; reale Straßenlänge ist geringer, da einige Straßen mit zwei Fahrstreifen enthalten sind

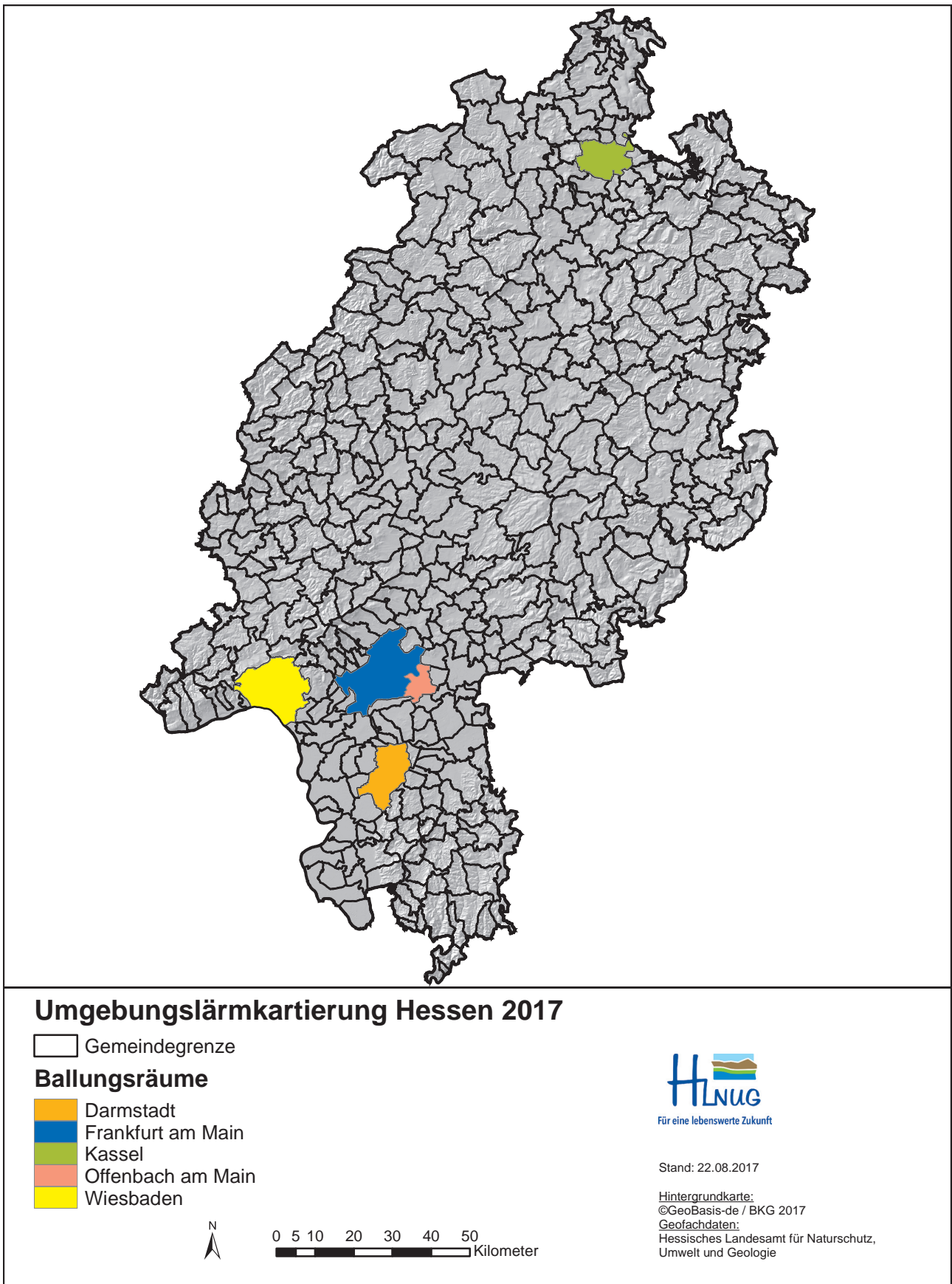


Abb. 1: Ballungsräume in Hessen nach der EU-Umgebungslärm-Richtlinie

## 2 Eingangsdaten

In den folgenden Kapiteln werden die der Umgebungslärmkartierung 2017 zugrundeliegenden Eingangsdaten und die für diese Daten durchgeführten Optimierungsschritte dargestellt. Wie bereits in Kapitel 1 beschrieben, ist das Ziel des HLNUG einen hessenweit einheitlichen Datensatz als Grundlage für die Umgebungslärmkartierung zu erzeugen. Daher wird, im Gegensatz zu den beiden vorangegangenen Kartierungsstufen, primär auf landesweit verfügbare Datenbestände zurückgegriffen. Dadurch kann ein Basismodell von Eingangsdaten aufgebaut werden, das eine vergleichsweise hohe Einheitlichkeit der Datenqualität und -quantität über das gesamte Bundesland Hessen gewährleistet.

Dieses Basismodell wurde den hessischen Kommunen mit Hilfe eines Web-Services Lärm ODEN ([siehe Kapitel 1.4](#)) vor der Kartierung zur Prüfung und Anpassung zur Verfügung gestellt. Durch diese frühzeitige Beteiligung bestand für alle Kommunen die Möglichkeit, sich aktiv an der Gestaltung der Umgebungslärmkartierung zu beteiligen. Dies gewährleistete, dass für die Kartierung wesentliche Detailinformationen, die nur in den Kommunen vor Ort vorhanden sind, mit in das Basismodell aufgenommen werden konnten.

Im Folgenden werden die für die Umgebungslärmkartierung 2017 verwendeten Eingangsdaten des Basismodells näher erläutert.

### 2.1 Straßenverkehr

Die nach Auswertung der bisher vorliegenden Statistiken für die Anzahl der lärmbelasteten Menschen relevanteste Emissionsquelle ist der Kfz-Verkehr. Um die Lärmbelastungen des Straßenverkehrs berechnen zu können, sind umfangreiche Informationen über den Kfz-Verkehr erforderlich.

Im Rahmen der vorangegangenen Umgebungslärmkartierungen wurden als Datenquelle i. d. R. die offiziellen Straßenverkehrszählungen (SVZ) verwendet. Diese, alle fünf Jahre durchgeführten, Kurzzeitzählungen von meist wenigen Stunden, werden auf einen durchschnittlichen täglichen Verkehr (DTV) hochgerechnet. Ortsdurchfahrten auf klassifizierten Straßen, bei denen die Baulast bei der jeweiligen Gemeinde liegt, werden im Rahmen der SVZ i. d. R. nicht erfasst. Darüber hinaus wurden aufgrund von EU-Vorgaben zur Umgebungslärmkartierung bisher außerhalb von Ballungsräumen nur Straßen mit mehr als 3 Millionen Kfz pro Jahr kartiert. Dies entspricht einem DTV-Wert von etwa 8.200 Kfz/24h.

Innerhalb von Ballungsräumen wurde in Hessen ein DTV-Schwellenwert von 3.000 Kfz/24h angewendet. Bei den betrachteten Straßen handelt es sich um solche des überörtlichen Verkehrs. In Ballungsräu-

men und Städten wurden auch Durchgangsstraßen betrachtet. Aufgrund der Umsetzung dieser Vorgaben konnte der Straßenverkehrslärm im Rahmen der bisherigen Umgebungslärmkartierungen nicht flächendeckend ermittelt werden.

Mit der PLUS-Kartierung wurden diese Einschränkungen bei den Verkehrsdaten beseitigt. Dies wurde u. a. durch die Verwendung eines Verkehrsmodells als Datengrundlage gewährleistet. Die Verkehrszahlen dieses Verkehrsmodells stammen nicht mehr nur aus den bundesweiten SVZ, sondern sind durch Daten aus einem Verkehrsmodell ergänzt worden. Dieses Verkehrsmodell wurde dem HLNUG von Hessen Mobil zur Verfügung gestellt und umfasst ein Straßennetz mit einer Länge von etwa 19.360 km ([siehe Abbildung 2](#)).

Die Daten in diesem Verkehrsmodell basieren auf Informationen aus den drei Bereichen Verkehrsnetz, Strukturdaten und Verhaltensdaten. Ergänzt wurden diese Daten um die Zählungen aus der SVZ 2010.

Das Verkehrsnetz enthält Angaben zur Lage und zur Leistungsfähigkeit der Straßen sowie zu den Linien und Fahrplänen der öffentlichen Verkehrsmittel.

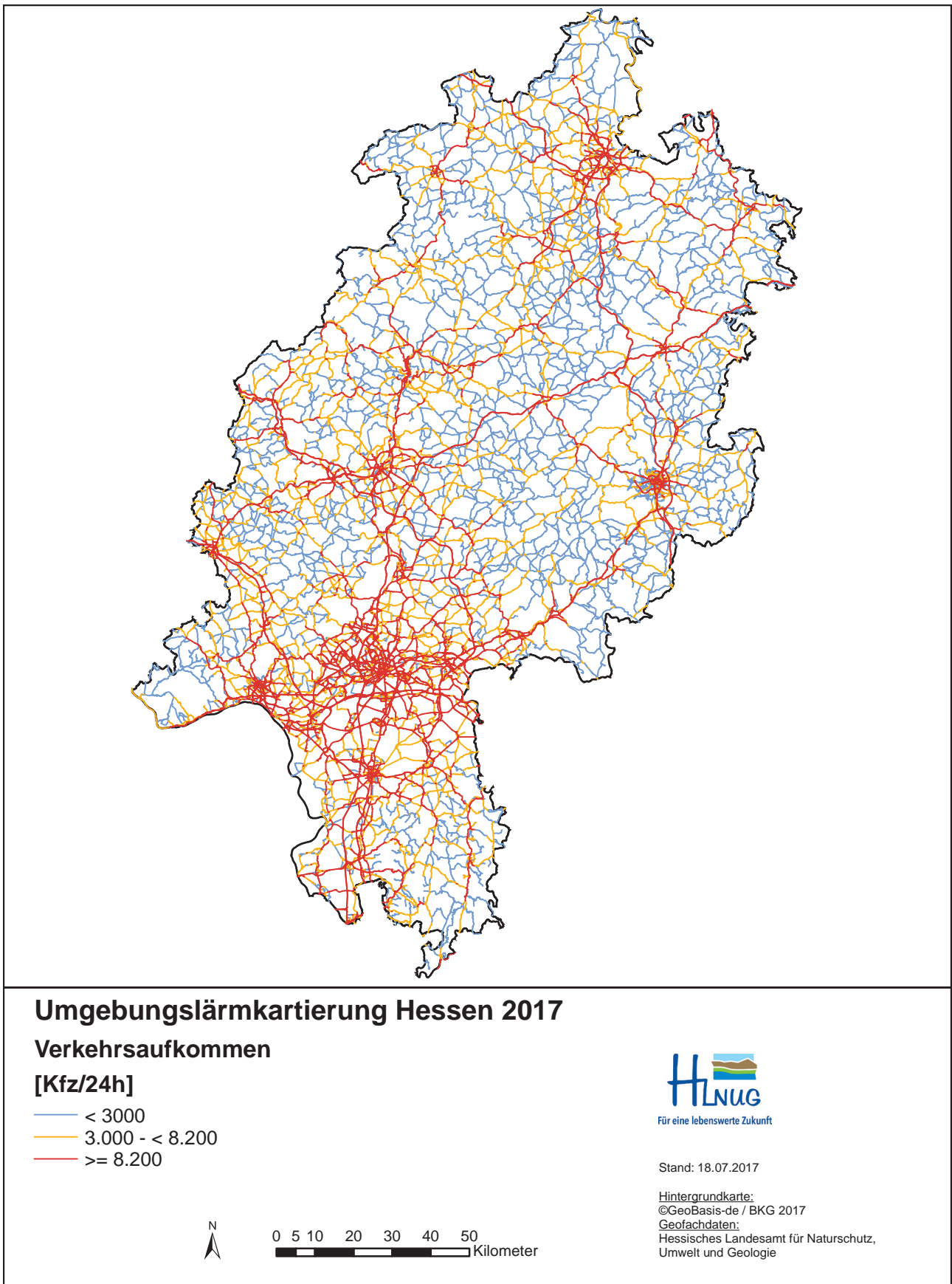
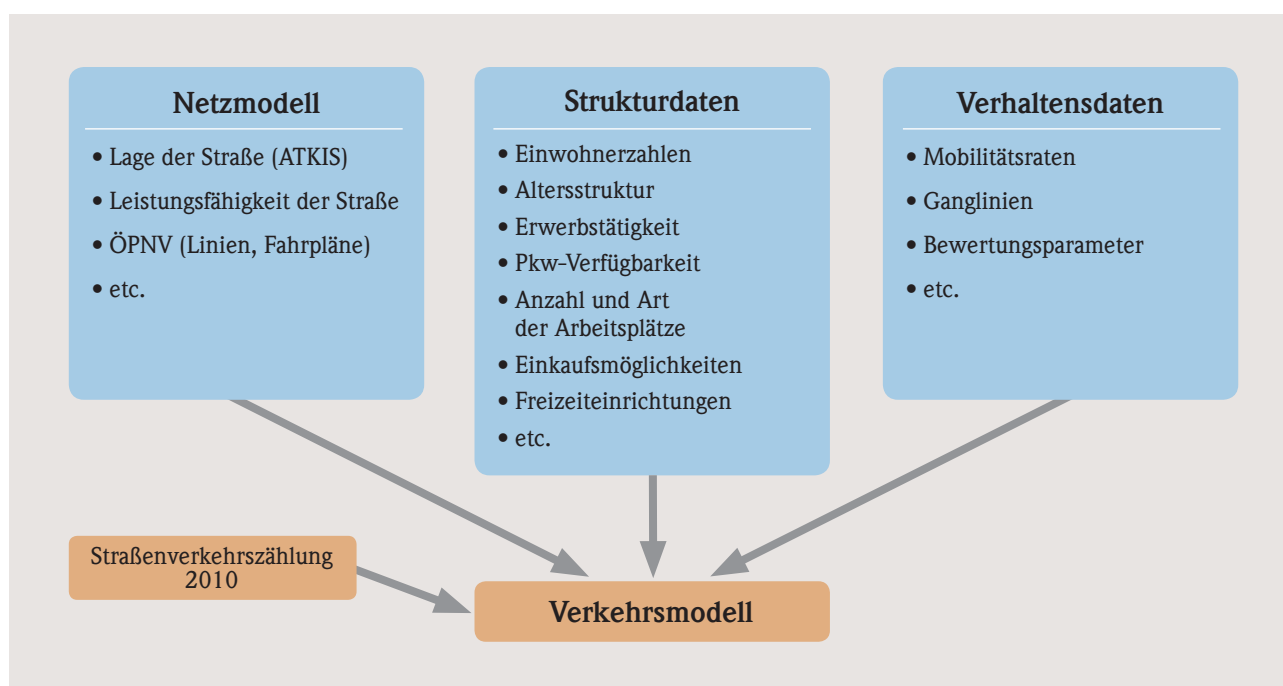


Abb. 2: Straßennetz mit Verkehrsmengen des Verkehrsmodells für die Umgebungslärmkartierung 2017

Anhand der Strukturdaten wie Einwohnerzahlen, Altersstruktur, Erwerbstätigkeit, Pkw-Verfügbarkeit, Anzahl und Art der Arbeitsplätze, Einkaufsmöglichkeiten und Freizeiteinrichtungen sowie der Verhaltensdaten der Einwohner wie Mobilitätsraten und die Verteilung des Verkehrs im Tagesverlauf (Ganglinien) wurden die Verkehrsströme innerhalb des Verkehrsnetzes ermittelt.

In der Abbildung 3 sind die Komponenten des Verkehrsmodells dargestellt.

Im Rahmen der Aufbereitung des Verkehrsmodells für die Umgebungslärmkartierung wurde die ursprüngliche Lage aus dem Verkehrsmodell durch die Lageinformationen aus dem Amtlichen Topografischen Kartografischen Informationssystem (ATKIS) ersetzt.



**Abb. 3:** Komponenten des Verkehrsmodells

Aufgrund der verwendeten Struktur- und Verhaltensdaten aus dem Jahr 2014 sind somit auch die Verkehrsdaten auf diesem Stand und erfüllen die Anforderungen des Artikel 5 der EU-Umgebungslärmrichtlinie, wonach die Daten nicht älter als drei Jahre sein dürfen.

Im Gegensatz zu den bisher verwendeten DTV-Werten, die den durchschnittlichen täglichen Verkehr an allen Wochentagen angibt, sind in dem Verkehrsmodell von Hessen Mobil die DTV<sub>5</sub>-Werte angegeben, also der durchschnittliche tägliche Verkehr an den fünf Tagen Montag bis Freitag. Die DTV<sub>5</sub>-Werte sind im Vergleich zu den DTV-Werten um etwa 10 % höher und repräsentieren damit die in der Regel höhere Lärmbelastung an Werktagen.

Das Verkehrsmodell enthält für alle diese Straßenabschnitte u. a. folgende Angaben:

- Zulässige Höchstgeschwindigkeiten (Pkw, Lkw, am Tag, in der Nacht)
- Durchschnittlicher täglicher Verkehr als DTV<sub>5</sub> (Montag bis Freitag)
- Lkw-Anteil
- Straßengattung
- Regelquerschnitt

In der Tabelle 4 sind die Anteile der Straßen am landesweiten Verkehrsmodell in Abhängigkeit vom DTV<sub>5</sub>-Wert dargestellt. Für Straßen, die baulich bzw. räumlich getrennte Fahrbahnen haben, sind in dem Verkehrsmodell auch getrennte Geometrien

vorhanden (z. B. Autobahnen). Der DTV<sub>5</sub>-Wert verteilt sich auf diese getrennten Geometrien. Die Längenangaben der Tabelle 4 basieren auf diesen Geometrien und können daher von den Streckenkilometern abweichen.

**Tab. 4:** Länge der Straßen aus dem landesweiten Verkehrsmodell in Abhängigkeit vom DTV<sub>5</sub>-Wert und der Straßengattung

DTV <sub>5</sub>	Autobahn	Bundesstraße	Landesstraße	Kreisstraße	Gemeindestraße
Kfz/Tag	km	km	km	km	km
> 25.000	1.964	500	32	40	10
25.000 bis 8.200 <sup>14</sup>	209	1.643	814,8	227	359
8.199 bis 3.000	120	1.182	2.607	822	740
< 3.000	58	192	3.759	3.259	828

Die Zählzeiten aus der SVZ 2015 konnten aus Zeitgründen nicht für das Verkehrsmodell genutzt werden, obwohl erste Ergebnisse der SVZ 2015 bereits Ende Februar 2017 von Hessen Mobil veröffentlicht wurden. Zu diesem Zeitpunkt wurden allerdings nur die Ergebnisse der Bundesautobahnen sowie der Land- und Kreisstraßen veröffentlicht. Die Ergebnisse der Bundesstraßen lagen bis zum Ablauf der Frist zur Vorlage der Kartierungsergebnisse am 30. Juni 2017 noch nicht vor<sup>15</sup>. Darüber hinaus lagen die veröffentlichten Daten der SVZ 2015 zu diesem Zeitpunkt in einer Form vor, die eine automatisierte Übernahme in das Datenmodell zur Lärmkartierung verhinderten. Die Eingabe dieser Daten per Hand stellte aufgrund der Fehleranfälligkeit und aus zeitlichen Gründen keine Alternative dar. Daher war eine fristgerechte Einbindung der Ergebnisse der SVZ 2015 in das vorhandene System nicht möglich.

Eine Gegenüberstellung der Zählzeiten aus der SVZ 2010 mit den entsprechenden Daten aus dem Verkehrsmodell zeigt, dass die Abweichungen zwischen diesen unterschiedlichen Datenquellen relativ gering sind.

In der Abbildung 4 sind die Abweichungen dargestellt. Jeder Balken zeigt die Häufigkeit der Straßenabschnitte, bei denen die Abweichung innerhalb der auf der x-Achse angegebenen Klassenbreiten liegt. Demnach liegen die Abweichungen von etwa 89 % aller gezählten Straßenabschnitte in einer Größenordnung, die keine relevanten Abweichungen bei der Lärmberechnung verursachen ([siehe Abbildung 5](#)).

Eine Detailanalyse zeigt außerdem, dass die relativ großen Abweichungen zwischen den Daten der SVZ und den verwendeten Daten des Verkehrsmodells im Wesentlichen Straßenabschnitte mit einem DTV-Wert von unter 1.000 Kfz pro Tag betreffen und die damit akustisch kaum relevant sind.

Darüber hinaus zeigt dieser Vergleich, dass in den Innerortsbereichen größerer Städte das Verkehrsmodell tendenziell niedrigere DTV-Werte generiert als die SVZ 2010. Ursache dieser partiellen Unterschätzung ist laut Auskunft von Hessen Mobil die gewählte Methodik der Verkehrsmodellierung.

<sup>14</sup> 8.200 Kfz/Tag entspricht etwa einem DTV-Wert von mehr als 3 Millionen Kfz pro Jahr

<sup>15</sup> Schreiben des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur vom 29.06.2017

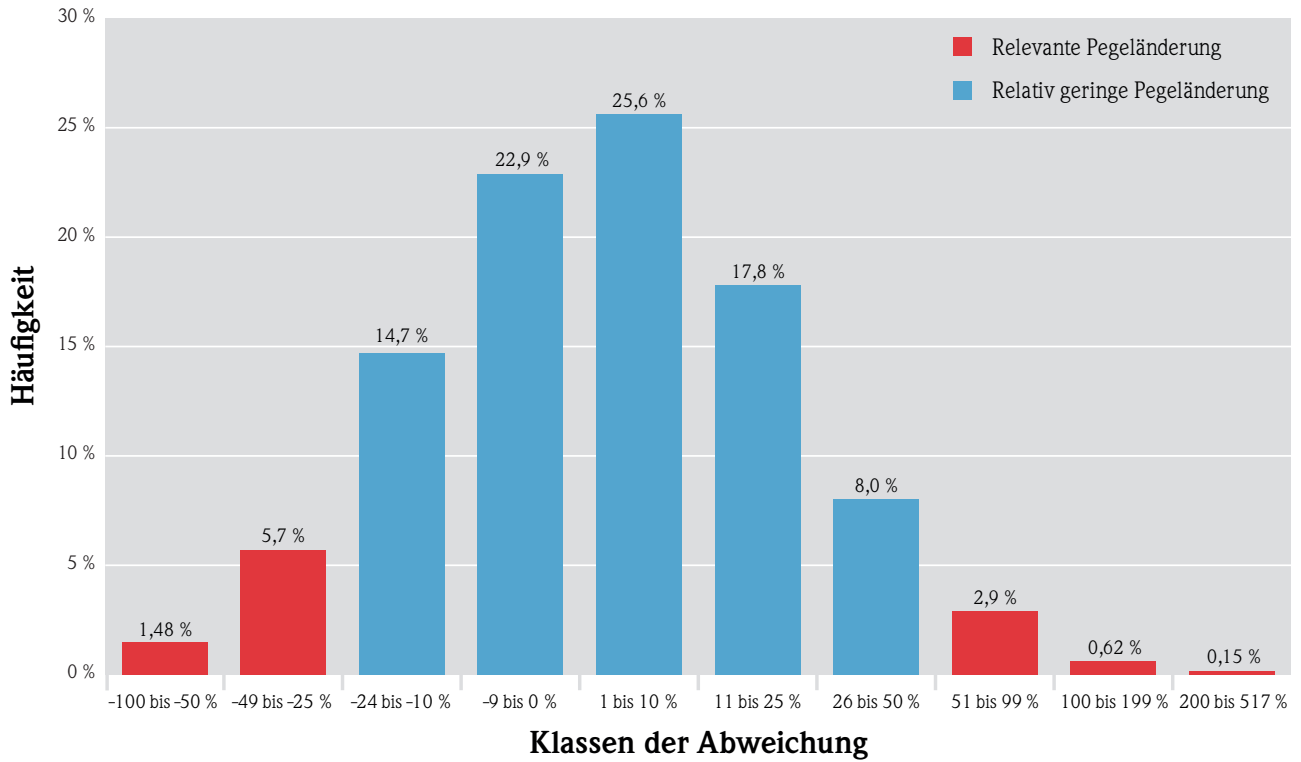


Abb. 4: Häufigkeitsverteilung der Abweichungen zwischen den Daten der SVZ 2010 und des Verkehrsmodell ((Verkehrsmodell minus SVZ)/SVZ)

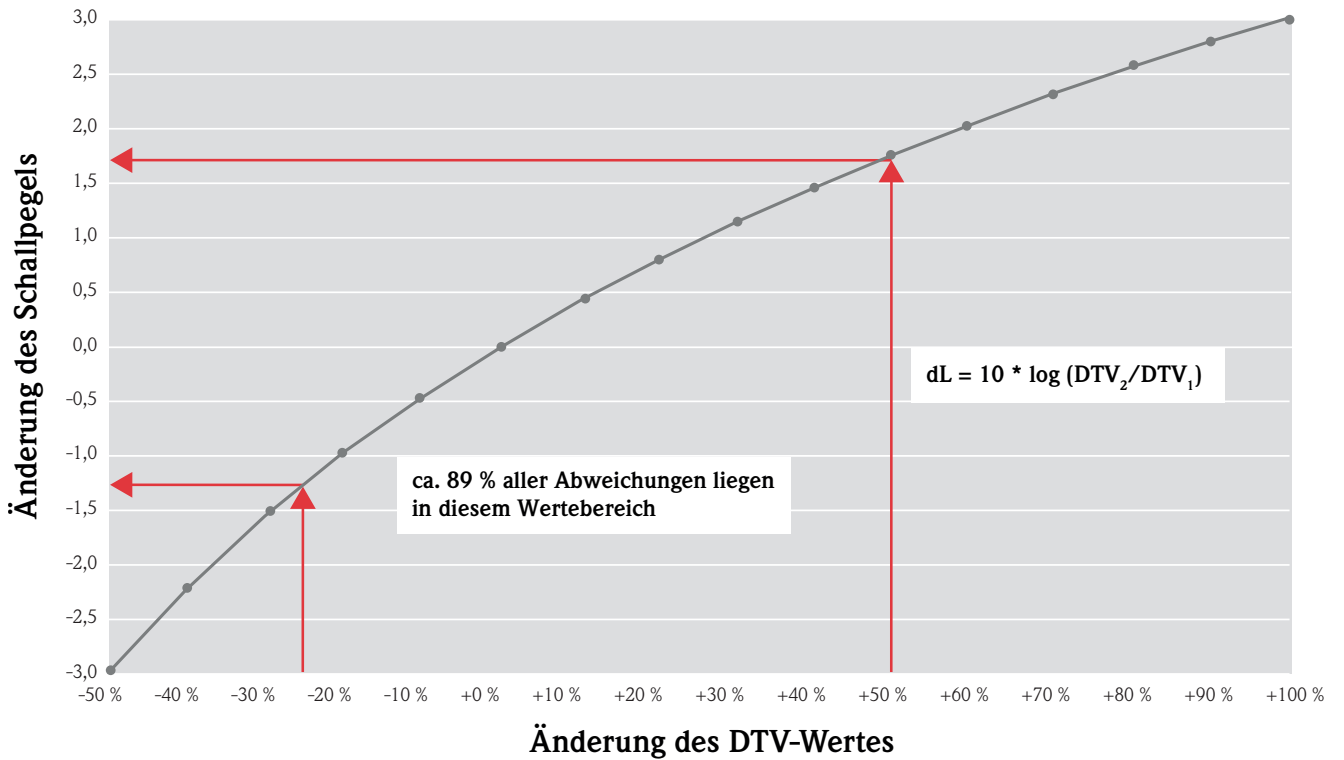


Abb. 5: Auswirkungen auf die resultierenden Immissionspegel bei sich änderndem DTV-Wert und sonst gleichen Parametern

Die Eigenschaft der Straßenoberfläche hat deutlichen Einfluss auf die durch die rollenden Fahrzeuge erzeugten Schallemissionen. Da in den verwendeten Datenquellen aber keine Angaben zur Straßenoberfläche vorhanden sind, wurde mit einer Standardoberfläche (nicht geriffelter Gussasphalt, Asphaltbeton, Splittmastix) gerechnet.

Im Rahmen der Datenprüfung und -optimierung hatten die Kommunen die Gelegenheit, auch diesen Parameter anzupassen.

## 2.2 Schienenverkehr

Das Schienenverkehrsmodell des HLNUG enthält für alle berücksichtigten Eisenbahnstrecken u. a. folgende Angaben:

- zulässige Maximalgeschwindigkeit auf der Strecke
- Durchschnittlicher Zugverkehr für verschiedene Zeitbereiche
- Zugart (insbesondere technische Angaben wie Länge, Antriebsart, Bremsen)

Die Datengrundlagen für die Lärmberechnungen durch den Schienenverkehr stammen aus der Umgebungslärmkartierung 2012. Diese Daten wurden um die Streckenabschnitte außerhalb der Ballungsräume ergänzt. In der Tabelle 5 sind die kartierten Schienenlängen im Rechenmodell für die vier hessischen Ballungsräume inklusive der darüber hinaus kartierten Strecken aufgeführt. In Offenbach am Main existieren nur noch einige wenige Meter von Frankfurt-Oberrad zur Endhaltestelle Offenbach-Stadtgrenze. In Wiesbaden existieren keine Straßenbahnen.

**Tab. 5:** Kartierte Längen der Schienenverkehrswege im Rechenmodell

Ballungsraum	Innerhalb des Ballungsraumes	Weiterführendes Netz
Darmstadt	33,6 km	10,8 km
Frankfurt am Main	119 km	21,8 km
Offenbach am Main	0,085 km	-
Kassel	48,1 km	20,4 km

Durch die gesetzlichen Vorgaben ([siehe Tabelle 2](#)) wurden und werden Straßenbahnen und NE-Bahnen<sup>16</sup> außerhalb der Ballungsräume vom HLNUG i. d. R. nicht kartiert. Daher werden Strecken nur innerhalb der Grenzen eines Ballungsraums kartiert, ab der Ballungsraumgrenze, mit Ausnahme von zwei Strecken außerhalb des Ballungsraumes Kassel, aber nicht mehr. Diese Ergebnisse sind im Lärmviewer Hessen mit EU gekennzeichnet.

Im Nachgang zur Umgebungslärmkartierung 2017 werden weitere Berechnungen über die Verpflichtungen der EU-Umgebungslärmrichtlinie hinaus durchgeführt. Die verpflichtend zu kartierenden

Schienenverkehrswege innerhalb der Ballungsräume werden auch noch über den Ballungsraum hinweg kartiert. Dies betrifft jeweils mehrere Bahnstrecken pro Ballungsraum. Die Ergebnisse werden im Nachgang der Veröffentlichung der EU-Ergebnisse im Lärmviewer Hessen veröffentlicht und sind dort mit dem Zusatz PLUS gekennzeichnet.

In der Abbildung 6 bis Abbildung 8 sind die untersuchten Schienenverkehrswege in den drei Ballungsräumen Darmstadt, Frankfurt am Main und Kassel inklusive der verlängerten Strecken zusammengestellt.

16 Nicht-Eisenbahn-Bahnen, vgl. Tabelle 2



Abb. 6: Schienenverkehrswege in Darmstadt und Umgebung



Abb. 7: Schienenverkehrswege in Frankfurt am Main, Offenbach am Main und Umgebung

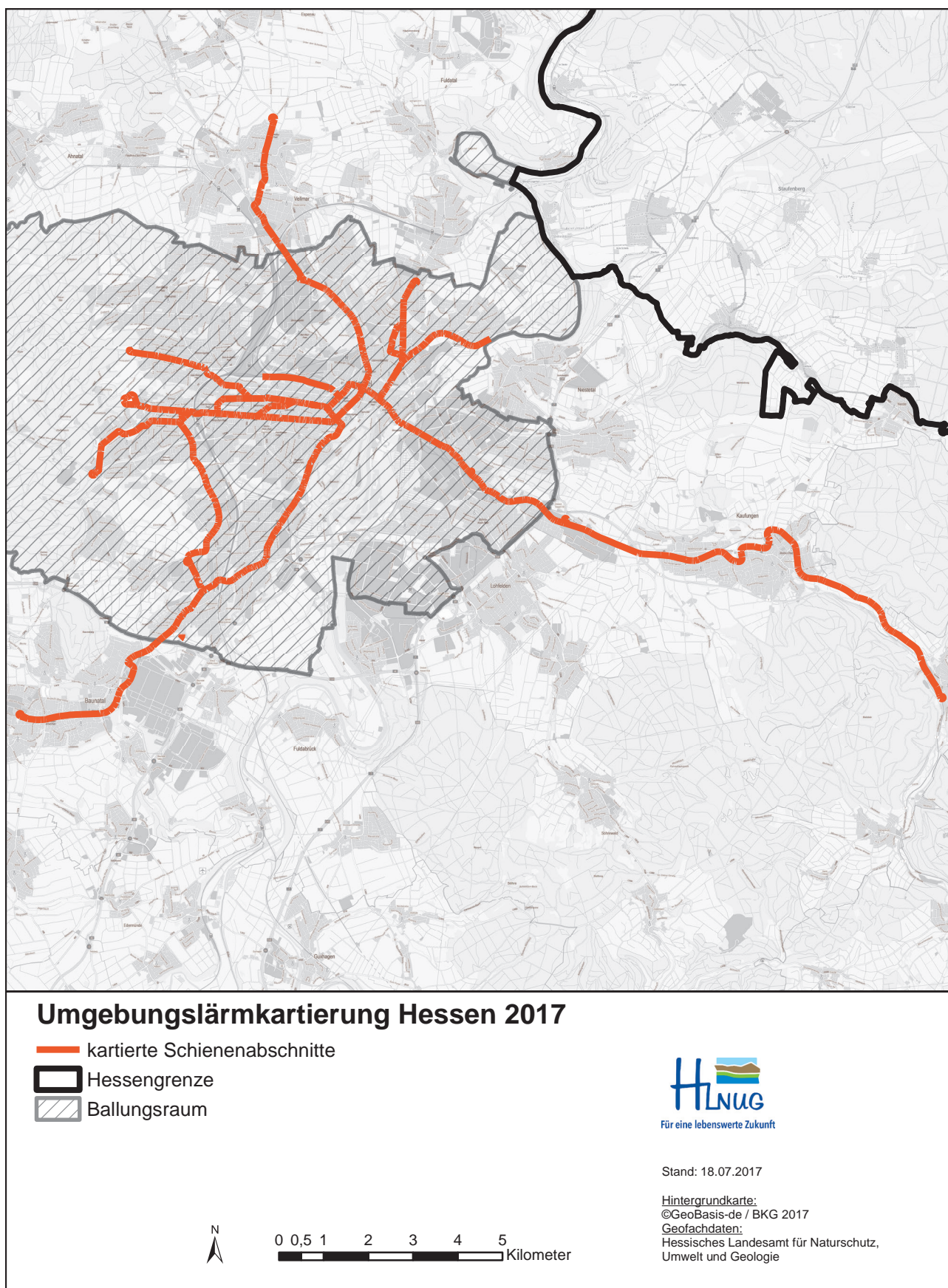


Abb. 8: Schienenverkehrswege in Kassel und Umgebung

## 2.3 Flugverkehr

Die Umgebungslärmkartierung 2017 umfasst den Flugverkehr des Flughafens Frankfurt (Main). Zusätzlich sollten nach 34. BImSchV §4 (1) 4 in Ballungsräumen „sonstige Flugplätze für den zivilen Luftverkehr“ wie z. B. Hubschrauberlandeplätze an Kliniken kartiert werden. Da es aber hierzu nicht möglich war, mit vertretbarem Aufwand geeignete Daten zu erheben, wurde darauf, wie auch schon in den beiden vorangegangenen Lärmkartierungen verzichtet. Weitere Flugplätze in Hessen müssen nach den Vorschriften für die Umgebungslärmkartierung nicht betrachtet werden. Für die aktuelle Kartierung wurde kein Geländemodell verwendet ([siehe Kapitel 2.5](#)).

Für die Kartierung 2017 wurde der gesamte Flugverkehr am Flughafen Frankfurt (Main) des Jahres 2016 herangezogen.

Die Berechnung des Fluglärms erfolgt nach der Vorläufigen Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Flugplätzen (VBUF). Die Ausgangsdaten hierzu wurden von der Betreiberin des Flughafens Frankfurt, der FRAPORT AG, als VBUF-konformes Datenerfassungssystem (VBUF-DES) im qsi-Format bereitgestellt. Es enthält unter anderem Informationen über Flugrouten und den darauf nach Flugzeugklassen und dem Tag-, Abend- und Nachtzeitraum aufgeschlüsselte Bewegungszahlen. Datengrundlage für das vorliegende VBUF-DES war ein im Jahr 2016 aktualisiertes Datenerfassungssystem (DES), das gemäß den Vorschriften der 1. FlugLSV<sup>17</sup>(AzD/AzB08) für das Forum Flughafen und Region und das Umwelt- und Nachbarschaftshaus GmbH erstellt wurde. Es stellt die aktuellste Streckenbeschreibung für Immissionsberechnungen dar. Deswegen war es naheliegend, dieses DES zu verwenden und es auf die Anforderungen der VBUF hin anzupassen.

In Abbildung 9 sind alle im DES 2016 enthaltenen Flugstrecken dargestellt, wobei auch solche Strecken

einbezogen sind, die in der Praxis nur selten genutzt werden.

Für die letzte Kartierung wurde sowohl das DES 2011 als auch das Prognose-DES 2012 verwendet. Die Karten und Belastetenstatistiken sind auf der Lärmkartierungshomepage des HLNUG<sup>18</sup> zu finden und beides wurde auch im Jahr 2014 über das Umweltbundesamt an die EU-Kommission gemeldet<sup>19</sup>.

Der Grund hierfür und die damalige Vorgehensweise wird im Folgenden erläutert:

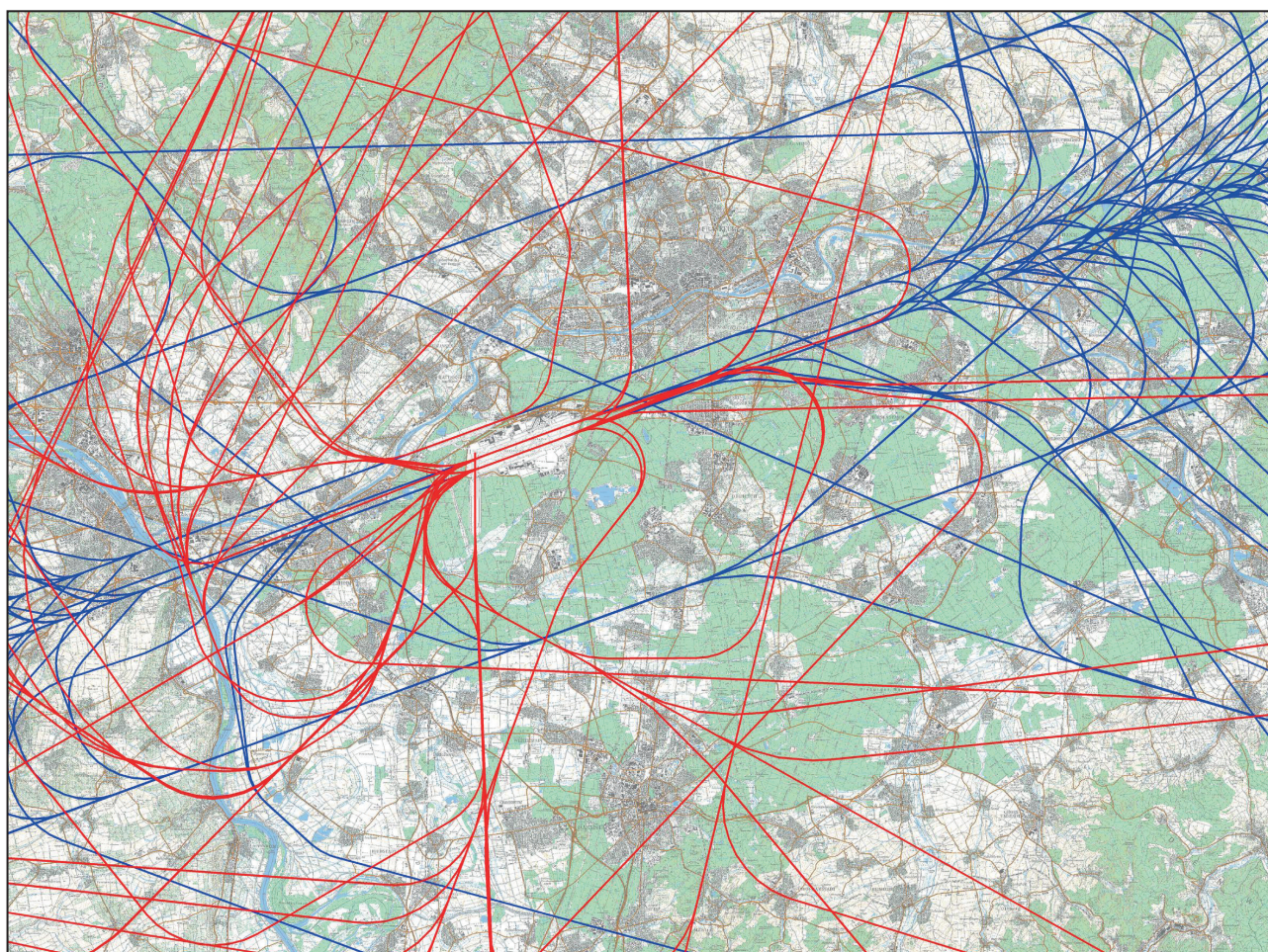
Einerseits ist im BImSchG § 47c gefordert, dass Lärmkarten für das vergangene Jahr (damals also 2011) zu erstellen sind. Andererseits war es für die auf die Lärmkartierung aufbauende Lärmaktionsplanung sinnvoll, den Zustand nach Inbetriebnahme der Landebahn Nordwest (also 2012) zu betrachten.

Am 10.03.2011 hat die Deutsche Flugsicherung umfangreiche Änderungen der Anflugstrecken vorgenommen. Dies war eine Vorbereitung auf die Eröffnung der Landebahn Nordwest im Oktober 2011. Für das DES 2011 wurde deshalb für die Zeit vom 01.01.2011 bis zum 09.03.2011 eine ältere Streckenbeschreibung im sogenannten Teil-DESa verwendet. Im sogenannten Teil-DESB für die Zeit vom 10.03.2011 bis 31.12.2011 und für das Prognose-DES 2012 wurde ein Streckenmodell verwendet, das von der Firma OTSD am 02.08.2011, also vor Eröffnung der Landebahn Nordwest, erstellt wurde. Es wurde vorrangig für die Nutzung nach AzB /AzD 2008 der 1. FlugLSV konzipiert. Die Betriebsrichtungsverteilung wurde auf die mittlere Betriebsrichtungsverteilung aus den jeweils 6 verkehrsreichsten Monaten der Jahre 2000 bis 2009 standardisiert. Demnach fanden tagsüber 27 % der Bewegungen bei Ostbetrieb statt und nachts 26 %.

17 Verordnung über die Datenerfassung und das Berechnungsverfahren für die Festsetzung von Lärmschutzbereichen vom 27. Dezember 2008 (BGBl. I S. 2980), die durch Artikel 11 Absatz 9 des Gesetzes vom 18. Juli 2017 (BGBl. I S. 2745) geändert worden ist

18 <https://www.hlnug.de/?id=9265>

19 Im Rahmen der Kartierung wurden die endgültigen Belastetenzahlen nach der Berechnung mit dem DES 2011 am 02.09.14 im vorgeschriebenen Datenformat "DF 8" (Data Flow 8) ans Umweltbundesamt gemeldet. Im Rahmen der auf die Lärmkartierung aufbauenden Lärmaktionsplanung wurden die Belastetenzahlen nach der Berechnung mit dem Prognose-DES 2012 betrachtet und mit der Zusammenfassung des Lärmaktionsplans im vorgeschriebenen Datenformat "DF9\_10" am 16.05.14 ans Umweltbundesamt gemeldet.



**Abb. 9:** Streckenmodell des VBUF-DES 2016. Blaue Linien Stellen die Anflug-, rote Linien die Abflugstrecken dar. Datengrundlage: Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation; Geofachdaten: © Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie - alle Rechte vorbehalten

In Tabelle 6 sind die Anteile Ostbetrieb in den hier diskutierten Jahren dargestellt. Im Jahr 2011 gab es etwas mehr Ostbetrieb als durch die Standardisierung

unterstellt, im Jahr 2012 deutlich weniger. 2016 hatte einige Prozentpunkte mehr Ostbetrieb, was auch in der Kartierung berücksichtigt wurde.

**Tab. 6:** Anteil der Flugbewegungen bei Betriebsrichtung 07 (Ostbetrieb) der hier diskutierten Zeiträume. 6 v. M. bedeutet 6 verkehrsreichste Monate und betreffen in der Regel das Sommerhalbjahr. In der Spalte VBUF-DES stehen die für die Kartierung zugrunde gelegten Verteilungen.

	Tag	Nacht	Gesamt	VBUF DES
Standard 6 v.M. 2000 bis 2009	27,0 %	26,0 %	-	-
2011 (12 Monate)	28,8 %	26,3 %	28,5 %	Standard
2012 (12 Monate)	24,8 %	24,5 %	24,8 %	Standard
2016 (12 Monate)	31,3 %	29,0 %	31,1 %	real

Für das Prognose-DES 2012 wurde die Bewegungszahlprognose herangezogen, welche Teil des Planfeststellungsverfahrens für den Bau der Landebahn Nordwest war. Darin wurden 701.000 Flugbewegungen für 2020 prognostiziert und etwa 507.000 für 2012. Zusätzlich wurden ca. 420 Durchstartvorgänge (840 Bewegungen) berücksichtigt. Insgesamt wurde von 507.834 Bewegungen, davon 37.418 Bewegungen in der Nacht ausgegangen. Die Verteilung der Bewegungen auf die Strecken aus den Monaten November und Dezember 2011 wurde unter Beachtung der standardisierten Betriebsrichtungsverteilung so erhöht, dass die genannten Zahlen erreicht wurden. In der Realität gab es dann im Jahr 2012 nur etwa 482.242 Flugbewegungen, also etwa 5,1 % weniger als prognostiziert. Auf die Entwicklung der Bewegungszahlen wird in Kapitel 5.3.2 eingegangen.

Im Herbst 2016 hat die Firma OTSD das Streckenmodell bezüglich der im Luftfahrthandbuch (AIP, Aeronautical Information Publication) zum Stichtag 03.03.2016 veröffentlichten Anflugverfahren, Standardabflugstrecken (SIDs) und Standardanflugstrecken (STARs) aktualisiert. Die genaue Lage der Flugstrecken und der Flugkorridorbreiten wurde mit Hilfe von FANOMOS-Flugspuren der Monate Mai bis Oktober 2015 modelliert. Für die so genannte „Südumfliegung“ (v. a. SID<sup>20s</sup> „MARUN\_M/H“ und „TOBAK\_M/H“) von den Startbahnen 25C und 25L wurden außerdem Flugspuren der Monate Dezember 2015 bis Februar 2016 von der DFS bereitgestellt

und zur Modellierung von Stellvertreterstrecken herangezogen, da diese ab Dezember 2015 aufgrund geänderter Verfahren andere Flugverläufe aufweisen.

Mit Hilfe dieser Flugstrecken hat die FRAPORT AG bislang jährlich die Darstellung der Isophonen nach Planfeststellungsbeschluss Teil A XI 5.1.7 berechnet, die unter anderem auf den Sitzungen der Fluglärmmmission präsentiert werden.

Um das DES 2016 VBUF-konform zu machen wurden

- die Streckenbelegungen des ganzen Jahres inklusive der Fehlanflüge nach den Zeitbereichen Tag (6:00 bis 18:00 Uhr), Abend (18:00 bis 22:00 Uhr) und Nacht (22:00 bis 6:00 Uhr) aufgeteilt,
- die AzB-Klassen S8a und S8b den VBUF-Klassen S7a und S7b zugeschlagen,
- die Hoverstrecken entfernt und die Hubschrauberrouten entsprechend angepasst,
- Informationen über Rollstrecken und Hilfgasturbinen entfernt und
- die Dichteknickpunkte festgelegt.

Die Festlegung der Dichteknickpunkte unter Berücksichtigung der Zwischenanflugsegmente wird im Folgenden ausführlich erläutert.

## Zwischenanflugsegmente und Einfädelbereiche

Die VBUF unterstellt, dass alle landenden Flugzeuge die gesamte Anflugstrecke auf der im DES vorgegebenen Zwischenanflughöhe  $h_0$  verbringen, und erst ab dem „Glide Slope Intercept“ (der Punkt, an dem das Flugzeug den Leitstrahl des Instrumentenlandesystems ILS passiert) in den Endanflug mit dem Gleitwinkel  $\alpha$  übergeht.

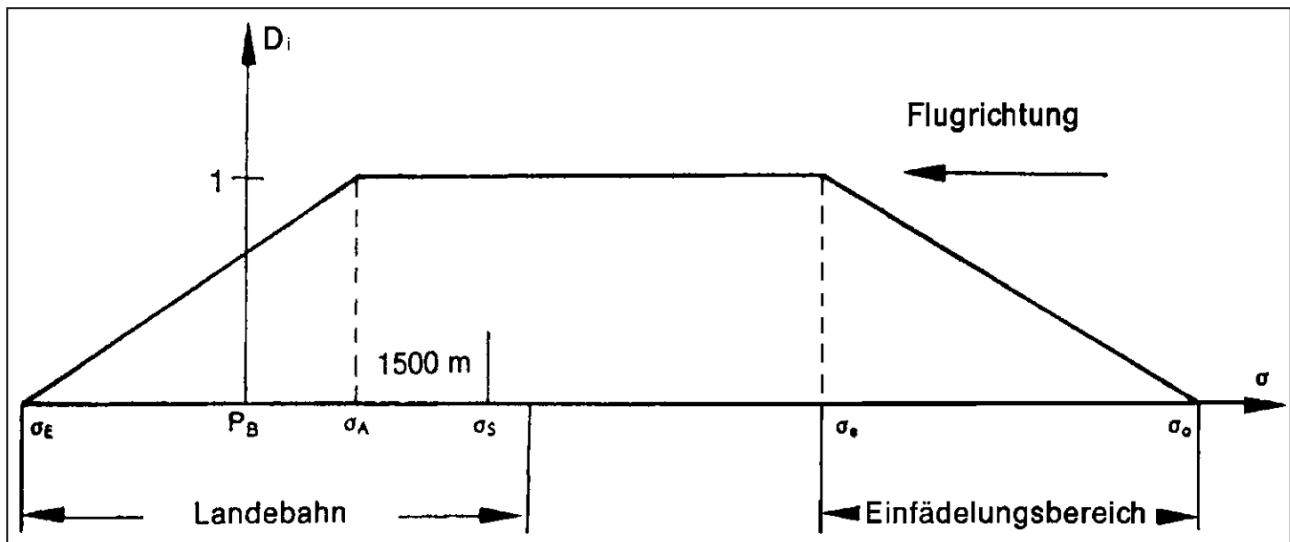
In Frankfurt beträgt  $h_0$  in der Regel 1108,25 m oder 1413,05 m und  $\alpha = 3,0^\circ$  bzw.  $\alpha = 3,2^\circ$ . Demnach ist der „Glide Slope Intercept“ zwischen ~20 und ~27 km vom Aufsetzpunkt entfernt, je nach Zwischenanflughöhe und Gleitwinkel.

Die VBUF basiert im Wesentlichen auf der Rechenvorschrift AzB aus dem Jahr 1975. Damals waren die Streckenmodelle noch nicht so detailliert, und für die Anflüge wurden häufig nur eine lange Geradeauslinie beschrieben, die in der Regel nicht komplett beflogen wurde, sondern in die sich die Flugzeuge nach und nach „einfädelten“. Formal wurde das in der VBUF durch die Dichtefunktion beschrieben, wie sie in Abbildung 10 dargestellt ist. In der VBUF steht hierzu *„Jeder Flugstrecke  $i$  wird eine Flugzeugdichte  $D_i(\sigma)$  zugeordnet. Sie dient dazu, die Einfädelung der Flugzeuge auf eine Anflugstrecke sowie das Abbiegen der Flugzeuge von der Landebahn zu berücksichtigen.“*

20 Engl. *Standard Instrument Departures*, Standardisierte Abflugstrecke für Instrumentenflüge.

Dort wo die Dichtefunktion 1 beträgt, werden alle Bewegungen simuliert, wo sie 0,5 beträgt nur die Hälfte der Bewegungen, und dort wo sie 0 beträgt gar keine Bewegungen. Auch auf der Landebahn nimmt die Dichtefunktion wieder ab, um das Abrollen der Flugzeuge zu simulieren.

Das vorliegende DES wurde gemäß AzB/AzD 08 erstellt. Die Beschreibung der Anflüge unterscheiden sich jedoch zwischen VBUf und AzB08 deutlich. Zum einen ist das vorliegende Streckenmodell für die Anflüge viel detaillierter, so dass keine Dichtefunktion benötigt wird, zum anderen werden die Flugzeuge so simuliert, dass sie sich vor Erreichen der Zwischenanflughöhe im Sinkflug befinden.



**Abb. 10:** Dichtefunktion wie in der VBUf dargestellt. Hier ist auf der x-Achse  $\sigma$  aufgetragen. Achtung; in dieser Graphik landen die Flugzeuge von rechts nach links. Hier entspricht  $\sigma_o$  dem Einfädelbeginn und  $\sigma_e$  dem Einfädelende.

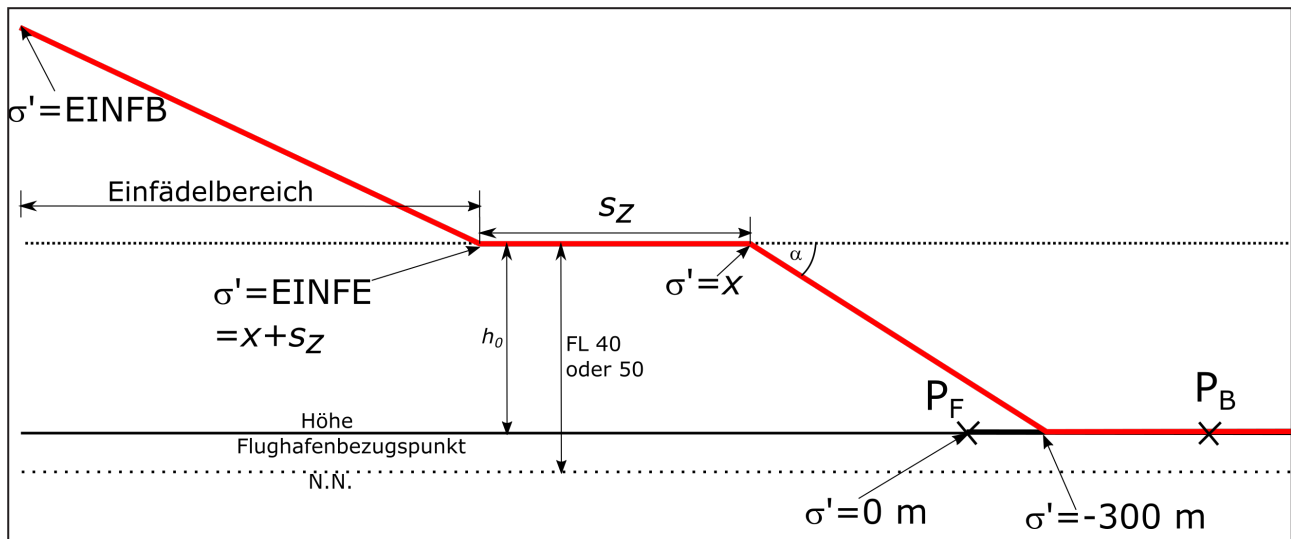
Die Zwischenanfluglänge  $s_z$  wurde 2016 im Zuge der Aktualisierung des Streckensystems von OTSD für jede der Anflugstrecken und deren Stellvertreterstrecken anhand der FANOMOS -Daten bestimmt. Je nach Anflugroute ergaben sich Werte zwischen wenigen hundert Metern bis zu 46 km. In Abbildung 11 ist das Höhenprofil der Anflugstrecken, wie es in der AzB08 modelliert wird, dargestellt. Zusätzlich sind die Bezeichnungen EINFb für Einfädelbereich-Beginn und EINFe für Einfädelbereich-Ende eingetragen, die für Beschreibung nach VBUf benötigt werden.  $P_B$  ist der Bahnbezugspunkt;  $P_F$  ist der Punkt, an dem die Bogenlänge  $\sigma'=0$  definiert ist. Das „FL“ in den Höhenbezeichnungen FL 40 oder FL 50 kommt von „Flightlevel“ und bedeutet „Flughöhe in 100 Fuß über Meeresniveau unter Standardbedingungen“. FL 40 bedeutet hier demnach „etwa 4000 ft über Meereshöhe“ und wird hier mit „1108,25 m über der Bahn“ verwendet.

In der VBUf ist jedoch vorgesehen, dass der gesamte Anflug von weit weg bis zum Punkt  $x$  (=Glide Slope Intercept) anfliegenden Flugzeugen auf der Zwischenanflughöhe dauerhaft auf der Zwischenanflughöhe  $h_0$  modelliert wird. In der Realität fliegt ein Großteil der Flugzeuge in größerer Entfernung jedoch deutlich höher.

Zur Kompensation der dadurch entstandenen Überschätzung der Immissionen in größerer Entfernung zum Flughafen wird ein „Einfädelbereich“ für alle Anflugstrecken definiert, auch wenn in der Realität die Flugzeuge sich nicht in diesem Bereich einfädeln. Die Einfädelung auf den Einfädelbereich findet prinzipiell bei einem so detailliertem DES, wie es für die Lärmkartierung 2011/2012 und 2017 vorlag bzw. vorliegt, eher nicht statt. Darüber hinaus ist das Einfädeln in Näherung durch die Korridorbreiten berücksichtigt. Deshalb wurde und wird der Einfädelbereich auch als Methode benutzt, die zu niedrig simulierten Flugzeuge zu kompensieren.

In der Lärmkartierung 2011/2012 wurde  $EINFE = 18,52$  km und  $EINFB = 50$  km für alle Anflüge aus Westen bzw.  $EINFB = 62,9$  km für alle Anflüge aus Osten festgesetzt. Für die aktuelle Lärmkartierung wurde für jede Strecke individuell, wie in Abbildung 11 illustriert als Einfädelende  $x+s_z$  gesetzt. Dies ist der Punkt, an dem im Realflugbetrieb die von oben kommenden Flugzeuge die Zwischenanflughöhe

erreichen. Die Länge des Einfädelbereiches wurde auf 20 km festgelegt. Nach eigenen überschlägigen Berechnungen imitiert mit diesem Wert der Effekt des Verlaufes der Dichtefunktion in guter Näherung den Effekt der tatsächlich höher fliegenden Flugzeuge. Wie in Kapitel 5.3.2 erläutert, verschieben sich Konturen durch dieses geänderte Vorgehen lediglich im Bereich Mühlheim um einige hundert Meter.



**Abb. 11:** Illustration der Anflugstreckenlänge als Funktion der Bogenlänge  $\sigma'$ . Die rote Linie stellt das Höhenprofil gemäß AzB08 dar. Der Einfädelbereich und die Werte  $EINFE$  für Einfädelende und  $EINFB$  für Einfädelbeginn zur Verwendung gemäß VBUF sind ebenfalls eingezeichnet. Achtung: der Wert von  $\sigma'$  nimmt von rechts nach links zu, die Flugzeuge landen aber in dieser Darstellung von links nach rechts. Weitere Beschreibung siehe Text.

## 2.4 Industrieanlagen

Im Rahmen der Umgebungslärmkartierung sind nur Lärmimmissionen von Industrie- und Gewerbeanlagen in den Ballungsräumen zu kartieren, die erheblichen Umgebungslärm hervorrufen und die als Anlagen dem Anwendungsbereich der so genannten IED-Richtlinie<sup>21</sup> 2010/75/EU unterliegen. Lärm-berechnungen für Industrie- und Gewerbeanlagen wurden im Rahmen der Umgebungslärmkartierung 2017 für die fünf hessischen Ballungsräume durchgeführt. Zunächst wurden die Emissionsangaben aus der Umgebungslärmkartierung 2012 übernommen und anschließend in Abstimmung mit den Regierungspräsidien Darmstadt und Kassel aktualisiert.

Insgesamt wurden 289 Industriequellen als Flächen- oder Punktquellen kartiert. Eine Flächenquelle kann auch aus mehreren Einzelanlagen bestehen. Die Industriequellen verteilen sich wie folgt auf die fünf hessischen Ballungsräume:

- Darmstadt: 4 Industriequellen
- Frankfurt am Main: 251 Industriequellen
- Kassel: 12 Industriequellen
- Offenbach am Main: 18 Industriequellen
- Wiesbaden: 4 Industriequellen

<sup>21</sup> RICHTLINIE 2010/75/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 24. November 2010 über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung). Mit der IED-Richtlinie wurde die Richtlinie über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung von 1996 (IVU-Richtlinie) überarbeitet.

Für den Ballungsraum Darmstadt wurden fünf Industrieanlagen in vier getrennten Lagen berücksichtigt. Die Emissionen der Flächen wurden aus der Kartierung 2012 übernommen.

Das Regierungspräsidium Darmstadt hat für die Industrieanlagen im Ballungsraum Frankfurt individuelle flächenbezogene Schalleistungspegel geliefert.

Das Regierungspräsidium Kassel hat zur Kartierung 2012 für den Ballungsraum Kassel zwei Kraftwerkstandorte gemeldet, die jeweils als Punktquelle in hoher Lage (Schornstein) angesetzt wurden, um eine konservative Annahme für die Schallausbreitung anzusetzen. Des Weiteren wurden im Jahr 2017 vier IED-Anlagen mit flächenbezogenem Schalleistungspegel gemeldet. Die Emissionswerte der einzelnen Industrieparzellen stammen z. T. aus Gutachten oder wurden nach den Pauschalwerten der VBUI festgelegt.

Für Offenbach am Main wurde eine IED-Anlage mit mehreren Teilquellen gemeldet, deren Emissionswerte aus einem Gutachten aus dem Jahr 2010 stammen.

Die im Ballungsraum Wiesbaden zu berücksichtigenden Industriebetriebe wurden vom Regierungspräsidium Darmstadt ohne konkrete Emissionsangaben gemeldet. Die Lage und z. T. die Emissionsdaten der Industriebetriebe in Wiesbaden wurden anhand öffentlich zugänglicher Informationen wie Bebauungsplänen ermittelt. Des Weiteren wurde die Emission der Flächen mit Pauschalwerten der VBUI für Leichtindustrie angesetzt.

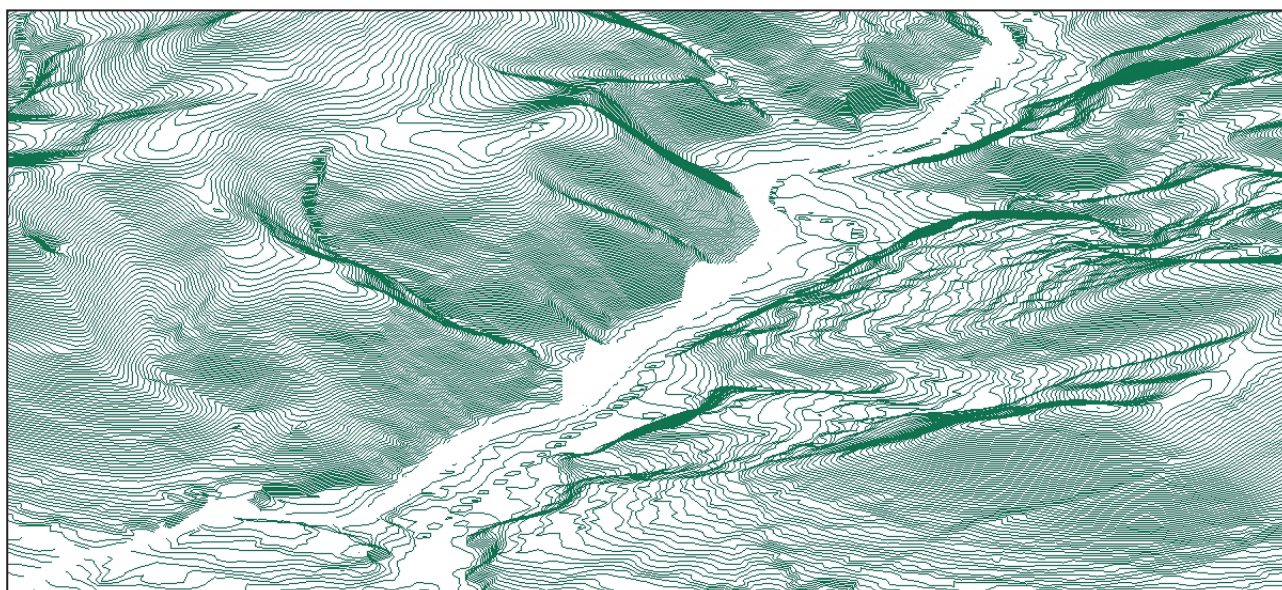
Die verwendeten flächenbezogenen Schalleistungspegel liegen für den Tag und den Abend zwischen 45 und 71 dB(A)/m<sup>2</sup> sowie für die Nacht zwischen 40 und 70 dB(A)/m<sup>2</sup>. Die verwendeten Schalleistungspegel der Punktquellen liegen für den Tag und den Abend zwischen 101 und 106 dB(A) sowie für die Nacht bis 103 dB(A).

Aufgrund der Unterschreitung der Schwellenwerte für Häfen für die Binnen- oder Seeschifffahrt wurden keine Häfen kartiert.

## 2.5 Gelände

Zur Berücksichtigung des Geländeeinflusses auf die Schallausbreitung wurde als Basis für die Umgebungslärmkartierung 2017 ein Digitales Geländemodell (DGM) mit einer horizontalen Auflösung

von 1 x 1 m<sup>2</sup> verwendet. Die Grundlage für dieses DGM1 lieferte die landesweite Laserscanbefliegung aus den Jahren 2009 bis 2012.



**Abb. 12:** Ausschnitt aus dem Geländemodell der Umgebungslärmkartierung 2017

Aus diesen DGM1-Rasterdaten wurde ein Höhenlinienmodell entwickelt, in dem nicht relevante Höheninformationen in Ebenen eliminiert wurden (siehe Abbildung 12). Dadurch konnte der relativ große Datenumfang erheblich reduziert werden.

Im Gegensatz zur Umgebungslärmkartierung 2012 wurde für die aktuelle Fluglärmrechnung kein Geländemodell verwendet. Die VBUF schreibt die Verwendung eines Geländemodells nicht vor. Sowohl in der Software LimA (welche für 2011/12 verwendet wurde) als auch in der Software CadnaA (welche für die aktuelle Fluglärmkartierung Verwendung fand) wird bei VBUF-Berechnungen mit Geländemodell die Lande- und Startpunkte und -bahnen der Flugzeuge immer auf der Höhe des Flughafen-

bezugspunktes simuliert. Diese beträgt in Frankfurt 110,95 m über NN. Insbesondere das Westende der Parallelbahnen und das Südende der 18-West liegen etwa 10 bis 20 m tiefer. Aufgrund dieses Effektes kommt es bei Verwendung eines Geländemodells unter anderem in einigen Bereichen von Raunheim zu Unterschätzungen von etwa 0,3 dB(A). Da dort die Immissionspegel hoch und die Bevölkerungsdichte vergleichsweise hoch sind, wirken sich die Unterschiede auch auf die Belastetenstatistik aus. Dort wo die Verwendung des DGM zu realistischeren Ergebnissen führt (insbesondere südöstlich von Darmstadt) sind entweder die Bevölkerungsdichte oder die Immissionspegel gering. Aus diesem Grund wurde für die aktuelle Kartierung entschieden, kein Geländemodell zu verwenden.

## 2.6 Gebäude

Neben den Geländedaten müssen für eine Schallausbreitungsrechnung auch Gebäude berücksichtigt werden, da Gebäude die Schallausbreitung u. a. als Ausbreitungshindernis aber auch als Reflexionsfläche beeinflussen. Zudem werden in Hessen die Gebäudedaten mit den Einwohnerdaten zusammengeführt, um die von der EU geforderte Belastetenstatistik durchzuführen. Zusätzlich muss auch eine Angabe zur Anzahl der lärmbeeinträchtigten Schulen und Krankenhäuser erstellt werden.

Das Gebäudemodell für die Lärmkartierung muss deshalb folgende Parameter enthalten:

- Hausumring (Lage und Grundriss der Gebäude),
- Einwohnerzahl,
- Gebäudehöhe,
- Funktion Schule/Krankenhaus.

Hierzu war es notwendig, die im Folgenden beschriebenen Datenquellen zu kombinieren.

### 2.6.1 Hausumringe mit der Einwohneranzahl

Hierfür wurde ein Datensatz der Firma infas 360 verwendet, der die beiden Parameter Hausumringe und Einwohnerzahl enthält. Die Hausumringe stammen aus dem ALKIS-Datensatz (Stand Januar 2014).

Die Einwohnerdaten für die Umgebungslärmkartierung 2017 stammen aus dem amtlichen Zensus 2011 und stehen hessenweit mit einer Auflösung von 100 m x 100 m zur Verfügung. Darüber hinaus

wurden Haushaltsanschriften der Post als ergänzende Information verwendet. In weiteren Verarbeitungsprozessen wurden die Einwohnerdaten der 100 m x 100 m Raster proportional auf die Wohngebäude innerhalb der Raster umgelegt.

Im letzten Arbeitsschritt wurden die Einwohnerzahlen an den veränderten Bevölkerungsstand von 2015 angepasst.

## 2.6.2 Gebäudehöhe

Mussten bei den letzten beiden Kartierungen noch pauschale Gebäudehöhen zu Grunde gelegt werden, konnten für die Umgebungslärmkartierung 2017 die Gebäudehöhen aus der landesweiten Laserscanbefliegung verwendet werden (vgl. auch Kapitel 2.5).

Die Hausumringe wurden aus der Datenlieferung der Firma infas 360 entnommen. Die Höhendaten der Gebäude gingen als mittlere Gebäudehöhe in das Modell ein, d. h. die Gebäude haben im Modell alle

ein Flachdach. Detaillierte Dachformen wurden nicht berücksichtigt. Ein solches 3D-Gebäudemodell wird als LoD1-Modell<sup>22</sup> bezeichnet und stammt vom Hessischen Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation (HLBG).

Die Verschneidung der Hausumringe mit Einwohnerzahl und dem LoD1-Modell fand im HLNUG statt. In der Abbildung 13 ist ein Auszug aus dem Gebäudemodell der Umgebungslärmkartierung 2017 zu sehen.



**Abb. 13:** Ausschnitt aus dem Gebäudemodell in der 3D-Ansicht von ODEN

<sup>22</sup> Level of Detail 1

### 2.6.3 Schulen und Krankenhäuser

Zur Bestimmung von belasteten Schulen und Krankenhäusern müssen den Hausumringen die Funktion Schule bzw. Krankenhaus zugeordnet werden. Hierzu wurden bei der Firma infas 360 jeweils ein Datensatz eingekauft. Diese Datensätze enthalten für jede Schule bzw. Krankenhaus eine Punktgeometrie und den Namen der Einrichtung.

An Hand dieser Punktkoordinaten wurden die Flurstücke ermittelt, auf denen die Krankenhäuser bzw. Schulen stehen. Den Hausumringen auf den so ausgewählten Flurstücken wurde dann die jeweilige Funktion und der Name zu geordnet. Diese Zuordnung ist notwendig, da pro Einrichtung in den meisten Fällen mehrere Hausumringe existieren ([siehe Tabelle 7](#)), welche für die Ermittlung der Belastung genutzt wurden. In der Belastetenstatistik wird statt der Anzahl der Hausumringe die Anzahl der Einrichtungen aufgenommen.

**Tab. 7:** Anzahl von Hausumringen sowie Punkten von Schulen und Krankenhäusern in Hessen

	Hausumringe	Punkte	Verhältnis
Schulen	16.858	1.873	9,0
Krankenhäuser	1.986	131	15,2
Summe	18.844	2.004	

## 2.7 Schallschutzeinrichtungen

Die Information über bestehende Lärmschutzwände stammt aus verschiedenen Quellen.

Die Lärmschutzwände entlang des landesweiten Hauptstraßennetzes wurden im Rahmen der Lärmkartierung 2007 durch Bildauswertung der Daten der regelmäßigen Zustandserfassung und -bewertung (ZEB) sowie durch Auswertung einer Videobefahrung erfasst. Diese Schallschutzeinrichtungen wurden z. T. durch die Ballungsräume und Baulastträgergemeinden ergänzt. Im Rahmen der Lärmkartierung 2012 wurde dieser Datensatz weiter aufbereitet. Dieses Modell der Lärmschutzwände an den Straßen wurde für die Lärmkartierung 2017 durch die Lärmschutzwände des EBA, durch Informationen aus der NORAH-Studie<sup>23</sup> sowie durch Ergänzungen durch die Kommunen, durch das Regierungspräsidium Gießen und HLNUG ergänzt.

Lärmschutzwälle werden anhand des Geländemodells mit einer horizontalen Auflösung von 1 x 1 m<sup>2</sup> ([siehe Kapitel 2.5](#)) dargestellt und somit ebenfalls bei der Lärmkartierung 2017 berücksichtigt.

Im Bereich von Brücken war eine Nachbereitung der Schallschutzeinrichtungen erforderlich. Lärmschutz-Objekte in der Nähe und in paralleler Lage zur Längsrichtung der Brücken wurden auf der Brücke angeordnet. Die Brücken wurden mit einer baulichen Breite angenommen, die gegenüber den Angaben zur Straßenbreite bereits um 3 m zu beiden Seiten erweitert wurde. Falls dennoch eine Lücke zu einer assoziierten Lärmschutzwand auftrat, wurden die Scheitelpunkte des Objektes auf die Brückenfläche gezogen.

23 NORAH – Noise-related annoyance, cognition and health, [www.norah-studie.de](http://www.norah-studie.de)

### 3 Berechnung

Die Umgebungslärberechnungen wurden für Straßen, Schienenwege, Flugplätze und Industrie- und Gewerbegebiete nach den für die Umgebungslärmkartierung 2017 verbindlich vorgeschriebenen vorläufigen Berechnungsverfahren (VBUS, VBUSch, VBUI, VBUF, jeweils 2006) durchgeführt und entsprechend der vorläufigen Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen (VBEB, 2007) ausgewertet.

Die Berechnungen nach VBUS, VBUSch und VBUI wurden von der Stapelfeldt Ingenieurgesellschaft mbH in Zusammenarbeit mit dem HLNUG durchgeführt. Die Berechnungen nach VBUF wurden vom HLNUG durchgeführt.

Wie bereits an anderer Stelle erwähnt, werden für die vorliegende Umgebungslärmkartierung 2017 über die Mindestanforderungen der EU-Umgebungslärmrichtlinie hinaus in einem zweiten Berechnungsdurchgang deutlich mehr Lärmquellen kartiert als formal erforderlich (PLUS-Kartierungen). Für die Ermittlung der Belastetenzahlen und für die daran anschließende EU-Berichterstattung ist es erforderlich, auf der Grundlage der Anforderungen und Schwellenwerte der EU-Umgebungslärmrichtlinie zu kartieren,

#### 3.1 Berechnungsverfahren

Neben den vorläufigen Berechnungsverfahren (VBUS, VBUSch, VBUF und VBUI) für die Umgebungslärmkartierung, die nur für die Berechnungen der strategischen Lärmkarten verwendet werden, gibt es für alle Lärmarten jeweils andere, durch die fachgesetzlichen Vorgaben festgelegten, Berechnungsvorschriften wie z. B. die Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen (RLS-90) oder die Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von Schienenwegen (Schall 03). Diese Berechnungsvorschriften aus den Fachgesetzen unterscheiden sich von den vorläufigen Berechnungsverfahren. Daher können sich durch die Anwendung der vorläufigen Berechnungsverfahren bei gleichen Eingangsdaten andere Ergebnisse erge-

ben, um vergleichbare Ergebnisse zu erlangen<sup>24</sup>. Aus diesem Grund werden zwei aufeinander folgende, landesweite Kartierungen durchgeführt.

Die erste Kartierung wurde unter Berücksichtigung der Schwellenwerte für die Hauptverkehrsstraßen durchgeführt. Auf der Basis dieser Ergebnisse wurden die Belastetenzahlen ermittelt.

Im zweiten Schritt wird eine Kartierung mit den flächendeckenden Eingangsdaten unter Vernachlässigung der Schwellenwerte für die Hauptverkehrsstraßen wiederholt, um hessenweit einheitliche Lärmbelastungen darzustellen. Darüber hinaus werden die Schienenverkehrsstrecken, die im ersten Kartierungsschritt an der Ballungsraumgrenze endeten, im zweiten Schritt auch außerhalb der Ballungsräume kartiert<sup>25</sup>.

In diesem Bericht sind nur die Lärmkarten und Belastetenstatistiken der ersten Kartierung unter Berücksichtigung der EU-Schwellenwerte für den DTV-Wert dargestellt. Die Ergebnisse des zweiten Kartierungsschrittes (PLUS-Kartierungen) werden im Nachgang zur EU-Kartierung im Lärmviewer Hessen dargestellt.

ben als durch die Anwendung der Berechnungsvorschriften aus den Fachgesetzen.

Darüber hinaus unterscheiden sich die zu ermittelnden Indizes von den Indizes nach den fachgesetzlichen Vorgaben. Durch die vorläufigen Berechnungsverfahren der Umgebungslärmkartierung werden der  $L_{DEN}$  und der  $L_{Night}$  ermittelt. Der  $L_{DEN}$  ist ein mittlerer Pegel, der die Belastung über 24 Stunden beschreibt (Day, Evening, Night). Bei seiner Berechnung wird der Lärm in den Abendstunden und in den Nachtstunden in erhöhtem Maße durch einen Zuschlag von 5 dB für die Abendstunden (von 18:00 bis 22:00 Uhr) und 10 dB für die Nachtstunden

<sup>24</sup> Anforderungen der EU sind in Anhang VI der EU-Umgebungslärmrichtlinie (2002/49/EG) dargestellt

<sup>25</sup> Eine Übersicht der kartierungspflichtigen und Zuständigkeiten für verschiedene Schienenwege ist in Tabelle 2 dargestellt

(von 22:00 bis 6:00 Uhr) berücksichtigt. Der  $L_{DEN}$  dient zur Bewertung der allgemeinen Lärmbelastung. Der  $L_{Night}$  beschreibt den Umgebungslärm im Jahresmittel zur Nachtzeit (von 22:00 bis 6:00 Uhr). Nach der RLS-90 wird der Tagespegel z. B. für den Zeitraum von 6:00 bis 22:00 Uhr angegeben. Neben diesen beispielhaft beschriebenen Unterschieden gibt es weitere Unterschiede, die auch akustische Parameter betreffen.

Aus allen diesen Gründen können die Ergebnisse der Umgebungslärmkartierung nicht mit den Ergebnissen rechtlicher Berechnungsvorschriften (bspw. RLS-90 bei Straßensanierung oder AzB08 im Fluglärmenschutz) verglichen werden.

## 3.2 Verwendete Software

Mit Ausnahme der Fluglärmrechnungen wurden alle Lärmrechnungen, Belastungsanalysen und das Aufstellen der EU-Reporte mit dem Programmsystem LimA (Version 11.1) durchgeführt, das in ODEN als Berechnungssoftware hinterlegt ist.

Alle Berechnungen und Statistiken zum Fluglärm wurden mit dem Programmsystem CadnaA (Version 2017 MR 1 (64 Bit) build 157.4707) durchgeführt.

## 3.3 Berechnungsparameter

Bei der Festlegung der LimA-Berechnungsparameter, die als Standard gewählt wurden, wurde auf die Erfahrungen aus der letzten Umgebungslärmkartierung 2012 zurückgegriffen. Die Berechnungsparameter wurden so gewählt, dass ein Optimum aus erzielter Ergebnisgenauigkeit und zu leistendem Berechnungsaufwand erzielt wird. Gewählt wurden:

- RADMAX = 2000 m; Einfangradius für Quellen in der Umgebung von Aufpunkten
- RADREFL = 30 m; Einfangradius für Reflektoren im Umfeld der Aufpunkte und der Quellen
- DBFEHLER = 2,0 dB; maximaler zulässiger „dynamischer Fehler“ zur Beschleunigung der Rechnung
- Zulassen der entfernungs-/größenabhängigen Vereinfachung entfernter Hindernisse

Die Berechnungsparameter in CadnaA für den Fluglärm waren folgende:

- Bei allen Hausobjekten, keine Reflektion: ja

- Verwende Pegel  $L_k < 55$  dB: ja; nach VBUF wäre es auch möglich gewesen, Flugereignisse mit leiseren Maximalpegeln zu vernachlässigen; dies wird hier aber nicht getan
- Berücksichtige Immissionshöhe: ja; mit diesem Parameter wird in CadnaA gesteuert, ob die Immissionspunkthöhe berücksichtigt wird und ob bei der Ermittlung der Höhe der Flugrouten die explizit eingegebene Höhe des Flughafenbezugspunktes verwendet wird<sup>26</sup>
- Immissionspunkthöhe 4 m; absolut: nein; somit wird die Immissionspunkthöhe relativ zur Geländehöhe bzw. Standardhöhe ermittelt
- Geländemodell, Standardhöhe: 0 m; es wurde kein Geländemodell verwendet
- Flugplatzhöhe: 0 m; notwendig, da kein Geländemodell verwendet wird
- Flugkorridorintegration: „nach UBA“
- Bezugszeitraum  $T(s) = 31.536.000$  (1 Jahr)

<sup>26</sup> Dies ist im Widerspruch zur Dokumentation der Berechnungsvorschrift, wurde aber vom Software-Hersteller bestätigt.

- Raster:  $dx = dy = 10 \text{ m}$
- Gebäude ausschließen: nein; d. h. bei der Auswertung, wie groß die belasteten Flächen sind, wird nicht nach bebauten und unbebauten Flächen unterschieden. Dies ist ein Unterschied zu den anderen Lärmarten
- Gebäudehöhen berücksichtigen: nein

## 4 Qualitätssicherung

Die Ergebnisse einer Lärmkartierung können immer nur so gut sein wie die verwendeten Eingangsdaten. Um eine hinreichende Qualität der Kartierungsergebnisse zu erzielen, wurden im Verlauf des Kartierungsprozesses sowohl die Eingangsdaten als auch die Berechnungsverfahren einer umfangreichen Qualitätssicherung unterzogen. Dabei wurden Elemente der Fremd- und Eigenüberwachung herangezogen.

Das HLNUG kartiert mit der Umgebungslärmkartierung 2017 den Umgebungslärm in Hessen erstmals auch ohne Berücksichtigung der Schwellenwerte der

EU-Umgebungslärmrichtlinie bzw. der 34. BImSchV und somit über die Anforderungen dieser Vorgaben hinaus. Die wesentlichen Ziele des Vorgehens waren die Entwicklung eines vielfältig einsetzbaren Systems sowie die Vervollständigung der Eingangsdaten.

Ein wichtiger Bestandteil der Qualitätssicherung ist der Web-Service Lärm (ODEN), mit dem die Eingangsdaten den hessischen Kommunen von Oktober 2016 bis Februar 2017 zur Überprüfung zur Verfügung gestellt wurden.

### 4.1 Eingangsdaten

#### 4.1.1 Straßen-, Schienen- und Industrielärm

Die Eingangsdaten wurden einem mehrstufigen Überprüfungssystem unterzogen. Wesentliche Prüfschritte innerhalb des HLNUG waren die Prüfung der Vollständigkeit und der Plausibilität der Eingangsdaten.

Zu Beginn der Planungen zur Umgebungslärmkartierung 2017 wurden vom HLNUG die Anforderungen an die jeweiligen Datensätze formuliert und im Vorfeld mit den Datenlieferanten kommuniziert. Dadurch konnten aufwendige Datenkorrekturen im Nachgang zu den Datenlieferungen vermieden werden.

Diese Rohdatensätze wurden an die Stapelfeldt Ingenieurgesellschaft mbH (SIG) zur Implementierung in ODEN weitergeleitet. Im Rahmen dieser Einbindung der Datensätze in ODEN wurden in enger Abstimmung mit dem HLNUG u. a. unplausible Daten angepasst.

Nach dem vollständigen und landesweit einheitlichen Modellaufbau in ODEN wurden im HLNUG weitere stichprobenhafte Überprüfungen hinsichtlich Vollständigkeit und Plausibilität der Daten vorgenommen.

Anschließend wurden die Kommunen eingebunden, um die Datensätze in ihrem jeweiligen Zuständigkeitsbereich insbesondere auf Richtigkeit zu überprüfen. Dieser Prozess lief von Oktober 2016 bis Februar 2017. Korrekturen und Ergänzungen der Kommunen wurden vor der Übernahme in das Gesamtmodell vom HLNUG geprüft und bei Bedarf, bei IED-Anlagen in Absprache mit den Regierungspräsidien, angepasst.

## 4.1.2 Fluglärm

Die Eingangsdaten des DES 2016 wurden bezüglich der Routenverläufe und Korridorbreiten ausführlich von Experten des Forum Flughafen und Region geprüft. Deshalb wurde auf eine erneute intensive Prüfung der Routen verzichtet und lediglich eine grobe visuelle Prüfung vorgenommen.

Eine Plausibilitätsprüfung des DES des Flughafen Frankfurt wurde anhand der nach VBUF-Klassen aufgeschlüsselten Gesamt-Flugbewegungszahlen im Vergleich mit zwei anderen Datenquellen vorgenommen. In Tabelle 8 sind die Zahlen für das Jahr 2016 aus FANOMOS-Flugspurdaten<sup>27</sup>, aus dem Bericht der Fluglärmenschutzbeauftragten des Landes Hessen an die Fluglärmkommission Frankfurt<sup>28</sup> und aus dem für die Kartierung verwendeten VBUF-DES verglichen. In den FANOMOS-Daten liegt ein Datensatz für jede erkannte Flugspur vor. Insgesamt handelt es sich um 461.569 Flugspuren. Darin enthalten sind 256 Flugbewegungen, die in mehrere Flugspuren zerstückelt sind. Zu den meisten Spuren lag eine Zuordnung in eine ICAO-Typenbezeichnung vor. Diese wurden mithilfe einer von Fraport zur Verfügung gestellten Zuordnungsdatei zu AzB08-Klassen zugeord-

net. Nur zu insgesamt 719 Flugspuren lagen keine in AzB08/VBUF Klassen übersetzbare Typen vor. Die Zuordnung ist jedoch nicht eindeutig, deshalb musste an späterer Stelle eine manuelle Korrektur erfolgen. Die Korrektur betraf die Typen Embraer 190/195, Boeing 757-300 und Gulfstream III, welche alle in je nach MTOM<sup>29</sup>/ Hushkit<sup>30</sup> in zwei verschiedene Klassen eingeordnet werden können. Laut telefonischer Auskunft lagen in der Verkehrsdatenbank von Fraport 2016

- insgesamt 6.756 Bewegungen von E190/195 mit MTOM unter 50t vor (damit S5.1 statt S5.2)
- 899 Bewegungen von B 757-300, welche kein Zertifikat für S5.2 haben und deshalb unter S6.1 einzuordnen sind
- sowie 4 Bewegungen der Gulfstream III, welche aufgrund ihres Hushkits nicht mehr in der Klasse S1.0 eingeordnet werden.

Diese Korrekturen sind in der Tabelle 8 eingearbeitet.

27 FANOMOS-Daten bereitgestellt von der Deutschen Flugsicherung für den Flughafenstandort Frankfurt am Main (EDDF) der Zeiträume Januar bis einschließlich Mai 2016, geliefert am 03.06.2016 bzw. der Zeiträume Juni bis einschließlich Dezember 2016 geliefert am 8.02.2017

28 Kurzbericht der Fluglärmenschutzbeauftragten für den Flughafen Frankfurt Main für die 240. Sitzung der Kommission zur Abwehr des Fluglärms am 19. April 2017 [http://www.flk-frankfurt.de/eigene\\_dateien/sitzungen/240.\\_sitzung\\_am\\_19.4.2017/top\\_8b\\_-\\_schriftlicher\\_bericht\\_des\\_hmwevl\\_zur\\_240.\\_flk-sitzung\\_-\\_korrektur\\_6.9.2017.pdf](http://www.flk-frankfurt.de/eigene_dateien/sitzungen/240._sitzung_am_19.4.2017/top_8b_-_schriftlicher_bericht_des_hmwevl_zur_240._flk-sitzung_-_korrektur_6.9.2017.pdf); nach Rücksprache mit dem HMWEVL korrigiert um einen Zeilendreher in der Zuordnung der Propellerklassen

29 MTOM: Maximum take off mass; Höchstabflugmasse

30 nachrüstbare Einrichtung zur Schalldämmung an älteren Turbofantriebwerken

**Tab. 8:** Vergleich der Flugbewegungszahlen des Jahres 2016 aus drei verschiedenen Quellen. (Erläuterung siehe Text)

	FANOMOS korrigiert	Bericht der FLSB an FLK	VBuF-DES	Abweichung DES-FLSB		Abweichung	
P1.3	10	14	14	-0,07 %	0	39,90 %	4
P1.4	367	362	362	0,01 %	0	-1,36 %	-5
P2.1	5.406	5.463	5.467	0,07 %	4	1,13 %	61
S5.1	49.925	50.187	50.314	0,25 %	127	0,78 %	389
S5.2	298.539	299.778	300.482	0,23 %	704	0,65 %	1.943
S5.3	133	134	134	0,00 %	0	0,74 %	1
S6.1	57.815	5.8053	58.231	0,31 %	178	0,72 %	416
S6.2	4.670	4.680	4.705	0,53 %	25	0,75 %	35
S6.3	9.186	9.224	9.258	0,37 %	34	0,78 %	72
S7(=S7+S8)	34.783	34.919	35.027	0,31 %	108	0,70%	244
H2(=alle H)	12		72		72	500,00 %	60
<b>Gesamt</b>	<b>460.850</b>	<b>462.814</b>	<b>464.066</b>	<b>0,27 %</b>	<b>1.252</b>	<b>0,70 %</b>	<b>3.216</b>

Weiterhin ist noch zu berücksichtigen, dass im VBuF-DES die Fehlanflüge (Missed-Approaches) berücksichtigt sind, diese aber in den beiden anderen Datenquellen nicht notwendigerweise berücksichtigt sind. Insgesamt waren 2016 etwa 0,2 % bis 0,4 % der Anflüge Fehlanflüge.

Es ist davon auszugehen, dass das System zur Erfassung der Bewegungen und Erstellung der

FANOMOS-Spuren nicht immer funktioniert. Kleine verbleibende Differenzen können eventuell daher erklärt werden.

Die Bewegungszahlen stimmen unter Beachtung der oben genannten möglichen Quellen für Unterschiede hinreichend genau überein. Die zu erwarteten Effekte der kleinen Differenzen auf die Konturen des äquivalenten Dauerschallpegels sind vernachlässigbar.

## 4.2 Berechnungsmethoden

Die Berechnungsverfahren zur Umgebungslärmkartierung sind seit 2007 etabliert und durch die 34. BImSchV vorgegeben.

Bei der Festlegung der LimA-Rechenparameter für Straßen-, Schienen- und Industrielärm wurde auf die Einstellungen der letzten Umgebungslärmkartierung 2012 zurückgegriffen, da für diese Einstellungen

bereits entsprechende Qualitätssicherungsanalysen durchgeführt wurden. Im Folgenden werden die wesentlichen Ausführungen zur Qualitätssicherung aus dem Abschlussbericht zur Umgebungslärmkartierung 2012<sup>31</sup> hier wiedergegeben.

Für die Qualitätssicherungs-Analyse zur Bestätigung der hinreichenden Genauigkeit der gewählten

31 Technischer Abschlussbericht Umgebungslärmkartierung Hessen 2012, 17.04.2013

Standard-Berechnungsparameter wurden Vergleichsrechnungen mit veränderten Berechnungsparametern durchgeführt, mit der eine erhöhte Genauigkeit erzielt wird. Als Referenzeinstellung wurde gewählt:

- RADMAX = 3000 m
- RADREFL = 150 m
- DBFEHLER = 0,1 dB
- Keine Vereinfachung der Schirmwirkung entfernter Hindernisse.

Die Berechnungen wurden für 2 % der berechneten Rasterpunkte in exemplarisch ausgewählten 1 x 1 km<sup>2</sup>-Gebieten durchgeführt. Die Differenzen der Ergebnisse, die mit den Standardeinstellungen bzw. mit den Referenzeinstellungen bestimmt werden konnten, wurden mit dem Quantil-Verfahren nach DIN 45687<sup>32</sup> ausgewertet.

Als Prüfgebiete wurden 108 Teilflächen in unterschiedlichen Gemeinden ausgewählt:

- Gebiet im Einfluss stark befahrener Autobahnen (Nähe Flughafen Frankfurt),

- 5 Ballungszentren und
- ca. 100 Gemeinden, die zufällig ausgewählt wurden.

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

Bei dem gewählten Quantil-Verfahren nach DIN 45687 zur Auswertung der beschriebenen Abweichungen werden die Grenzen bestimmt, die mit 10 %-iger Wahrscheinlichkeit über- bzw. unterschritten werden. Die Werte in Tabelle 9 bestätigen die zu erwartende systematische Unterschätzung durch die gewählten Projekteinstellungen. Sie liegen mit 1,1 dB innerhalb der laut Aufgabenstellung zulässigen Toleranz von 2 dB. Ausgewertet wurden 5.218 Testpunkte.

**Tab. 9:** Auswertung zur Qualitätssicherung

	Differenz Projekt – Referenz	Differenz Projekt – Referenz
	L <sub>DEN</sub> in dB(A)	L <sub>Night</sub> in dB(A)
10 % Quantil	-1,1	-1,1
90 % Quantil	-0,2	-0,2

### 4.3 Ergebnisprüfung

In einem abschließenden Schritt der Qualitätssicherung wurden die Rasterergebnisse nach der Vorlage der Berechnungsergebnisse für jede Gemeinde auf Plausibilität geprüft. Auf diese Art konnten Fehler im Datenmodell, die in den ersten Prüfschritten noch nicht erkannt und behoben wurden, ermittelt werden. Nach den durchgeführten Datenkorrekturen wurden die Rechnungen wiederholt.

Zu gefundenen Fehlern zählten beispielsweise Verkehrsführungen im Modell, die aller Wahrscheinlichkeit nach in der Realität anders sind (der Verkehr verläuft über eine Tankstelle, statt über die angrenzende Landesstraße) und Fehler bei der Bestimmung des gemeinsamen DTV-Wertes für zwei getrennte Fahrbahngeometrien. Ebenso wurden teilweise Straßen mit einem DTV-Wert über dem Schwellenwert nicht berechnet.

32 DIN 45687:2006-05: Akustik - Software-Erzeugnisse zur Berechnung der Geräuschimmission im Freien - Qualitätsanforderungen und Prüfbestimmungen

Diese systematischen Fehler wurden korrigiert, soweit dies mit vertretbarem Aufwand möglich war.

Bei der Ermittlung der Belastetenzahlen wurde insbesondere die Anzahl der belasteten Schulen und

Krankenhäuser auf Plausibilität überprüft, da eine Abweichung zu 2012 vorlag, die deutlich höher war als erwartet. Die Überprüfungen ergaben, dass die Ergebnisse der Kartierung 2017 wesentlich plausibler sind als die Ergebnisse der Kartierung 2012.

## 5 Ergebnisse

Die Ergebnisse der Umgebungslärmkartierung 2017, die auf Basis der Berechnungen mit den Schwellenwerten ermittelt wurden, werden in diesem Bericht in Form von Belastetenstatistiken sowie von Lärmkarten dargestellt. Zusätzlich werden alle Ergebnisse auch auf der Homepage sowie im Lärmviewer des HLNUG<sup>33</sup> bereitgestellt.

Die Ergebnisse der PLUS-Berechnungen für die Lärmarten Hauptverkehrsstraßen und Schienenlärm (Stadtbahnen) werden nach den Ergebnissen der Umgebungslärmkartierung 2017 im Lärmviewer Hessen veröffentlicht.

### 5.1 Lärmkarten

Der Umgebungslärm wird in diesem Bericht für jede der vier Lärmarten (Straßenverkehr, Schienenverkehr, Flugverkehr und Industrieanlagen) und jeweils für den 24 Stundenwert  $L_{DEN}$  und den Nachtwert  $L_{Night}$  angegeben. Die Karten und insbesondere die Hessenkarten in diesem Bericht können lediglich zur ersten Übersicht über die Lärmimmissionen dienen. Alle Detailkarten der Umgebungslärmkartierung 2017, mit der Möglichkeit unterschiedliche Maßstabskarten zu generieren, stehen im Lärmviewer Hessen zur Verfügung.

Die Ergebnisse der PLUS-Kartierungen werden im Nachgang zur Umgebungslärmkartierung 2017 nur im Lärmviewer Hessen veröffentlicht.

Die Lärmkarten sind nach den Vorgaben der EU-Umgebungslärmrichtlinie und deren Umsetzung in Nationales Recht durch die 34. BImSchV aufbereitet und dargestellt.

Die Ergebniskarten sind im Anhang zu diesem Bericht als Gesamtübersicht Hessen sowie jeweils für die fünf Ballungsräume zu finden, soweit die jeweilige Lärmart betrachtet wurde.

### 5.2 Belastetenstatistik

Nach den Vorgaben der 34. BImSchV sind tabellarische Angaben über die geschätzte Zahl der Menschen, die in Gebieten wohnen, die innerhalb der jeweiligen Isophonen-Bänder liegen, erforderlich (Belastetenzahlen). Die Angabe hat getrennt für jede Lärmart zu erfolgen

Die Lärmbelastung in der Fläche und an den Fassaden wurde grundlegend nach Maßgabe des EU-Meldeverfahrens ausgewertet. Die Belastetenstatistik

wird auf Basis einer Rundung der Ergebnisse auf 100 Einwohner an die EU-Kommission gemeldet. Damit stehen deutschland- und europaweit vergleichbare Datensätze zur Verfügung, die gemeindebezogen die gemäß VBEB ermittelten Angaben zur Anzahl der lärmbelasteten Einwohner, Wohnungen, Schulen und Krankenhäuser enthält. Diese Belastetenstatistik wird über das Umweltbundesamt (UBA) an die EU-Kommission gemeldet.

<sup>33</sup> [www.hlnug.de](http://www.hlnug.de); <http://laerm.hessen.de>

Die Grundlage der EU-Meldung bilden die Tabellenangaben in den Anhängen A3 dieses Berichtes. Die Tabellen zeigen die einzelnen Indikatoren für die fünf Ballungsräume und das landesweite Gebiet der übrigen Gemeinden sowie die für das Gesamtgebiet Hessen aufsummierten lärmbelasteten Einwohner, Flächen, Wohnungen, Schulen und Krankenhäuser.

Auf der Internetseite des HLNUG<sup>34</sup> können die Ergebnisse auch pro Gemeinde abgerufen werden.

In diesem Bericht und auf der Internetseite sind die Ergebnisse ohne Rundung dargestellt.

### 5.3 Ergebnisdiskussion

Für die Interpretation der Ergebnisse der Umgebungslärmkartierung und insbesondere beim Vergleich der aktuellen Ergebnisse mit den Ergebnissen der letzten Kartierung 2012 und mit Ergebnissen von Berechnungen, die auf den Grundlagen von anderen rechtlichen Anforderungen erstellt wurden, ist es wichtig, die Ursachen für mögliche Differenzen im Lärmraster, aber auch in den Belastetenzahlen zu kennen.

Unterschiede in der Rasterdarstellung der Immissionspegel und in den Belastetenzahlen zwischen der Kartierung 2012 und 2017 können, müssen aber nicht zwingend, auf eine tatsächliche Veränderung der Lärmbelastung innerhalb der betroffenen Kommune zurückzuführen sein.

Die Ursachen für diese Unterschiede sind vielfältig und werden im Folgenden für die relevantesten Faktoren des Straßen- und Fluglärms beschrieben.

Die für die Umgebungslärmkartierung 2017 verwendete Methodik zur Bestimmungen der Anzahl der Bewohner der Wohnhäuser unterscheidet sich deutlich von der Methodik, die noch 2012 verwendet wurde. Für die Kartierung 2012 wurden die Einwohner einer Gemeinde proportional zum Volumen der Wohngebäude verteilt. Mit der Methode der Kartierung 2017 zur Zuordnung der Einwohner einer Gemeinde zu den Wohngebäuden ([siehe Kapitel 2.6.1](#)) wird die Realität deutlich besser abgebildet. Daher ergeben sich bereits durch diese methodische Verbesserung gegenüber der Kartierung 2012 Abweichungen bei den Belastetenzahlen.

Im Rahmen der strategischen Lärmkartierung werden die Datengrundlagen immer weiter verbessert. Dennoch entsteht kein beliebig hohes Maß an Genauigkeit. In diesem Bericht werden die ungerundeten Zahlen veröffentlicht, um den vollen Informationsgehalt der Kartierungsergebnisse nicht zu verlieren. Das bedeutet aber nicht, dass die Unsicherheiten aller dargestellten Werte kleiner als die letzte dargestellte Ziffer sind.

Ein weiteres Beispiel für Verbesserung der Eingangsdaten gegenüber den letzten Kartierungen ist die Berücksichtigung realitätsnaher Gebäudehöhen durch die Verwendung des LoD-1-Gebäudemodells. Für die Kartierung 2012 wurden pauschale Gebäudehöhen verwendet. Das für die Kartierung 2017 verwendete LoD-1-Gebäudemodell basiert auf Laserscanbefliegungen und beinhaltet die tatsächliche mittlere Höhe eines jeden Gebäudes. Dadurch können Effekte der Schallabschirmung und der Reflexion deutlich realitätsnaher berücksichtigt werden.

Nach dem Konzept der EU-Umgebungslärmrichtlinie ist der Umgebungslärm durch den Straßenverkehr weitgehend flächendeckend für das gesamte Bundesland und die anderen Lärmarten für die jeweiligen Ballungsräume zu ermitteln. Aus diesem Grund werden die Eingangsdaten für die Umgebungslärmkartierung i. d. R. nicht in einem solchen Detaillierungsgrad erfasst, wie z. B. bei einer lokalen Einzelfalluntersuchung nach den jeweiligen fachgesetzlichen Vorgaben, was ebenfalls zu Unterschieden in der Ermittlung der Immissionspegel und der Belastetenzahlen führen kann.

Im Unterschied zur Kartierung der Stufe 2 aus dem Jahr 2012 ließen sich die Zuweisungen der Gebäude zu Institutionen erheblich präziser durchführen, da für 2017 im Gegensatz zu 2012 die Koordinatenpunkte für Schulen oder Krankenhäuser vorlagen. In Stufe 2 wurden Gebäude mit gleicher Angabe von Funktion (Schule/Krankenhaus) und gleicher Adresse für die Statistik zu einem belasteten Objekt

34 [www.hlnug.de](http://www.hlnug.de)

zusammengefasst. Gebäudeobjekte mit unterschiedlichen Adressen oder nicht eindeutigen Adressen wurden als getrennte Schulen bzw. Krankenhäuser

erfasst. Dies führte 2012 zu einer zum Teil deutlichen Überschätzung der Zahlen für belastete Schulen und Krankenhäuser.

### 5.3.1 Straße

Die Umgebungslärmkartierung 2017 basiert auf Modelldaten, die gegenüber den Modelldaten der letzten Kartierungen 2007 und 2012 ein deutlich höheres Maß an Einheitlichkeit, Aktualität und Realitätsnähe aufweisen. Daher unterscheiden sich die Lärmraster und die Zahlen der Belastetenstatistiken der aktuellen Umgebungslärmkartierung teilweise deutlich von den Ergebnissen der Kartierung 2012.

Die Verwendung des Verkehrsmodells von Hessen Mobil für die Umgebungslärmkartierung 2017 hat im Vergleich zu den bisherigen Kartierungen zu deutlichen Änderungen in den Ergebnissen geführt. Im Rahmen der SVZ 2010, die in der Umgebungslärmkartierung Verwendung fand, wurden von Hessen Mobil für viele klassifizierte Straßen innerhalb von Ortschaften keine Zählungen durchgeführt, da diese Straßenabschnitte nicht in der Baulast des Landes Hessen liegen. Aufgrund dessen konnten diese Straßenabschnitte in den Kartierungen 2007 und 2012 nicht kartiert werden, da keine Eingangsdaten für die Berechnungen zur Verfügung standen. Mit dem für die Umgebungslärmkartierung 2017 verwendeten Verkehrsmodell wurden diese Lücken z. T. geschlossen, so dass insbesondere in vielen Ortsdurchfahrten erstmals überhaupt Verkehrsdaten, als Grundlage zur Kartierung vorliegen.

Die unterschiedliche Form der Eingangsdaten erschwerten einen direkten zahlenmäßigen Vergleich der beiden Straßenmodelle von 2012 und 2017. Im Straßenmodell der Umgebungslärmkartierung 2012 wurde jeder Straßenabschnitt als ein Segment (Geometrie) für mehrere Fahrspuren modelliert. Für die Umgebungslärmkartierung 2017 wurden viele Straßenabschnitte mit zwei Segmenten, eines für die Hin- und eines für die Rückrichtung, modelliert (insbesondere Autobahnen und Bundesstraßen). Dadurch sind

die eigentlichen Strecken im Modell 2017 deutlich länger als die tatsächliche Straßenlänge. Aus diesem Grund wurden die Daten von 2017 bearbeitet, um eine vergleichbare Übersicht zu erhalten. Hierzu wurde für Straßenabschnitte, die 2017 je eine Geometrie pro Fahrtrichtung, haben die halbe Streckenlänge ermittelt. Im Modell von 2012 lagen ausschließlich einfache Geometrien für die Straßen vor.

Weiterhin wurden bei den Kartierungen 2012 und der EU-Kartierung 2017 unterschiedliche Schwellenwerte berücksichtigt. 2012 wurde für die Hauptverkehrsstraßen ein DTV-Wert von 8.000 Kfz/24 h als Schwellenwert verwendet, 2017 ein Schwellenwert von 8.200 Kfz/24 h jeweils außerhalb der Ballungsräume.

Die Analyse zeigt eine Verbesserung der Kartierungsdichte vor allem außerhalb der Ballungsräume. Die geringeren Belastetenzahlen gegenüber der Umgebungslärmkartierung 2012 innerhalb der Ballungsräume Kassel, Offenbach am Main und Wiesbaden lassen sich durch die Verwendung des hessenweiten Modells erklären. Für die Umgebungslärmkartierung 2012 haben diese Ballungsräume im Gegensatz zur Umgebungslärmkartierung 2017 eigene kommunale Straßenverkehrsdaten zur Verfügung gestellt. Diese Datensätze der Kartierung 2012 weisen eine größere Detailtiefe auf als das hessenweite Verkehrsmodell.

Insgesamt wurden 2017 hessenweit etwa 6,6 % mehr Straßenabschnitte kartiert als 2012. Somit können sich auch die Belastetenzahlen zwischen der Kartierung 2012 und 2017 deutlich unterscheiden. Positive Auswirkungen der bisherigen Lärmaktionsplanungen auf die Belastetenzahlen können daher nicht immer anhand der aktuellen Belastetenzahlen dokumentiert werden.

**Tab. 10:** Vergleich der kartierten Straßenabschnitte 2012 und 2017 (EU-Kartierung)

Kartierte Straßenstrecken im Bereich	2012	2017	Änderung
Außerhalb der Ballungsräume	3.198	3.581	12,0
Darmstadt	161	164	1,6
Frankfurt am Main	490	506	3,3
Kassel	199	136	-31,7
Offenbach am Main	99	86	-12,7
Wiesbaden	313	281	-10,3
<b>Gesamt</b>	<b>4.460</b>	<b>4.755</b>	<b>6,6</b>

### 5.3.2 Fluglärm

In diesem Unterkapitel werden exemplarisch einige Unterschiede zwischen den Ergebnissen nach Prognose-DES 2012 und der aktuellen Fluglärmrechnung der Umgebungslärmkartierung 2017 auf der Grundlage des DES 2016 diskutiert.

Sowohl für die Umgebungslärmkartierung 2012 als auch für die Kartierung 2017 wurde die gleiche Berechnungsvorschrift (VBUF) verwendet. Bei Vergleichen mit den Ergebnissen der letzten Kartierung ist Folgendes zu beachten.

Wie in Kapitel 2.3 beschrieben wurden seit Frühjahr 2011 für die Inbetriebnahme u. a. der neuen Landebahn Nordwest und der Südumfliegung grundlegende systematische Änderungen am An- und Abflugsystem des Flughafens Frankfurt (Main) vorgenommen. Außerdem war mit der Inbetriebnahme der neuen Bahn im November 2011 ein Verbot planmäßiger Flugbewegungen von 23:00 bis 5:00 Uhr sowie eine Beschränkung der zulässigen Flugbewegungen von 22:00 bis 6:00 Uhr in Kraft getreten. Die Unterschiede durch die Änderungen des Flugbetriebs waren insgesamt so wesentlich, dass für diese Kartierung zwei unterschiedliche Auswertungen ausgearbeitet wurden: Eine für den Zustand 2011 und

eine Prognose für den Flugbetrieb 2012<sup>35</sup>. Naturgemäß waren im Nachhinein Unterschiede zwischen Prognose und Realität feststellbar, so beispielsweise für die Gesamtflugbewegungszahlen, wie sie in der Abbildung 14 dargestellt sind. Die Prognose der nächtlichen Bewegungszahlen stellte sich allerdings als nahezu zutreffend heraus, wie in Abbildung 15 ablesbar. Die Interpretation der Situation 2011 ist komplex, da sowohl DES als auch der Flugbetrieb in den beschriebenen Aspekten sich während des Jahres wesentlich geändert haben. Deshalb werden hier trotz der Überschätzung der Gesamtflugzahlen um etwa 5 % das Jahr 2012 als Ausgangsjahr betrachtet.

Maßgebliche reale Ursachen für Veränderungen zwischen den Ergebnissen der Umgebungslärmkartierung 2012 und 2017 sind

- unterschiedliche Flugbewegungszahlen, insbesondere nachts,
- unterschiedliche Flottenmixe,
- teilweise unterschiedliche Flugstrecken und Unterschiede in der Nutzungshäufigkeit bestimmter Strecken.

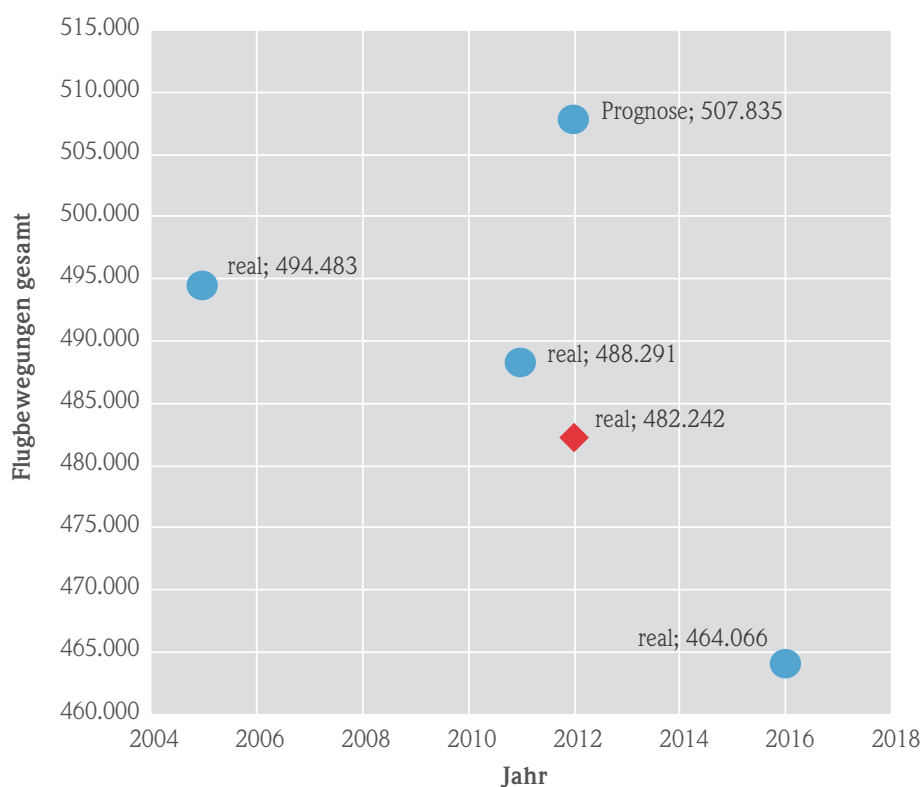
<sup>35</sup> Beide Berechnungen basieren auf der mittleren Betriebsrichtungsverteilung aus den jeweils 6 verkehrsreichsten Monaten der Jahre 2000 bis 2009. Diese beträgt bezogen auf die Bewegungszahlen tagsüber 27 % 07-Betrieb und nachts 26 % 07-Betrieb.

Neben den realen Ursachen für Veränderungen gibt es auch Unterschiede in den Ergebnissen aufgrund von Veränderungen der Modellierung:

- geändertes DES (dessen Änderungen aber teilweise auch den genannten realen Veränderungen entsprechen)
- unterschiedliche Vorgehensweise bei der Bestimmung der Zwischenabflugsegmente und der Einfädelbereiche [\(siehe Kapitel 2.3\)](#)
- damals Verwendung eines Geländemodells, diesmal nicht [\(siehe Kapitel 2.5\)](#)

- damals Verwendung einer standardisierten Betriebsrichtungsverteilung, diesmal der Realverteilung [\(siehe Kapitel 2.3\)](#)
- unterschiedliches Bevölkerungsmodell [\(siehe Kapitel 2.6.1\)](#)

Im Folgenden wird beispielhaft auf einige dieser Ursachen sowie auf einige konkrete Konturverschiebungen zwischen Prognose 2012 und 2016 näher eingegangen.



**Abb. 14:** Flugbewegungszahlen am Flughafen Frankfurt (Main), wie sie in den VBUF-DESen zur Umgebungsärmkartierung berücksichtigt wurden; nur der Wert „real 2012“ wurde in keinem VBUF-DES berücksichtigt.

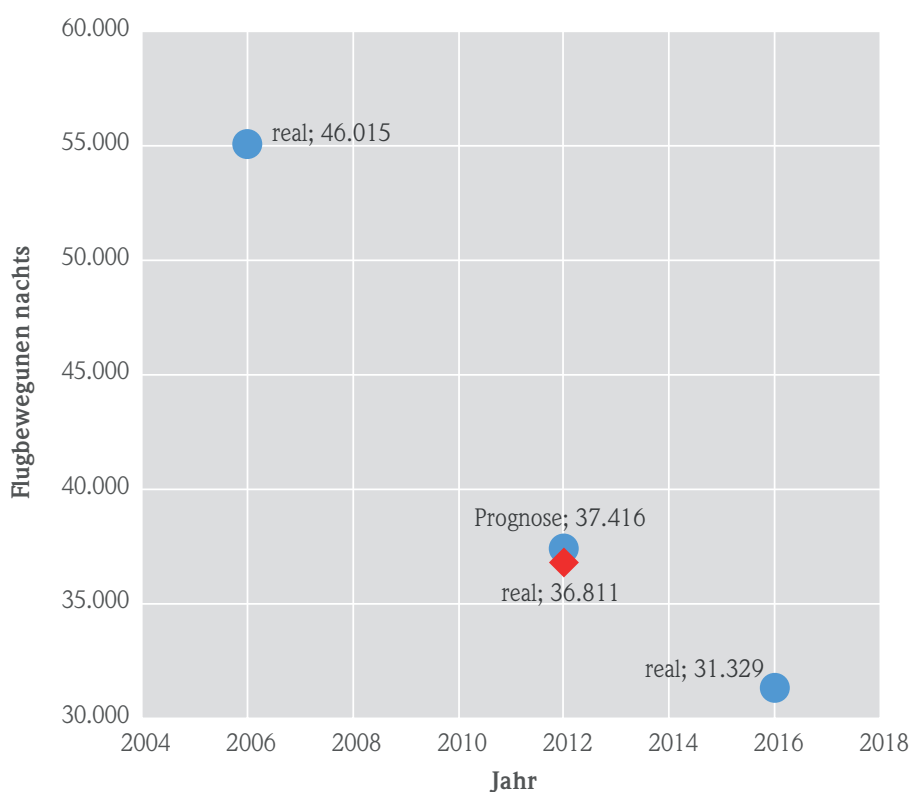
## Flugbewegungszahlen

In erster Näherung kann die Veränderung der Fläche der berechneten Fluglärmkonturen und der Belasteten-zahlen durch den Flottenmix und die Flugbewegungszahlen erklärt werden<sup>36</sup>. Es ist die beabsichtigte Charakteristik des  $L_{DEN}$ -Pegels, dass ein Lärmereignis zwischen 22 und 06 Uhr zehnfach in den Wert eingeht, verglichen mit einem identischen Lärmereignis zwischen 06 und 18 Uhr. Aus diesem Grund hat insbesondere die Entwicklung der nächtlichen Bewegungszahlen, welche in Abbildung 15 dargestellt ist, Einfluss auf den  $L_{DEN}$ -Pegel. Nachts sind die Bewegungszahlen deutlicher zurückgegangen als die Gesamtzahlen. Die Prognose des DES 2012 lag für den Nachtzeitraum im Gegensatz zu den Gesamtzahlen relativ nah an der Realität.

In der Tabelle 11 sind die An- und Abflugzahlen getrennt nach Tag, Abend, und Nacht aus dem Pro-

gnose-DES 2012, in Tabelle 12 aus dem DES 2016 dargestellt. In Tabelle 14 werden diese Zahlen verglichen<sup>37</sup>. Die prognostizierten Bewegungszahlen wurden weder 2012 noch jemals danach erreicht, sondern immer um einige Prozent unterschritten.

Insgesamt liegen die realen Gesamtbewegungszahlen für 2016 etwa 9 % unterhalb der im Prognose-DES 2012 unterstellten Werte. Das geht konform mit dem rechnerischen Rückgang der Konturen an den meisten Stellen. Der Effekt der Verlagerung zu schwereren Flugzeugen arbeitet in die andere Richtung, ist aber eher schwach. Außerdem sind z. B. die Flugbewegungen der mittelschweren Klassen S6.2 und S6.3 stark rückläufig. In der Realität sind die Bewegungszahlen zwischen 2012 und 2016 um etwa 3,8 % zurückgegangen.



**Abb. 15:** Flugbewegungszahlen nachts am Flughafen Frankfurt (Main), wie sie in den VBUF-DESen zur Umgebungsärmkartierung berücksichtigt wurden; der Wert „real 2012“ wurde in keinem VBUF-DES berücksichtigt.

36 Die „realen“ Bewegungszahlen 2011, 2016 und Prognose 2012 sind den VBUF-DESen entnommen, die realen 2012 den Kurzbericht der Fluglärmenschutzbeauftragten für den Flughafen Frankfurt Main für die 240. Sitzung der Kommission zur Abwehr des Fluglärms am 19. April 2017 [http://www.flk-frankfurt.de/eigene\\_dateien/sitzungen/240\\_sitzung\\_am\\_19.4.2017/top\\_8b\\_-\\_schriftlicher\\_bericht\\_des\\_hmwewl\\_zur\\_240\\_flk-sitzung\\_-\\_korrektur\\_6.9.2017.pdf](http://www.flk-frankfurt.de/eigene_dateien/sitzungen/240_sitzung_am_19.4.2017/top_8b_-_schriftlicher_bericht_des_hmwewl_zur_240_flk-sitzung_-_korrektur_6.9.2017.pdf)

37 Die AzB08-Klassen S7 und S8 sind in der VBUF zur Klasse S7 zusammengefasst. In den DESSen 2011/12 wurde noch die Klasse S8 gesondert aufgeführt, allerdings in der Berechnung dann VBUF-konform als S7 berücksichtigt. Das ist in den Tabellen berücksichtigt.

**Tab. 11:** An- und Abflugzahlen im Prognose-DES 2012, eingeteilt in Flugzeugklassen und Tag, Abend und Nacht (die Gesamtzahl wurde um ca. 5 % überschätzt).

Klasse	Anzahl der Abflüge			Anzahl der Anflüge			Gesamt
	Tag	Abend	Nacht	Tag	Abend	Nacht	
P1.3	0	0	0	0	0	0	0
P1.4	223	140	48	276	73	59	819
P2.1	4.344	1.672	131	4.101	1.518	551	12.317
S5.1	20.696	7.334	700	20.810	7.332	617	57.489
S5.2	112.388	36.458	11.309	111.028	43.804	5.584	320.571
S5.3	967	490	6	1.190	267	0	2.919
S6.1	18.394	4.263	2.760	18.625	2.677	4.216	50.936
S6.2a	0	0	0	0	0	0	0
S6.2b	2.216	1.076	1.139	2.596	1.237	672	8.936
S6.3	7.207	2.107	594	6.812	526	2.612	19.857
S7a(+S8a)	436	518	74	11.791	1.881	3.346	18.045
S7b(+S8b)	10.481	2.429	3.000	0	0	0	15.910
H2.1	11	0	0	25	0	0	36
<b>Gesamt</b>	<b>177.362</b>	<b>56.488</b>	<b>19.760</b>	<b>177.253</b>	<b>59.316</b>	<b>17.656</b>	<b>507.835</b>

**Tab. 12:** An- und Abflugzahlen im DES 2016, eingeteilt in Flugzeugklassen und Tag, Abend und Nacht

Klasse	Anzahl der Abflüge			Anzahl der Anflüge			Gesamt
	Tag	Abend	Nacht	Tag	Abend	Nacht	
P1.3	6	1	0	6	1	0	14
P1.4	136	30	15	138	18	25	362
P2.1	1.675	977	82	1.568	713	452	5.467
S5.1	18.992	5.869	292	18.219	6.288	654	50.314
S5.2	108.563	31.071	10.609	106.751	38.959	4.529	300.482
S5.3	65	2	0	65	1	1	134
S6.1	19.942	6.932	2.242	21.068	3.429	4.618	58.231
S6.2a	26	30	123	1.101	481	769	2.530
S6.2b	1.170	650	355	0	0	0	2.175
S6.3	3.487	822	320	3.529	340	760	9.258
S7a(+S8a)	637	550	191	12.917	2.065	2.533	18.893
S7b(+S8b)	10.161	3.215	2.758	0	0	0	16.134
H2.1	28	7	1	30	6	0	72
<b>Gesamt</b>	<b>164.888</b>	<b>50.156</b>	<b>16.988</b>	<b>165.392</b>	<b>52.301</b>	<b>14.341</b>	<b>464.066</b>

**Tab. 13:** Vergleich der An- und Abflugzahlen im zwischen DES 2016 und Prognose DES 2012, eingeteilt in Flugzeugklassen und Tag, Abend und Nacht. Rot bedeutet Rückgang der Zahlen, grün Zunahme. Die Änderung der Pegel ist jeweils für jede einzelne Klasse aus der relativen Änderung  $\Delta L = 10 \cdot \log(\text{Quotient})$  berechnet. (Zu beachten: die Prognose 2012 war um etwa 5 % überschätzt.)

Klasse	Anzahl der Abflüge			Anzahl der Anflüge			Gesamt 2016/2012	Quotient	$\Delta L$ dB
	Tag	Abend	Nacht	Tag	Abend	Nacht			
P1.3	6	1	0	6	1	0	14		
P1.4	-87	-110	-33	-138	-55	-34	-457	44,2 %	-3,5
P2.1	-2.669	-695	-49	-2.533	-805	-99	-6.850	44,4 %	-3,5
S5.1	-1.704	-1.465	-408	-2.591	-1.044	37	-7.175	87,5 %	-0,6
S5.2	-3.825	-5.387	-700	-4.277	-4.845	-1.055	-20.089	93,7 %	-0,3
S5.3	-902	-488	-6	-1.125	-266	1	-2.785	4,6 %	-13,4
S6.1	1.548	2.669	-518	2.443	752	402	7.295	114,3 %	0,6
S6.2a	26	30	123	1.101	481	769	2.530		
S6.2b	-1.046	-426	-784	-2.596	-1.237	-672	-6.761	24,3 %	-6,1
S6.3	-3.720	-1.285	-274	-3.283	-186	-1.852	-10.599	46,6 %	-3,3
S7a(+S8a)	201	32	117	1.126	184	-813	849	104,7 %	0,2
S7b(+S8b)	-320	786	-242	0	0	0	224	101,4 %	0,1
H2.1	17	7	1	5	6	0	36	201,9 %	3,1
<b>Gesamt</b>	<b>-12.474</b>	<b>-6.332</b>	<b>-2.772</b>	<b>-11.861</b>	<b>-7.015</b>	<b>-3.315</b>	<b>-43.769</b>	<b>91,4 %</b>	

## Flottenmix und Klasseneinteilung

Sowohl 2012 als auch in der aktuellen Umgebungslärmkartierung 2017 gibt es Abweichungen zwischen den berechneten Fluglärmbelastungen und der tatsächlichen Lärmbelastung. Die modellierten Flugzeugklassen stehen für unterschiedliche reale Flugzeugtypen. In der Realität verursachen diese Flugzeugtypen mitunter unterschiedliche Immissionen, obwohl sie derselben Klasse angehören. Wenn innerhalb einer Flugzeugklasse z. B. lautere Flugzeuge durch leisere Flugzeuge ersetzt werden, so ist in der Realität eine Lärminderung vorhanden. Bei

der Lärmberechnung werden dagegen die Lärmimmissionen dieser Flugzeugklasse, unabhängig von der Verteilung der Flugzeuge innerhalb der jeweiligen Flugzeugklasse, unverändert verwendet. Es ist beispielsweise davon auszugehen, dass ein A320neo oder ein A380 zumindest beim Start leiser als die jeweilige Klasse ist. Andererseits erzeugt ein A321 höhere Immissionen als ein A319. Effekte durch Veränderungen in der Flotte, die nicht in einem Wechsel der Flugzeugklasse resultieren sind deshalb nicht in den Ergebnissen der Umgebungslärmkartierung sichtbar.

## Flugstrecken

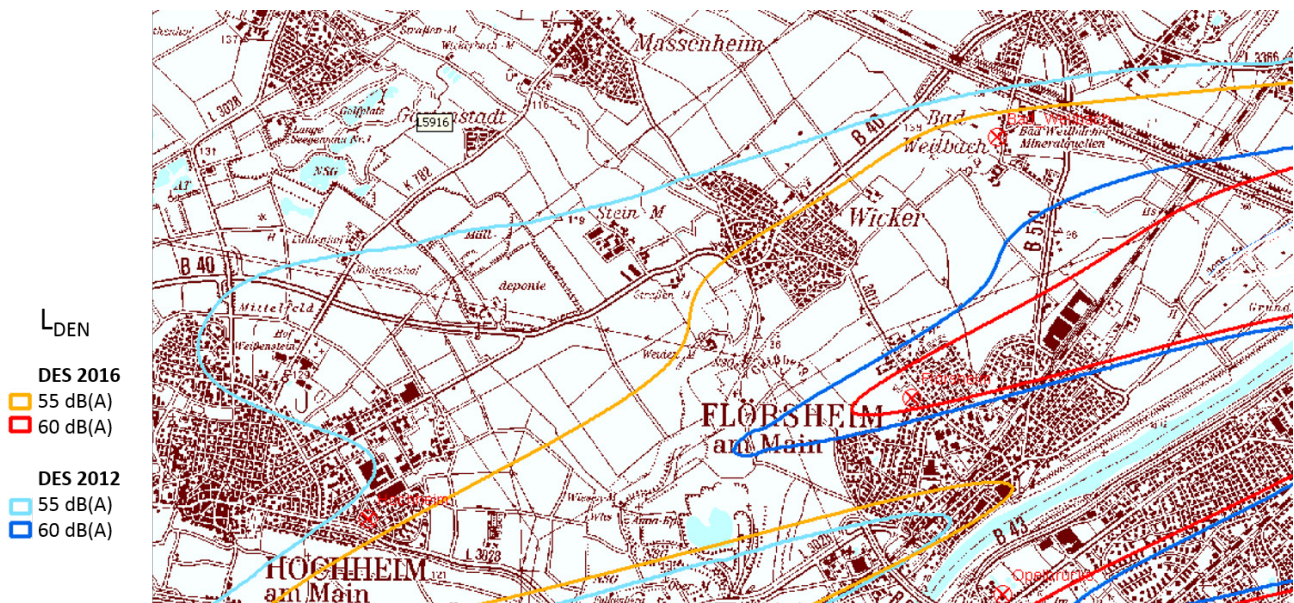
Wie in Kapitel 2.3 beschrieben, wurde das Streckenmodell der DESe für die Kartierung 2011/12 vor der Eröffnung der Landebahn Nordwest erstellt und demnach konnten noch keine Radarspuren nach In-

betriebnahme verwendet werden. Darüber hinaus gab es beispielsweise ab Dezember 2015 Änderungen der Abflugverfahren auf der Südumfliegung, welche im neuen Streckenmodell berücksichtigt wurden.

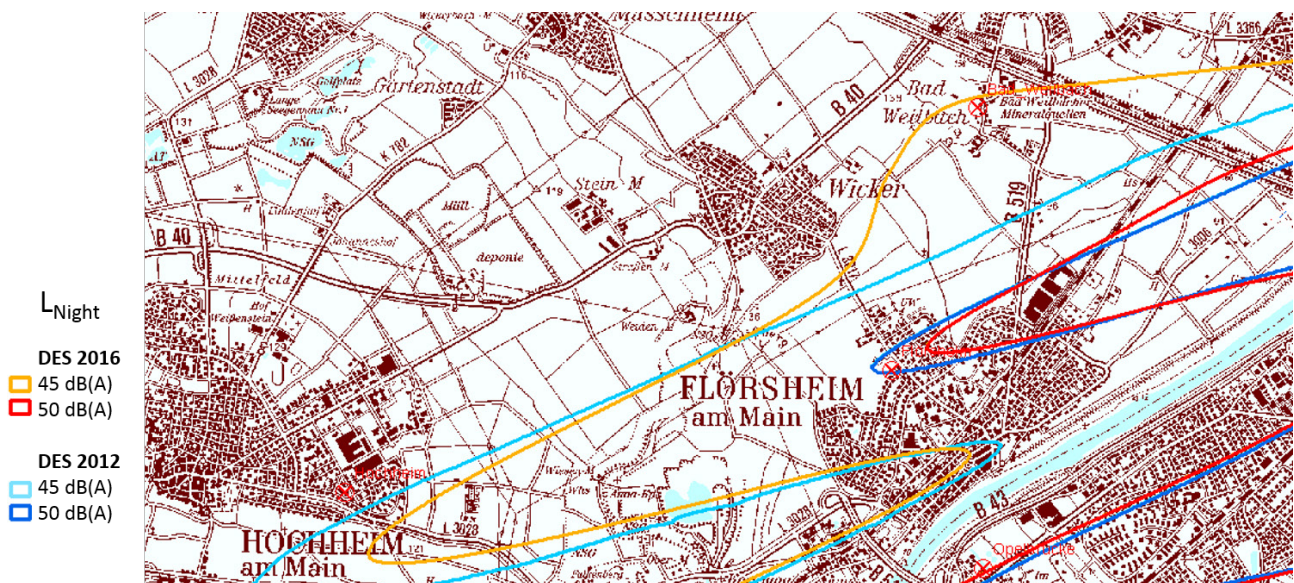
## Veränderungen im Bereich der NW-Abflugstrecke

Für den Bereich der Nordwestabflugstrecke sind die Fluglärmkonturen in Abbildung 16 für den 24h-Pegel  $L_{DEN}$  und in Abbildung 17 für den Nachtpegel  $L_{Night}$  dargestellt.

Im Vergleich ist festzustellen, dass der errechnete 24h-Pegel  $L_{DEN}$  in diesem Bereich deutlich zurückgegangen ist, der Nachtpegel  $L_{Night}$  jedoch deutlich zugenommen hat. Dies lässt sich schlüssig aus den verwendeten Flugbewegungszahlen nach Flugzeugklasse erklären.



**Abb. 16:**  $L_{DEN}$  Konturen im Bereich der NW-Abflugstrecken, berechnet nach Prognose-DES 2012 und DES 2016. Die beiden äußeren Konturen stellen 55 dB(A), die innere 60 dB(A) dar. Datengrundlage: Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation; Geofachdaten: © Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie - alle Rechte vorbehalten



**Abb. 17:**  $L_{Night}$  Konturen im Bereich der NW-Abflugstrecken, berechnet nach DES 2012 und DES 2016. Die beiden äußeren Konturen stellen 45 dB(A), die inneren jeweils 50 dB(A) dar. Datengrundlage: Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation; Geofachdaten: © Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie - alle Rechte vorbehalten

In Tabelle 14 sind die Belegungen der NW-Abflugroute nach Tag, Abend und Nacht sowie nach Klassen aufgeschlüsselt von DES 2012 und DES 2016 verglichen.

Die schweren Klassen S6.2, S6.3 und S7 sind ausschlaggebend für die Ausprägung der Lärmkonturen. Die Belegungszahlen haben am Tag und am Abend

deutlich abgenommen. Im Nachtzeitraum gab es dagegen eine z. T. deutliche Steigerung in allen Klassen der Jets. Die kleinen Veränderungen bei den Propellermaschinen sind für die Lärmkonturen vernachlässigbar.

**Tab. 14:** Belegung nach Flugzeugklassen der NW-Abflugstrecken im DES 2016 und im Vergleich im Prognose DES 2012. Zur besseren Lesbarkeit sind bei den Differenzen Steigerungen grün und Rückgänge rot gekennzeichnet.

Klasse	Prognose DES 2012			DES 2016			Differenz 2016–2012		
	Tag	Abend	Nacht	Tag	Abend	Nacht	Tag	Abend	Nacht
P1.3	0	0	0	1	0	0	1	0	0
P1.4	12	0	12	16	2	6	4	2	-6
P2.1	42	0	6	22	44	5	-20	44	-1
S5.1	30	12	0	210	127	13	180	115	13
S5.2	179	292	136	1.524	767	775	1.345	475	639
S5.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S6.1	5.876	1.292	267	6.449	1.905	405	573	613	138
S6.2a	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S6.2b	786	548	0	197	47	7	-589	-501	7
S6.3	1.661	554	0	98	30	1	-1.563	-524	1
S7a	155	149	0	9	28	3	-146	-121	3
S7b+S8b	4.114	637	0	718	564	34	-3.396	-73	34
<b>Gesamt</b>	<b>12.853</b>	<b>3.483</b>	<b>421</b>	<b>9.244</b>	<b>3.514</b>	<b>1.249</b>	<b>-3.609</b>	<b>31</b>	<b>828</b>

**Tab. 15:** Belegung nach Flugzeugklassen der Südumfliegung im DES 2016 und im Vergleich im Prognose DES 2012. Zur besseren Lesbarkeit sind bei den Differenzen Steigerungen grün und Rückgänge rot gekennzeichnet.

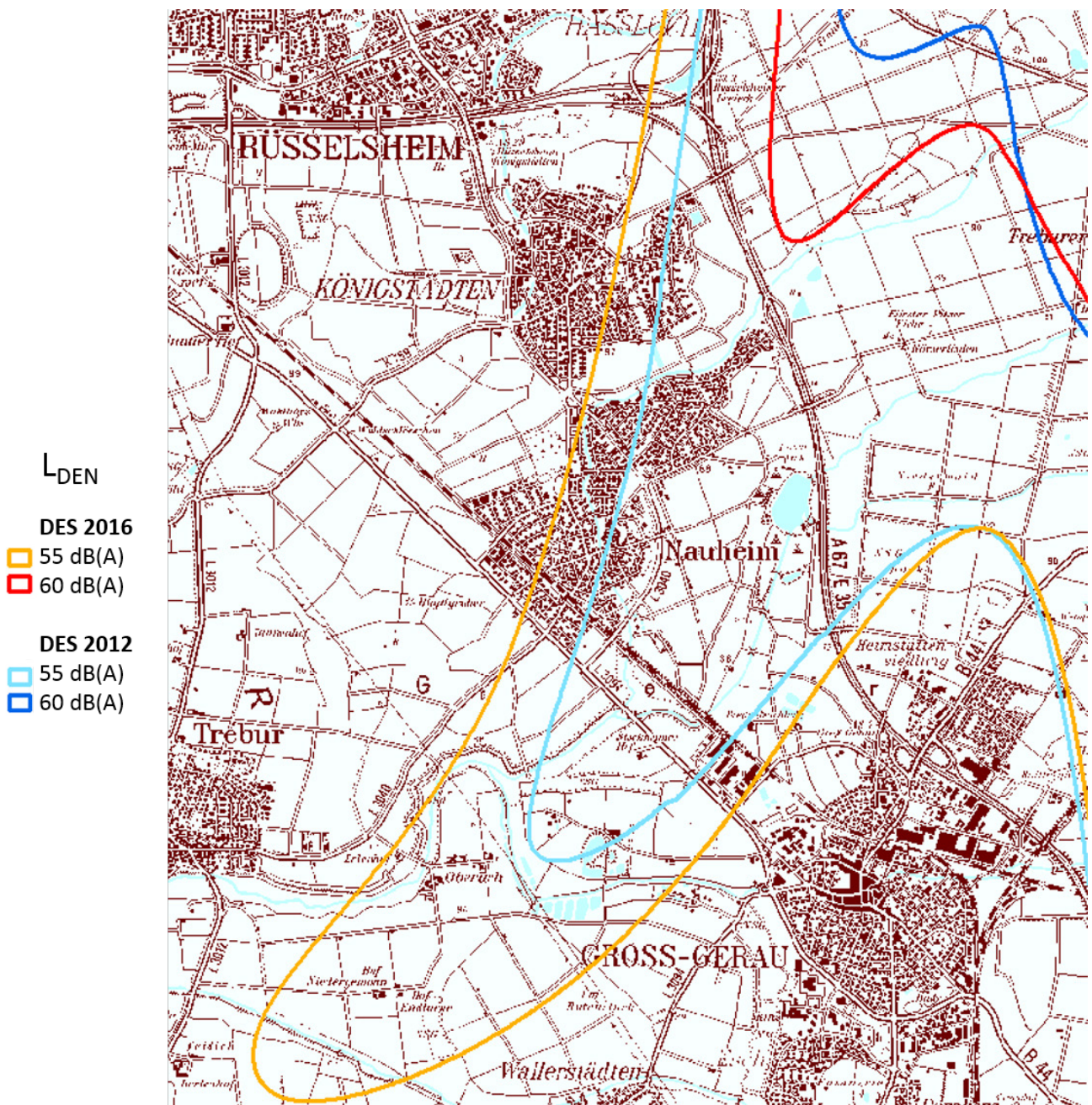
Klasse	Prognose DES 2012			DES 2016			Differenz 2016–2012		
	Tag	Abend	Nacht	Tag	Abend	Nacht	Tag	Abend	Nacht
P1.3	0	0	0	0	1	0	0	1	0
P1.4	77	6	12	25	1	1	-52	-5	-11
P2.1	518	6	30	76	59	8	-442	53	-22
S5.1	4.519	1.792	101	3.213	1.164	24	-1.306	-628	-77
S5.2	25.326	7.317	3.228	20.580	6.325	1.861	-4.746	-992	-1.367
S5.3	530	238	6	0	0	0	-530	-238	-6
S6.1	77	6	0	368	93	3	291	87	3
S6.2a)	0	0	0	2	1	1	2	1	1
S6.2b)	131	48	249	55	16	58	-76	-32	-191
S6.3	54	0	30	1.223	193	26	1.169	193	-4
S7a)	0	0	24	187	281	70	187	281	46
S7b)	30	6	112	4.026	978	263	3.996	972	151
<b>Gesamt</b>	<b>31.261</b>	<b>9.418</b>	<b>3.791</b>	<b>29.755</b>	<b>9.112</b>	<b>2.315</b>	<b>-1.506</b>	<b>-306</b>	<b>-1.476</b>

## Veränderungen im Bereich der Südumfliegung

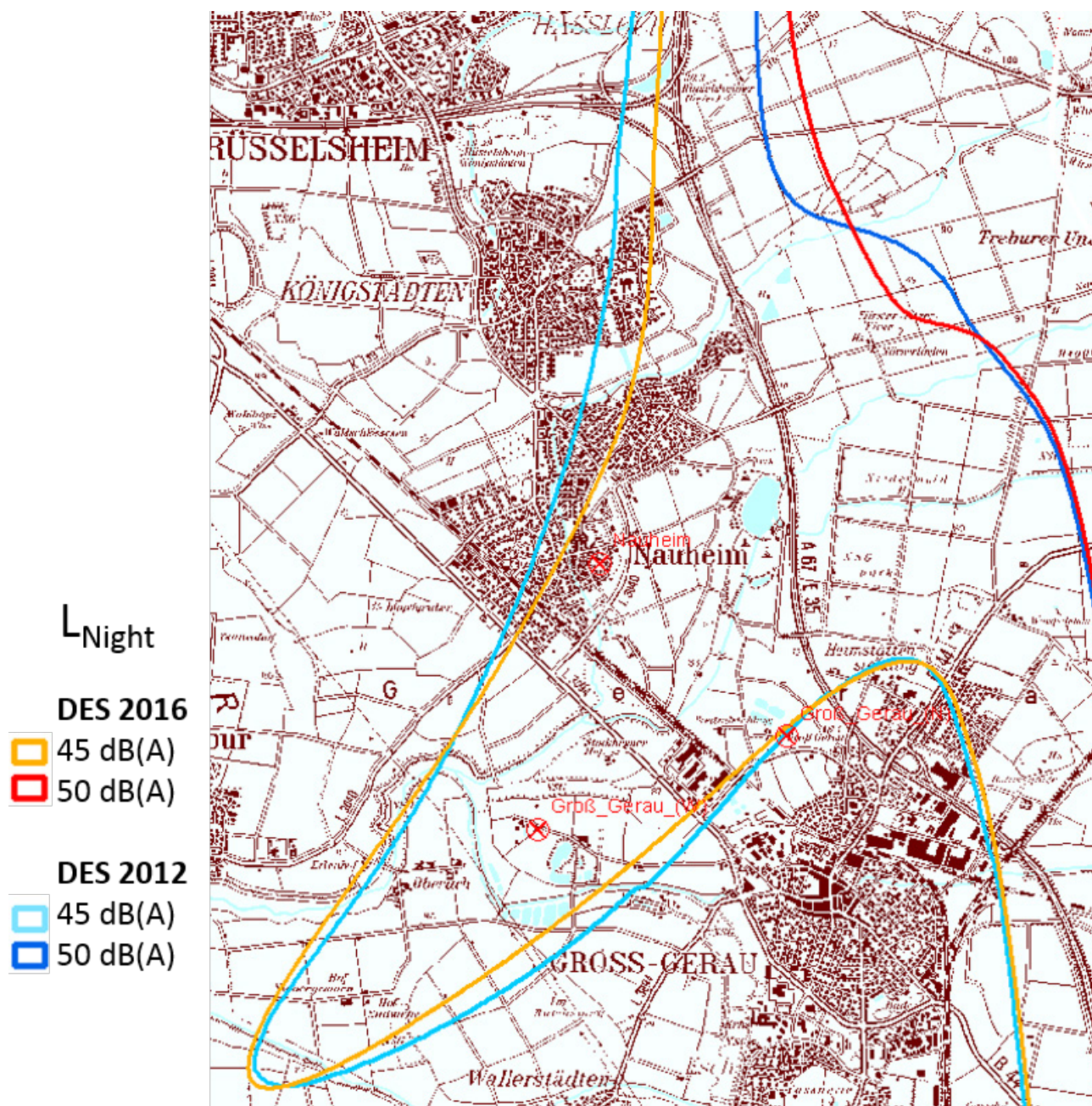
Im Bereich der Südumfliegung<sup>38</sup> lässt sich eine deutlich andere Entwicklung konstatieren. In Abbildung 18 sind die  $L_{DEN}$ -Konturen im Bereich der Südumfliegung dargestellt. Es ist fast überall eine deutliche Zunahme von Prognose-DES 2012 zu DES 2016 erkennen. Die Summe der Bewegungen ist zwar etwas

geringer, dafür ist aber eine deutliche Umverteilung hin zu schwereren Klassen zu erkennen. Dies ist eine Folge der Umverteilung der Abflüge von 25C und 25L von der Nordwestabflugroute auf die Südumfliegung.

<sup>38</sup> In diesem Kapitel sind mit Südumfliegung sämtliche SIDs gemeint, die auf der 25C und 25L starten, zunächst links Richtung SW bis S abbiegen und dann wieder in eine Rechtskurve übergehen.



**Abb. 18:** L<sub>DEN</sub> Konturen im Bereich der Südumfliegung, berechnet nach Prognose-DES 2012 und DES 2016. Die beiden äußeren Konturen stellen 55 dB(A), die innere 60 dB(A) dar. Datengrundlage: Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation; Geofachdaten: © Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie - alle Rechte vorbehalten



**Abb. 19:** L<sub>Night</sub> Konturen im Bereich der Südumfliegung, berechnet nach DES 2012 und DES 2016. Die beiden äußeren Konturen stellen 45 dB(A), die inneren jeweils 50 dB(A) dar. Datengrundlage: Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geo-information; Geofachdaten: © Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie - alle Rechte vorbehalten

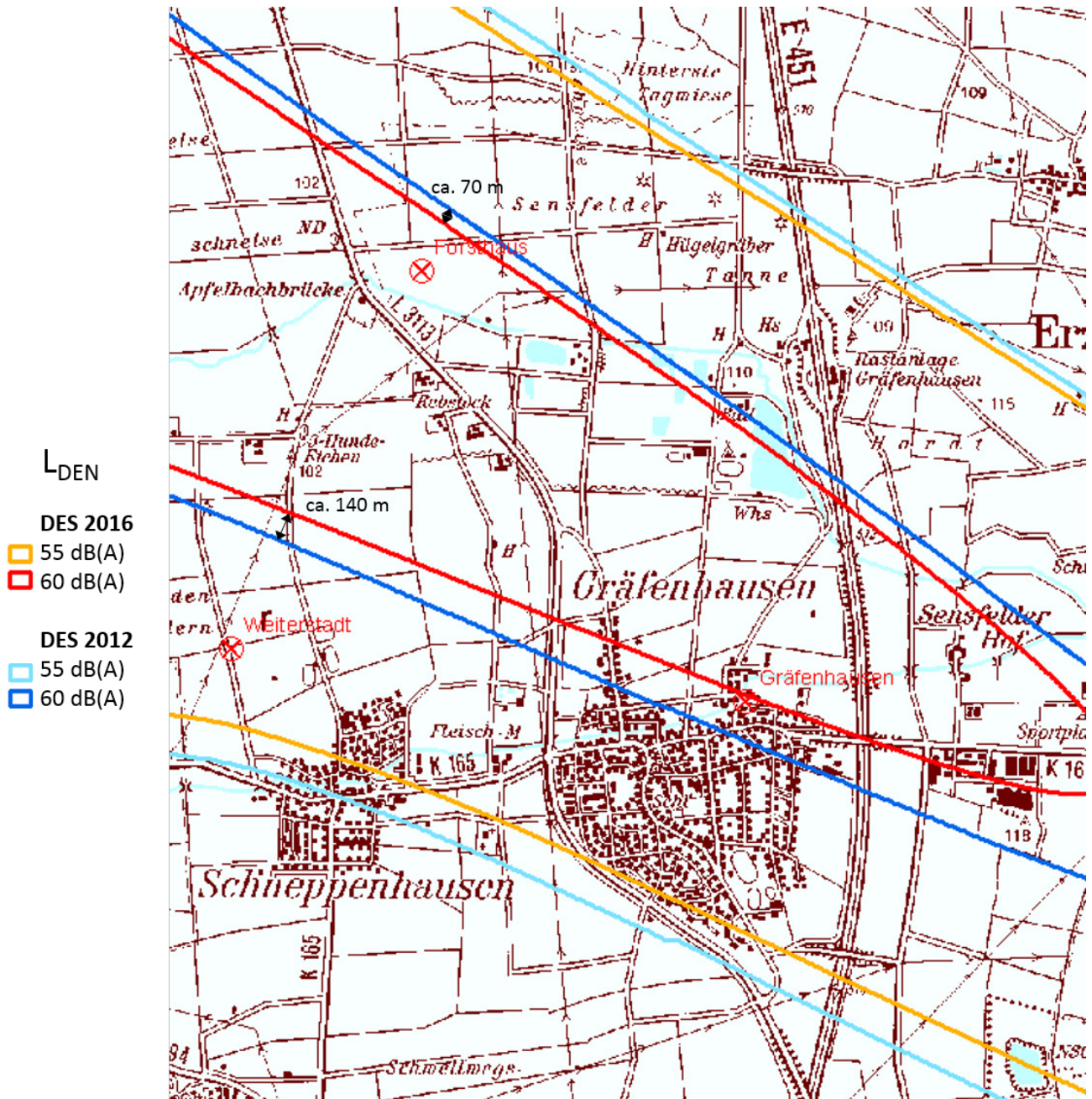
Nachts ist die Entwicklung im Bereich der Südumfliegung weder in den Bewegungszahlen und Flottenmix noch in den Konturen einheitlich, wie in Abbildung 19 und in Tabelle 14 erkennbar ist.

Die kleineren Zahlen der S5.2 werden offensichtlich durch die größeren Zahlen der S6.2 und S7 annähernd kompensiert.

## Verschiebung von modellierten Flugstrecken

In Abbildung 20 ist die Verschiebung der  $L_{DEN}$ -Kontur in der Nähe von Weiterstadt dargestellt. Diese wird bestimmt von den Abflugstrecken „Amtix-kurz“, die über Weiterstadt in Richtung Bad König verlaufen.

Die roten Linien stellen die Konturen des DES 2016 dar, die blauen Linien die Konturen des Prognose-DES 2012.



**Abb. 20:** Verschiebung der  $L_{DEN}$ -Konturen der Abflugstrecke in Richtung Amtix. An den roten Kreuzen befinden sich Messpunkte von Fraport. Datengrundlage: Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation; Geofachdaten: © Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie - alle Rechte vorbehalten

Zunächst ist ein allgemeiner Rückgang zu erkennen. Dieser ist allerdings stärker auf der Südwest-Seite der Abflugstrecke, als auf der Nordost-Seite.

Wie in Abbildung 21 deutlich wird, gab es im Prognose-DES 2012 drei von vorneherein getrennte Streckenverläufe. Die Routen liegen im DES 2016

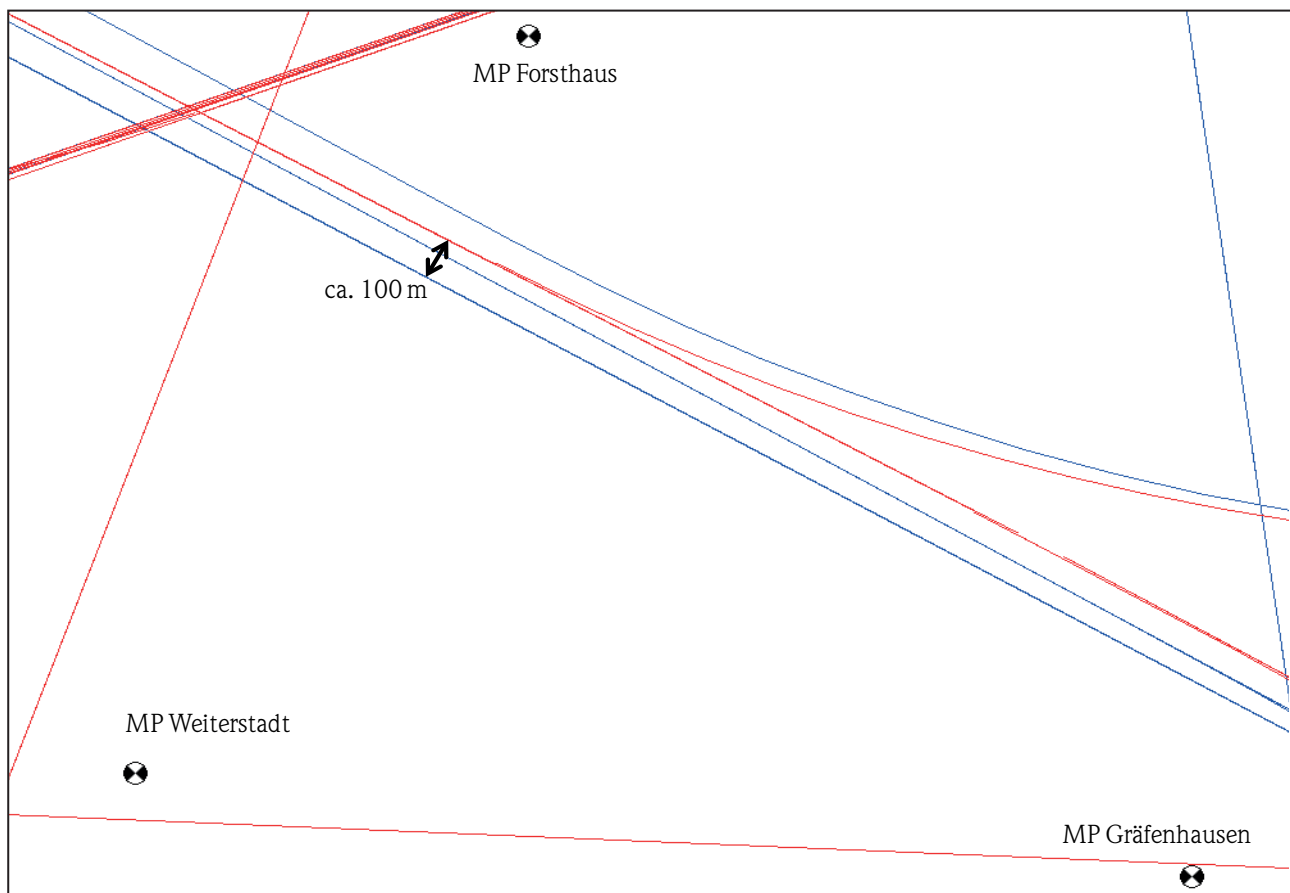
aufeinander und spalten sich erst weiter im Südosten auf. Die Routen nach Amtix zwischen MP Weiterstadt und MP Forsthaus haben sich z. T. um etwa 100 m nach Nordosten verschoben. Ob dies auf eine veränderte Flugpraxis oder auf eine rein datenseitige Veränderung zurückzuführen ist, kann hier nicht unterschieden werden.

### Modellierung der Einfädelbereiche im Anflug

In Kapitel 2.3 wurde beschrieben, welche Unterschiede es bei der Definition der Einfädelbereiche im Anflug nach VBUF zwischen 2011/12 und 2016 gab.

Der Effekt der Änderung erscheint lediglich bei den Anflugstrecken ab einer Entfernung größer etwa 18 km vom Aufsetzpunkt entfernt. Im Westen liegt das außerhalb des kartierten Bereiches. Im Osten führt das zu etwas höheren Pegeln im Bereich Mühlheim.

Aus einer Abschätzung ergeben sich die folgenden Änderungen. Im Bereich der Kontur  $L_{DEN} = 55 \text{ dB(A)}$  beträgt die Erhöhung etwa  $\Delta L_{DEN} = 0,3 \text{ dB(A)}$  und im Bereich der Kontur  $L_{Night} = 45 \text{ dB(A)}$  etwa  $\Delta L_{Night} = 0,6 \text{ dB(A)}$ . Unter den Anflugstrecken in diesem Bereich beträgt der räumliche Pegelgradient etwa  $0,8 \text{ dB/km}$ . Demnach verschieben sich die Konturen im Bereich Mühlheim aufgrund der geänderten Einfädelbereiche um einige hundert Meter weiter nach außen.



**Abb. 21:** Routen im Bereich Weiterstadt. In blau sind die Routen des DES 2012 und rot die Routen aus dem DES 2016 dargestellt. Die Messpunkte der Fraport AG sind als schwarz-weiße Kreise eingezeichnet.

## Bevölkerungsmodell

Für die ULK 2017 wurde ein realistischeres und damit gegenüber dem Bevölkerungsmodell der Umgebungslärmkartierung 2012 verbessertes Bevölkerungsmodell zugrunde gelegt, wie in Kapitel 2.6.1 beschrieben. Im Allgemeinen sind die Bevölkerungszahlen der Gemeinden im Rhein-Main Gebiet real und im Modell um einige Prozent angestiegen. Darü-

ber hinaus unterscheidet sich das Bevölkerungsmodell im Nahbereich des Flughafens aufgrund der stark veränderten Methode der Zuordnung der Gemeindebevölkerung zu den Gebäuden. Die Unterschiede in den Bevölkerungs- und Belastetenzahlen können, müssen aber nicht aus einem realen Zu- oder Wegzug resultieren.

## Anhang

### A1 Übersichtskarten

- A1.1.1 Hessen Straßenverkehrslärm  $L_{DEN}$
- A1.1.2 Hessen Straßenverkehrslärm  $L_{Night}$

- A1.2.1 Großflughafen Frankfurt Flugverkehrslärm  $L_{DEN}$
- A1.2.2 Großflughafen Frankfurt Flugverkehrslärm  $L_{Night}$

### A2 Detailkarten

#### A2.1 Ballungsraum Darmstadt

- A2.1.1 Straßenverkehrslärm  $L_{DEN}$
- A2.1.2 Straßenverkehrslärm  $L_{Night}$
- A2.1.3 Schienenverkehrslärm  $L_{DEN}$
- A2.1.4 Schienenverkehrslärm  $L_{Night}$
- A2.1.5 Industrieanlagenlärm  $L_{DEN}$
- A2.1.6 Industrieanlagenlärm  $L_{Night}$

#### A2.2 Ballungsraum Frankfurt am Main

- A2.2.1 Straßenverkehrslärm  $L_{DEN}$
- A2.2.2 Straßenverkehrslärm  $L_{Night}$
- A2.2.3 Schienenverkehrslärm  $L_{DEN}$
- A2.2.4 Schienenverkehrslärm  $L_{Night}$
- A2.2.5 Industrieanlagenlärm  $L_{DEN}$
- A2.2.6 Industrieanlagenlärm  $L_{Night}$

#### A2.3 Ballungsraum Kassel

- A2.3.1 Straßenverkehrslärm  $L_{DEN}$
- A2.3.2 Straßenverkehrslärm  $L_{Night}$
- A2.3.3 Schienenverkehrslärm  $L_{DEN}$
- A2.3.4 Schienenverkehrslärm  $L_{Night}$
- A2.3.5 Industrieanlagenlärm  $L_{DEN}$
- A2.3.6 Industrieanlagenlärm  $L_{Night}$

#### A2.4 Ballungsraum Offenbach

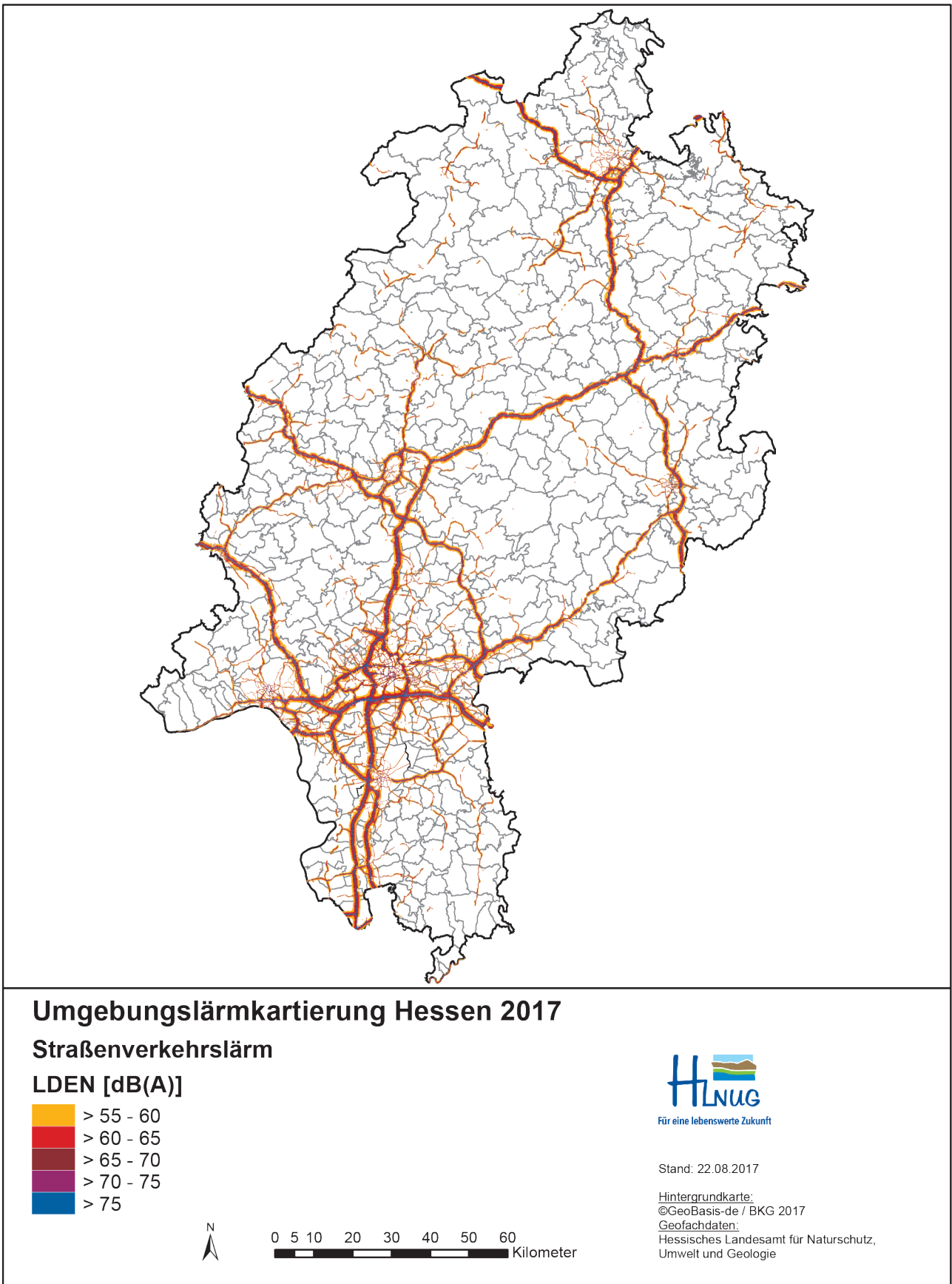
- A2.4.1 Straßenverkehrslärm  $L_{DEN}$
- A2.4.2 Straßenverkehrslärm  $L_{Night}$
- A2.4.3 Industrieanlagenlärm  $L_{DEN}$
- A2.4.4 Industrieanlagenlärm  $L_{Night}$

#### A2.5 Ballungsraum Wiesbaden

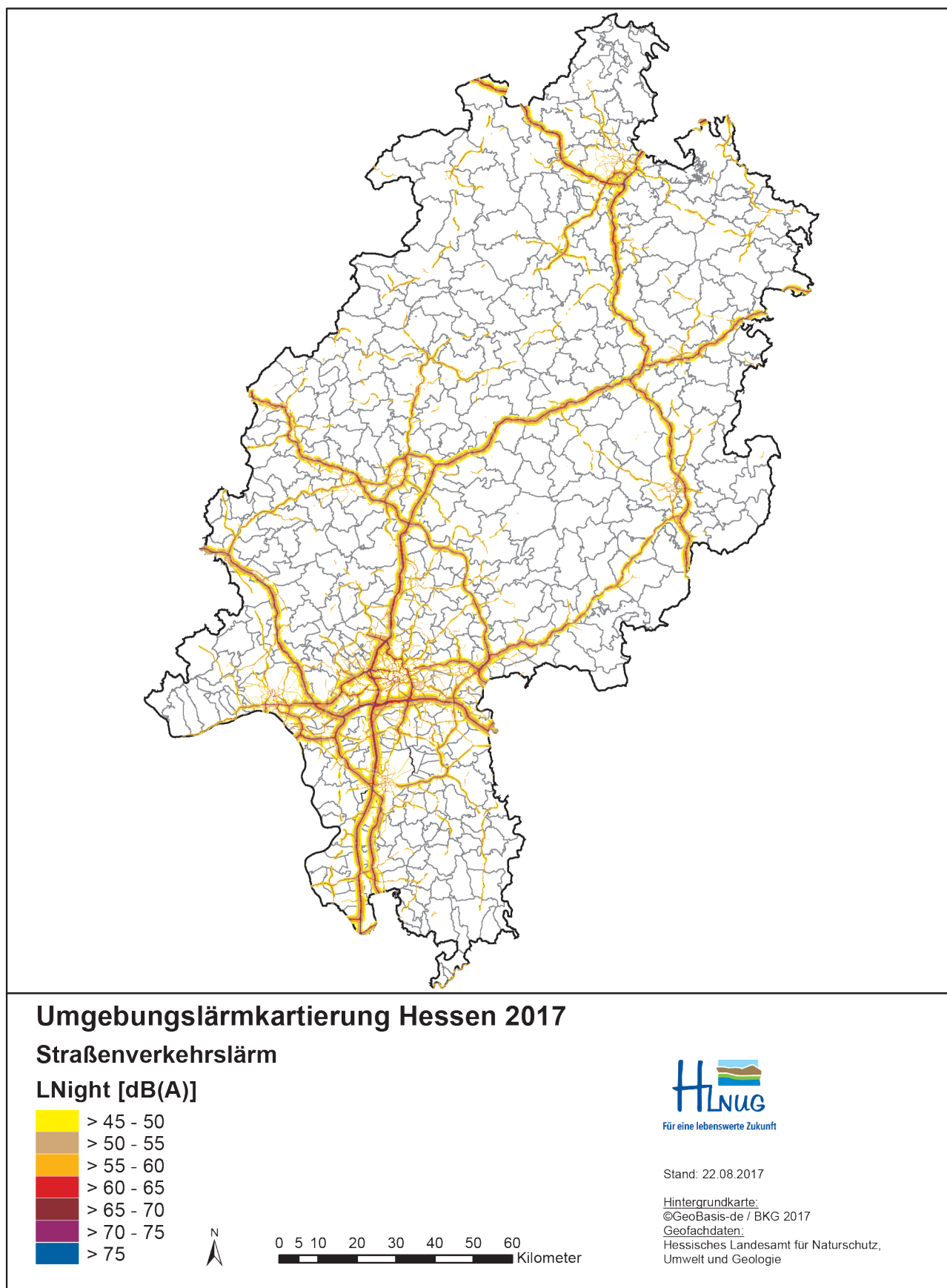
- A2.5.1 Straßenverkehrslärm  $L_{DEN}$
- A2.5.2 Straßenverkehrslärm  $L_{Night}$
- A2.5.3 Industrieanlagenlärm  $L_{DEN}$
- A2.5.4 Industrieanlagenlärm  $L_{Night}$

### A3 Belastetenstatistik

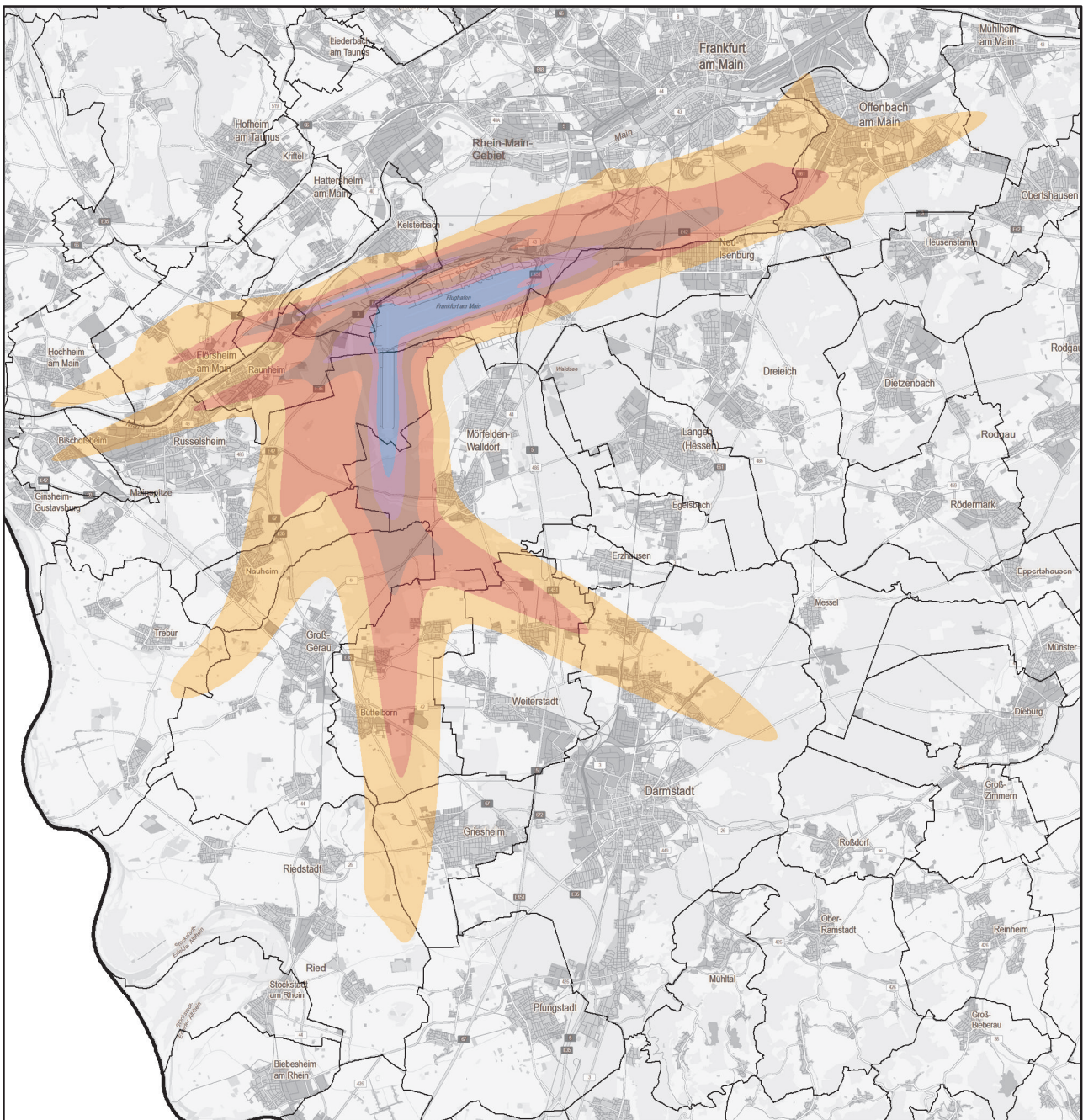
- A3.1 Geschätzte Zahl der belasteten Menschen in Pegelbereichen des  $L_{DEN}$
- A3.2 Geschätzte Zahl der belasteten Menschen in Pegelbereichen des  $L_{Night}$
- A3.3 Belastete Flächen mit  $L_{DEN}$  als Überschreitungswert
- A3.4 Geschätzte Zahl der belasteten Menschen in Pegelbereichen des  $L_{DEN}$  als Überschreitungswert
- A3.5 Geschätzte Zahl der belasteten Wohnungen mit  $L_{DEN}$  als Überschreitungswert
- A3.6 Geschätzte Zahl der Schulen und Krankenhäuser mit  $L_{DEN}$  als Überschreitungswert



A 1.1.1: Hessen Straßenverkehrslärm L<sub>DEN</sub>



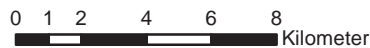
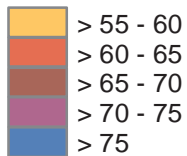
A 1.1.2: Hessen Straßenverkehrslärm L<sub>Night</sub>



## Umgebungslärmkartierung Hessen 2017

### Fluglärm Großflughafen Frankfurt

L<sub>DEN</sub> [dB(A)]



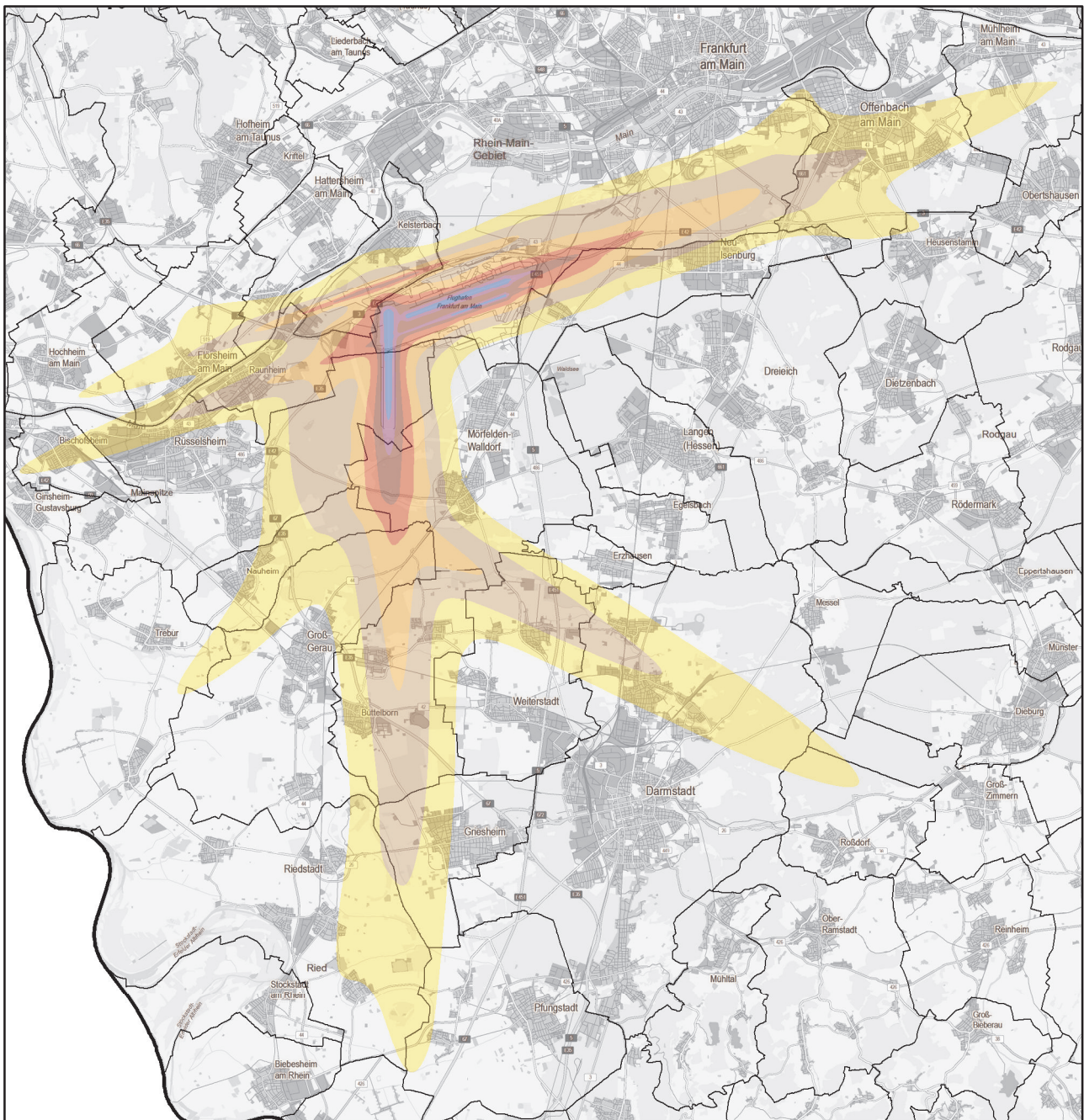
Für eine lebenswerte Zukunft

Stand: 22.08.2017

Hintergrundkarte:  
©GeoBasis-de / BKG 2017

Geofachdaten:  
Hessisches Landesamt für Naturschutz,  
Umwelt und Geologie

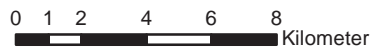
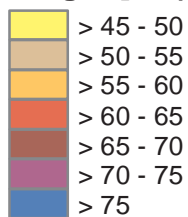
A 1.2.1: Großflughafen Frankfurt Flugverkehrslärm L<sub>DEN</sub>



## Umgebungslärmkartierung Hessen 2017

### Fluglärm Großflughafen Frankfurt

L<sub>Night</sub> [dB(A)]

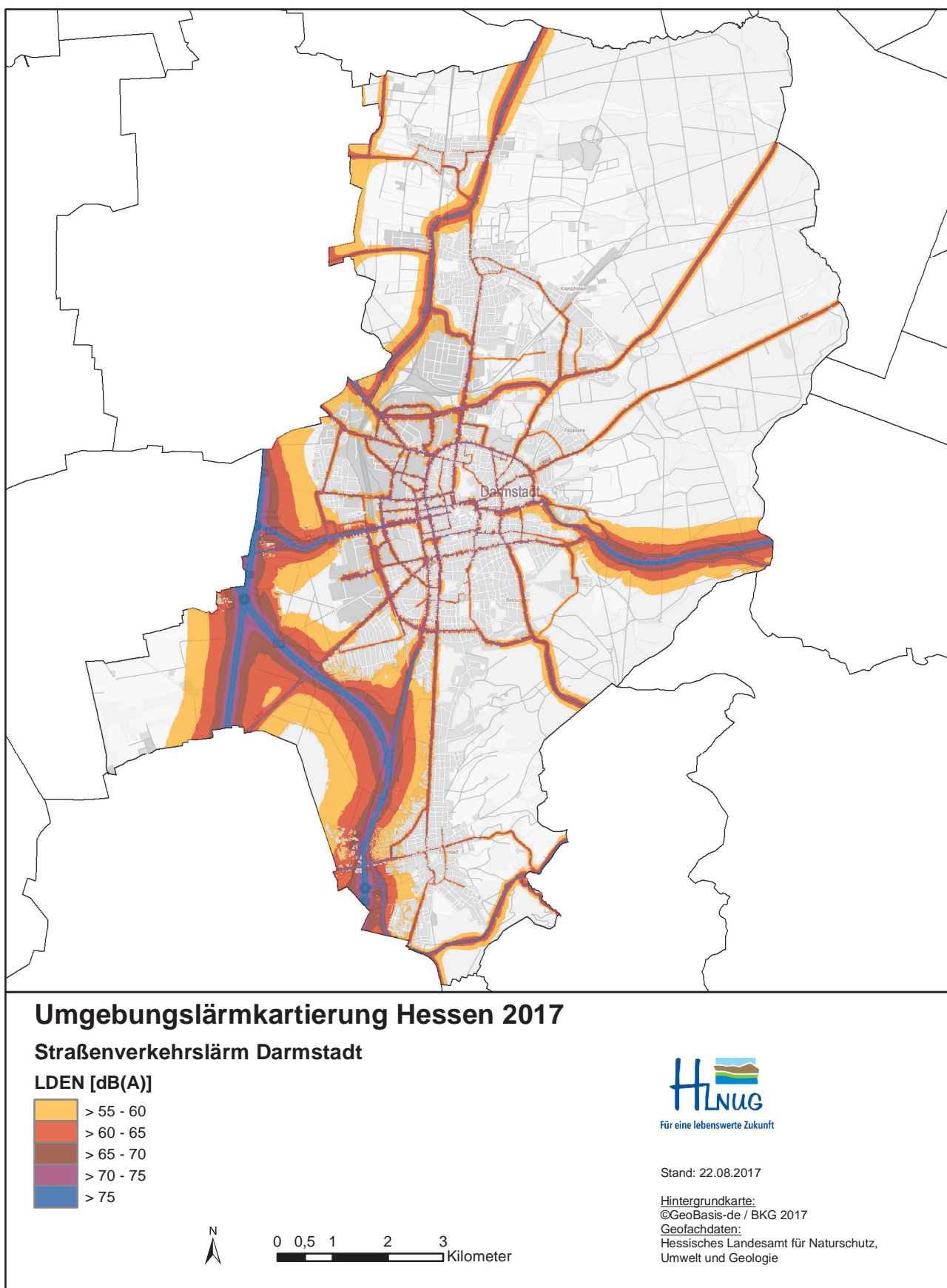


Für eine lebenswerte Zukunft

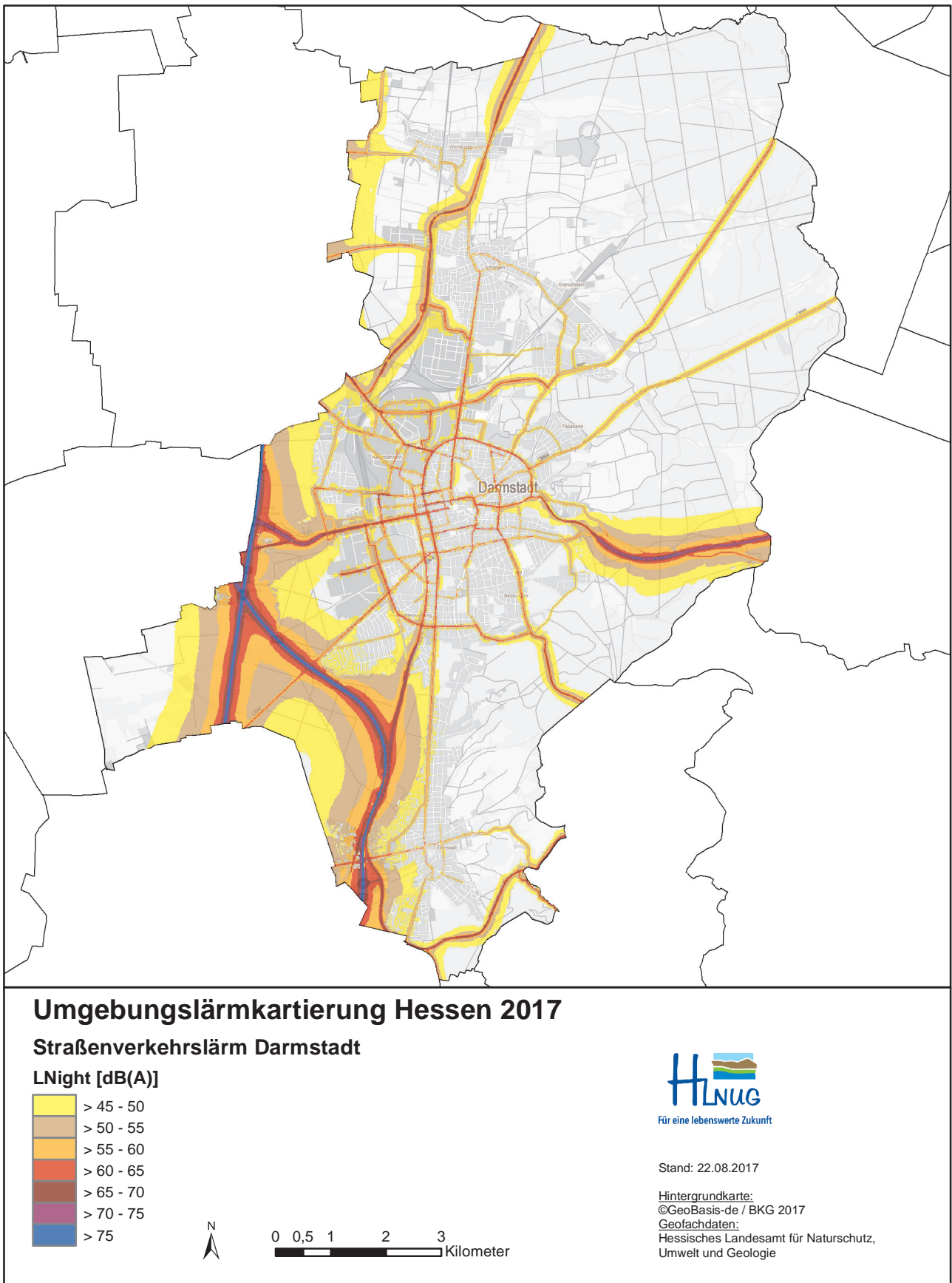
Stand: 22.08.2017

Hintergrundkarte:  
©GeoBasis-de / BKG 2017  
Geofachdaten:  
Hessisches Landesamt für Naturschutz,  
Umwelt und Geologie

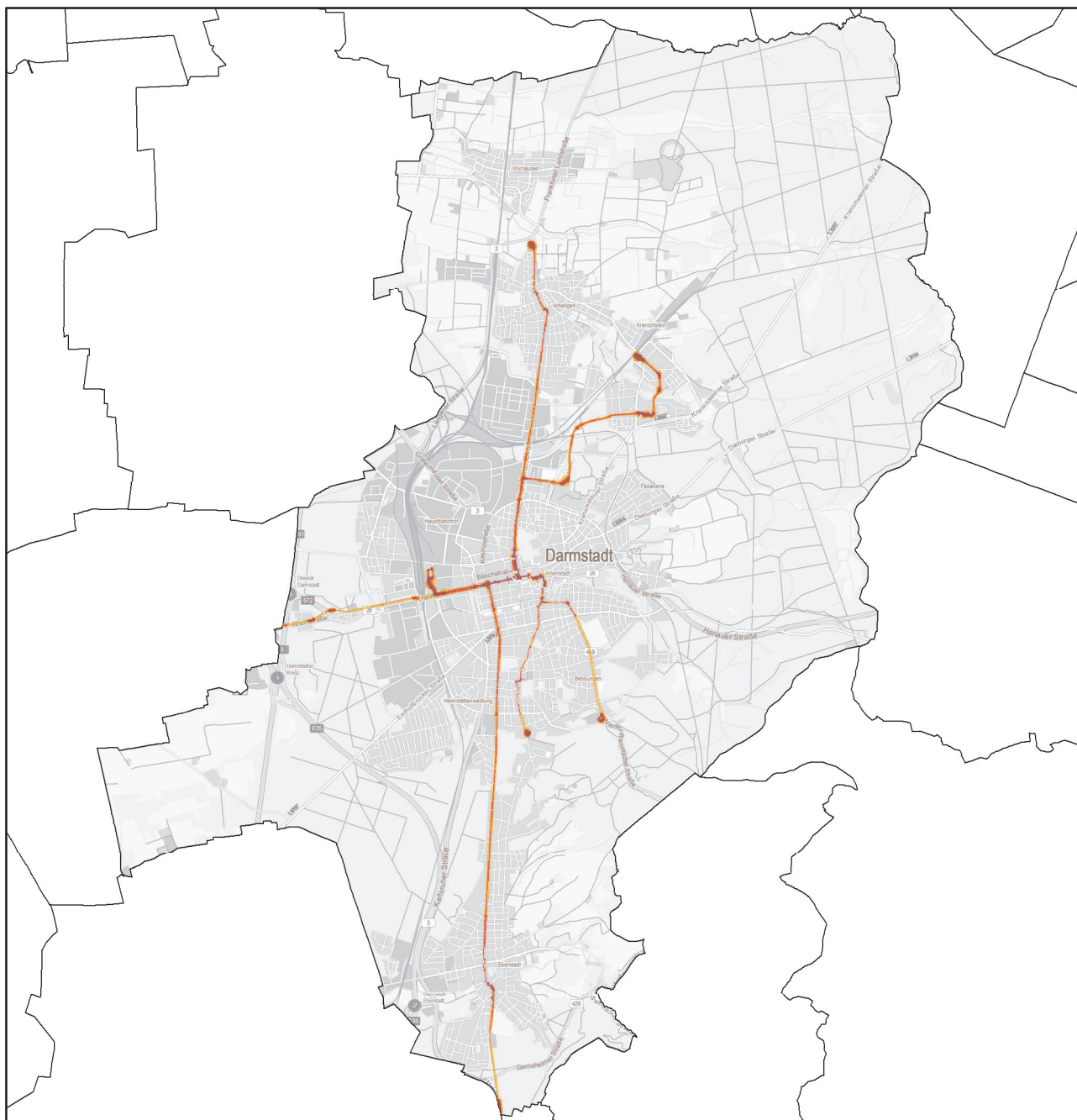
A 1.2.2: Großflughafen Frankfurt Flugverkehrslärm L<sub>Night</sub>



A 2.1.1: Straßenverkehrslärm  $L_{DEN}$



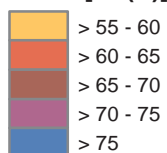
A 2.1.2: Straßenverkehrslärm L<sub>Night</sub>



## Umgebungslärmkartierung Hessen 2017

### Schienenverkehrslärm Darmstadt

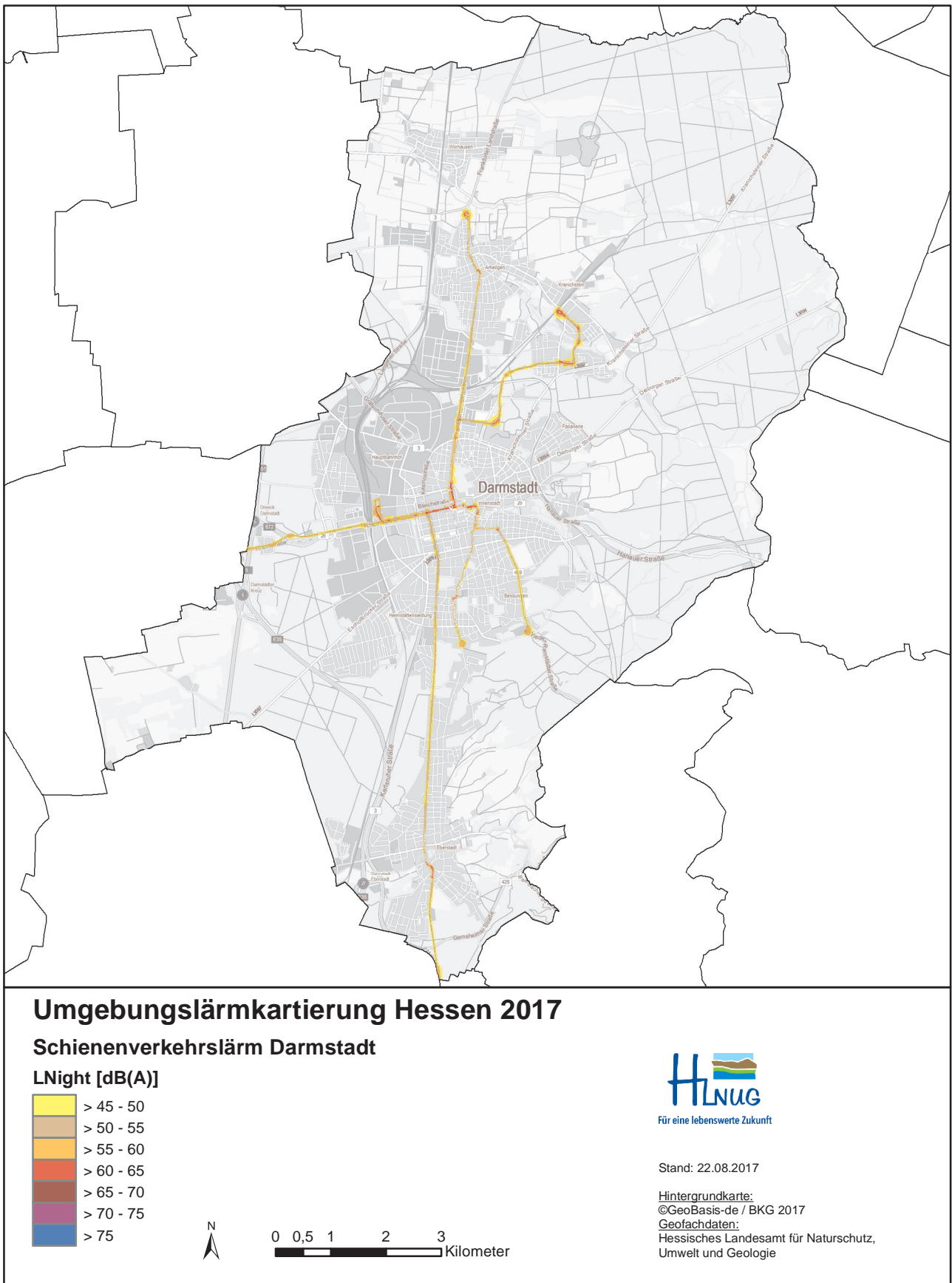
LDEN [dB(A)]



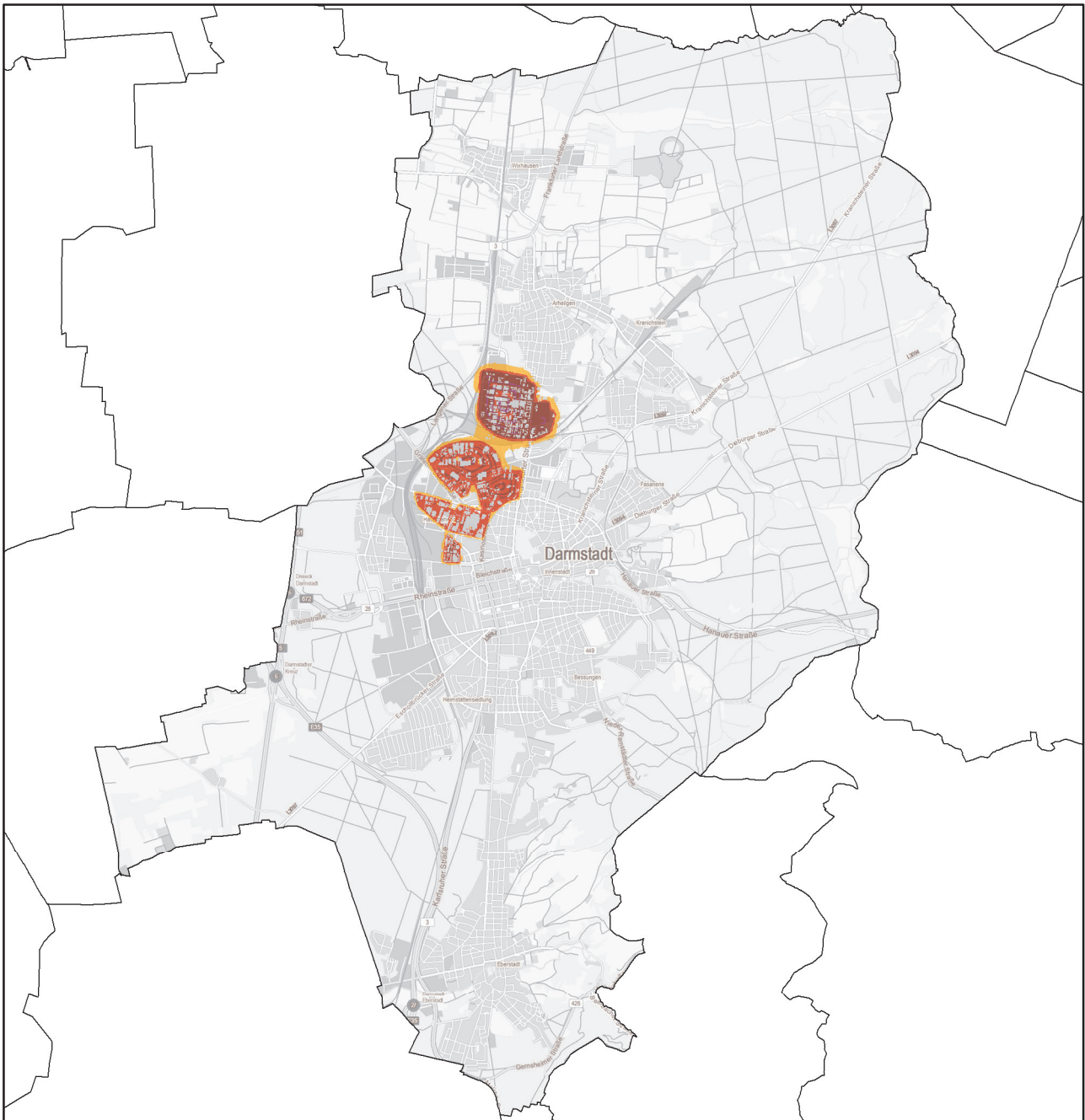
Stand: 22.08.2017

Hintergrundkarte:  
©GeoBasis-de / BKG 2017  
Geofachdaten:  
Hessisches Landesamt für Naturschutz,  
Umwelt und Geologie

A 2.1.3: Schienenverkehrslärm L<sub>DEN</sub>



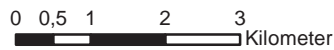
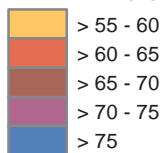
A 2.1.4: Schienenverkehrslärm L<sub>Night</sub>



## Umgebungslärmkartierung Hessen 2017

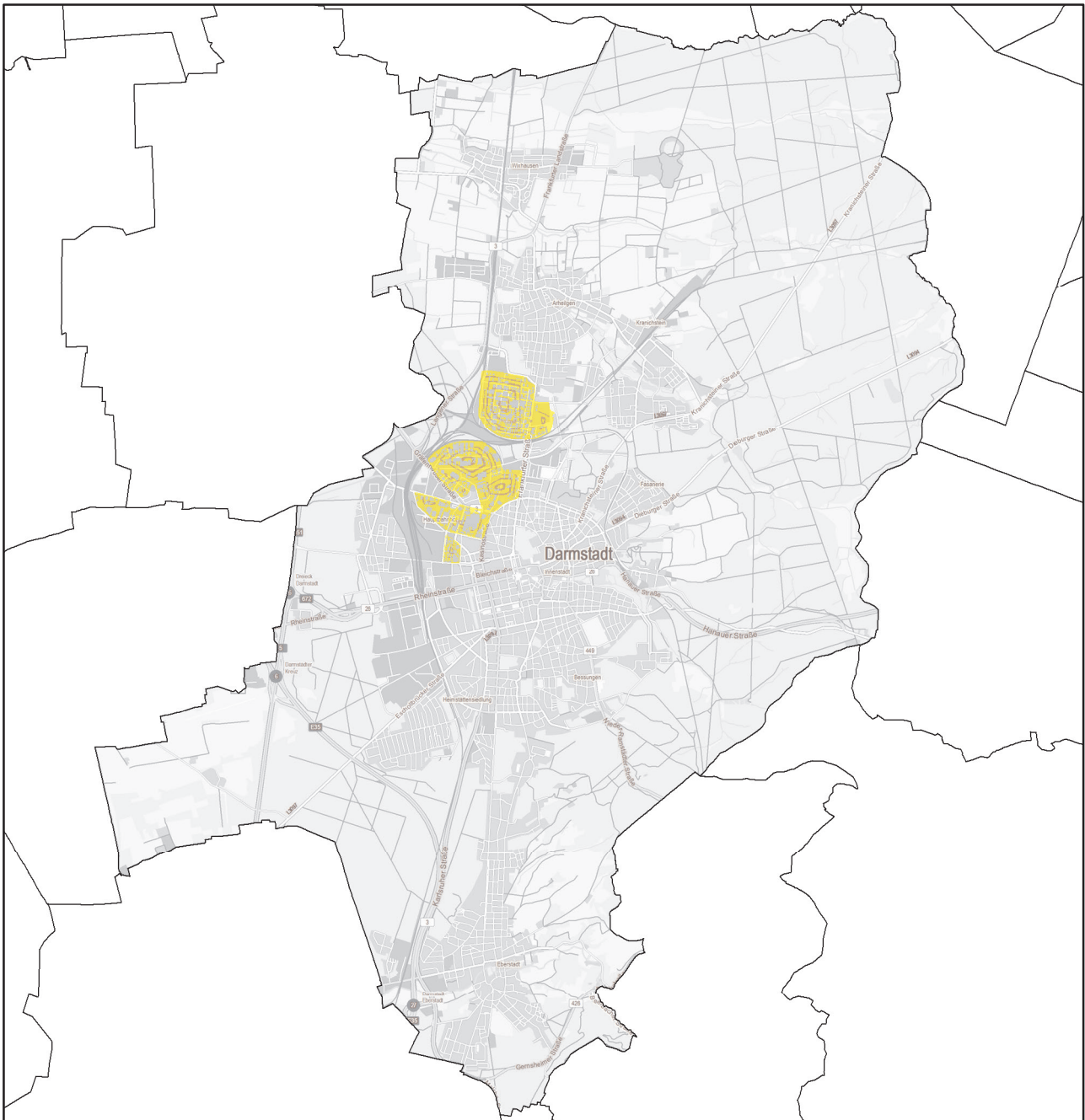
### Industrielärm Darmstadt

LDEN [dB(A)]



Stand: 22.08.2017

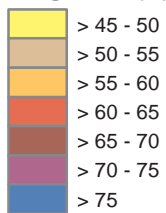
Hintergrundkarte:  
©GeoBasis-de / BKG 2017  
Geofachdaten:  
Hessisches Landesamt für Naturschutz,  
Umwelt und Geologie



## Umgebungslärmkartierung Hessen 2017

### Industrielärm Darmstadt

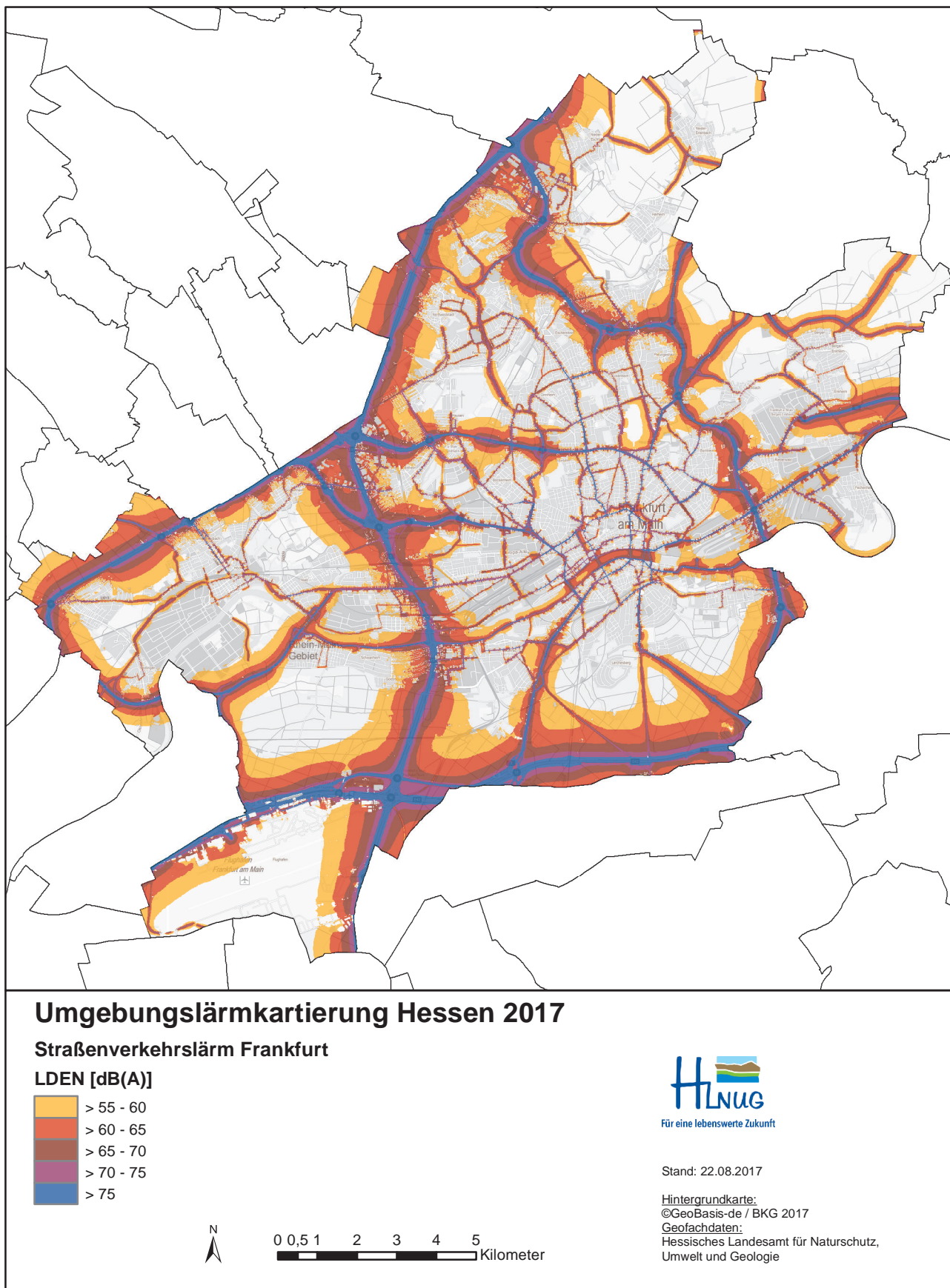
L<sub>Night</sub> [dB(A)]



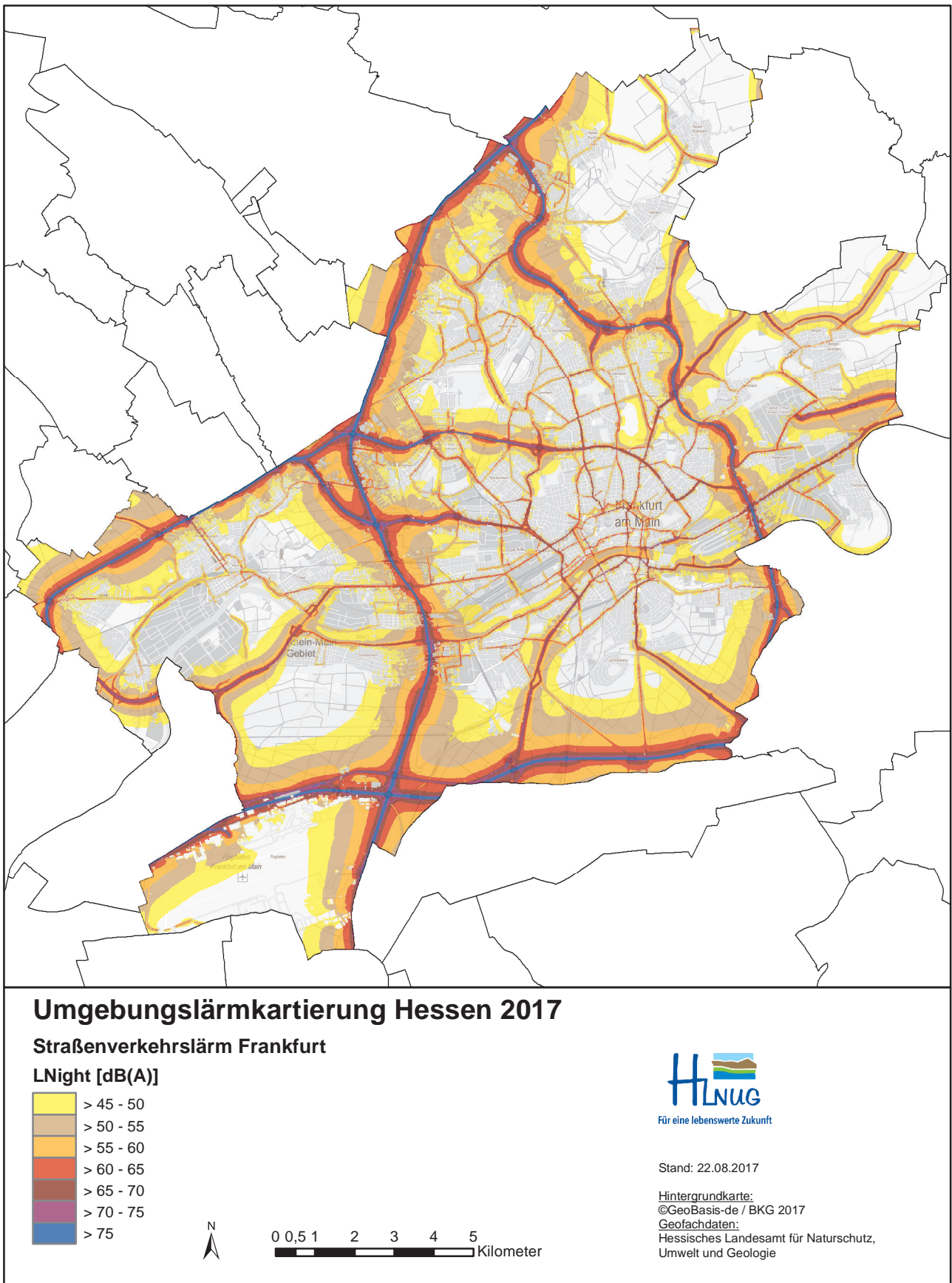
Stand: 22.08.2017

Hintergrundkarte:  
©GeoBasis-de / BKG 2017  
Geofachdaten:  
Hessisches Landesamt für Naturschutz,  
Umwelt und Geologie

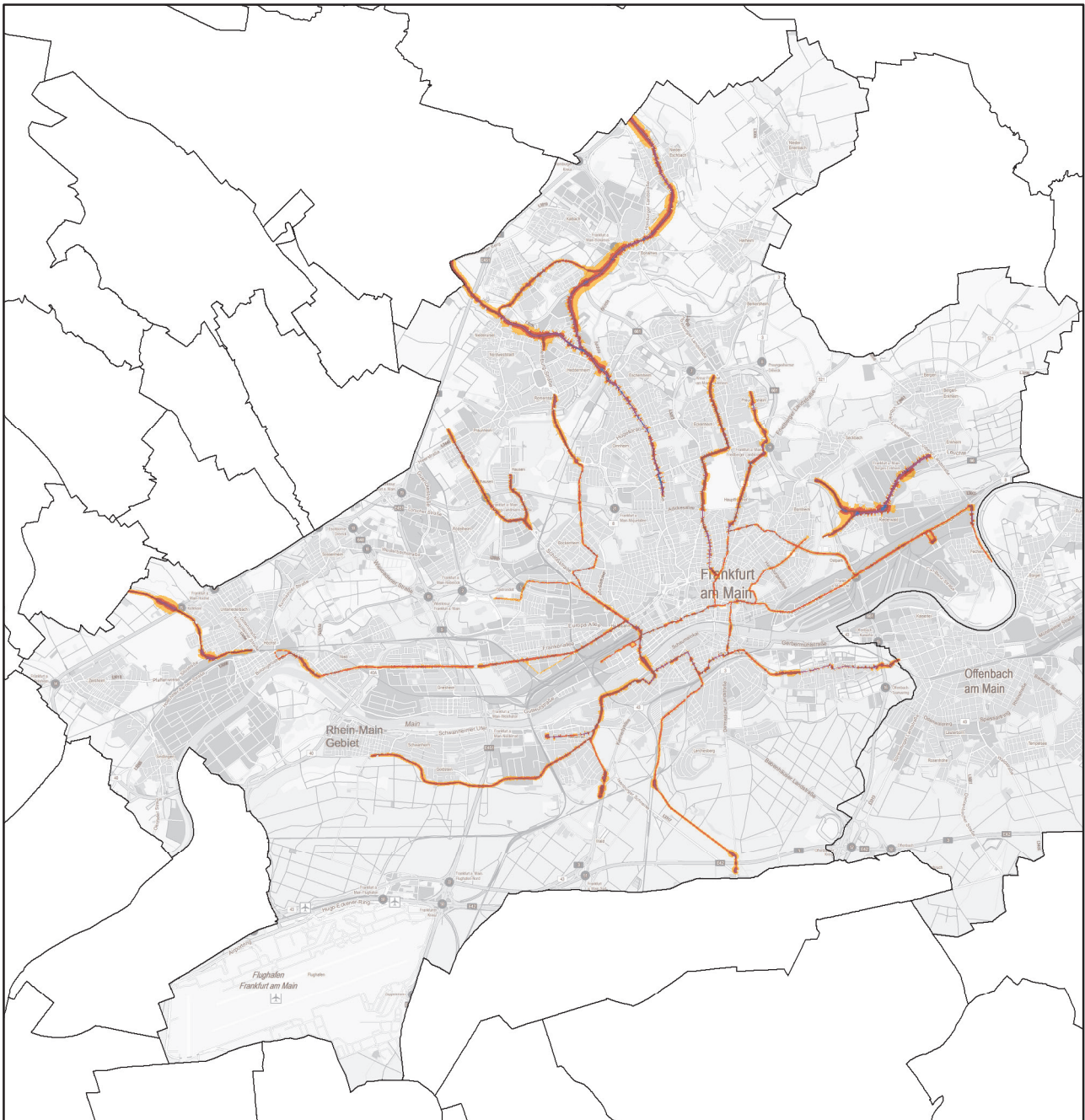
A 2.1.6: Industrieanlagenlärm L<sub>Night</sub>



A 2.2.1: Straßenverkehrslärm  $L_{DEN}$



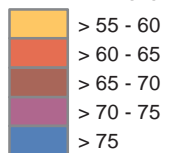
A 2.2.2: Straßenverkehrslärm L<sub>Night</sub>



## Umgebungslärmkartierung Hessen 2017

### Schienenverkehrslärm Frankfurt & Offenbach

LDEN [dB(A)]



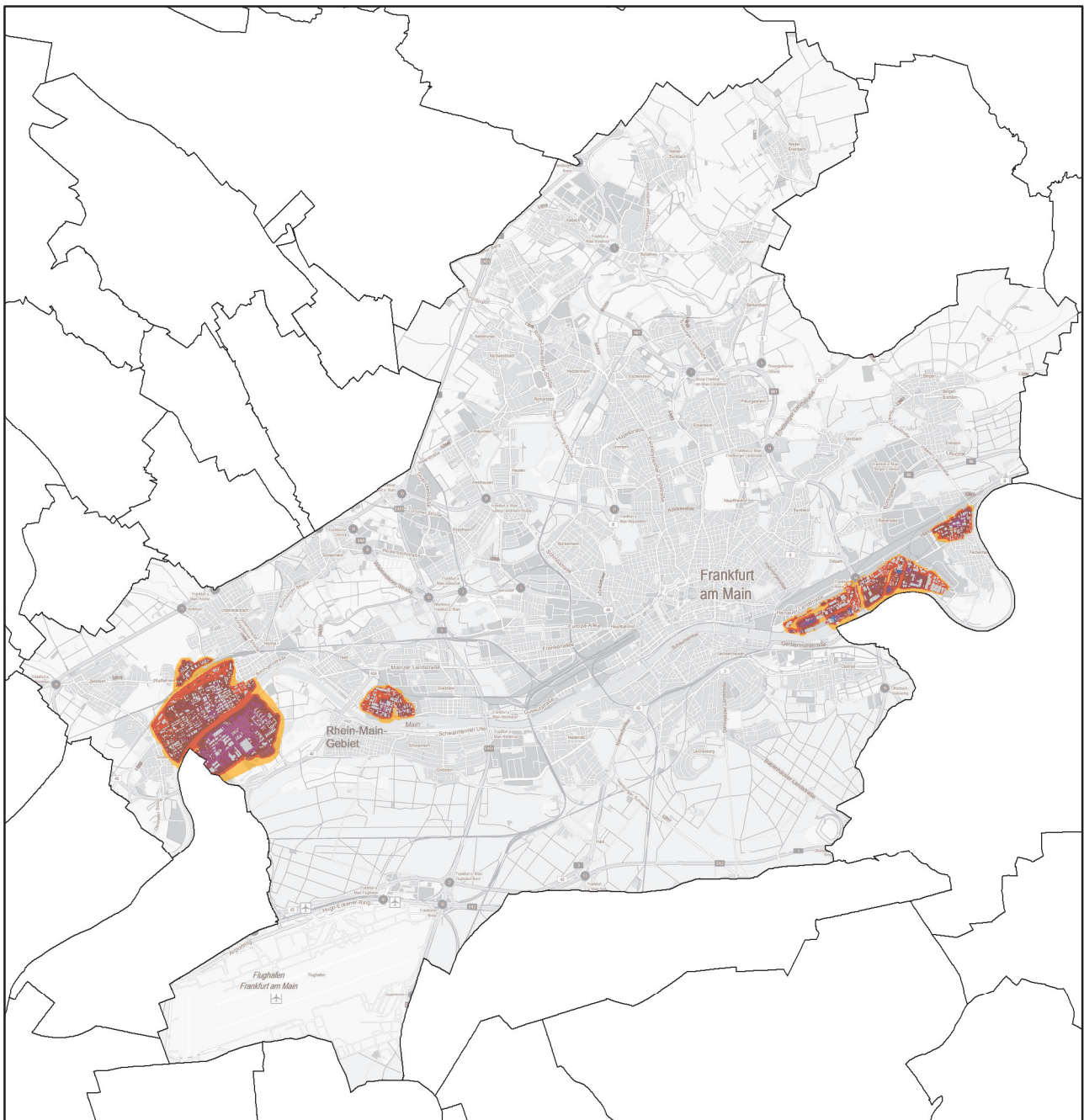
Stand: 22.08.2017

Hintergrundkarte:  
©GeoBasis-de / BKG 2017  
Geofachdaten:  
Hessisches Landesamt für Naturschutz,  
Umwelt und Geologie

A 2.2.3: Schienenverkehrslärm  $L_{DEN}$



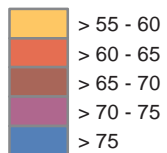
A 2.2.4: Schienenverkehrslärm L<sub>Night</sub>



## Umgebungslärmkartierung Hessen 2017

### Industrielärm Frankfurt

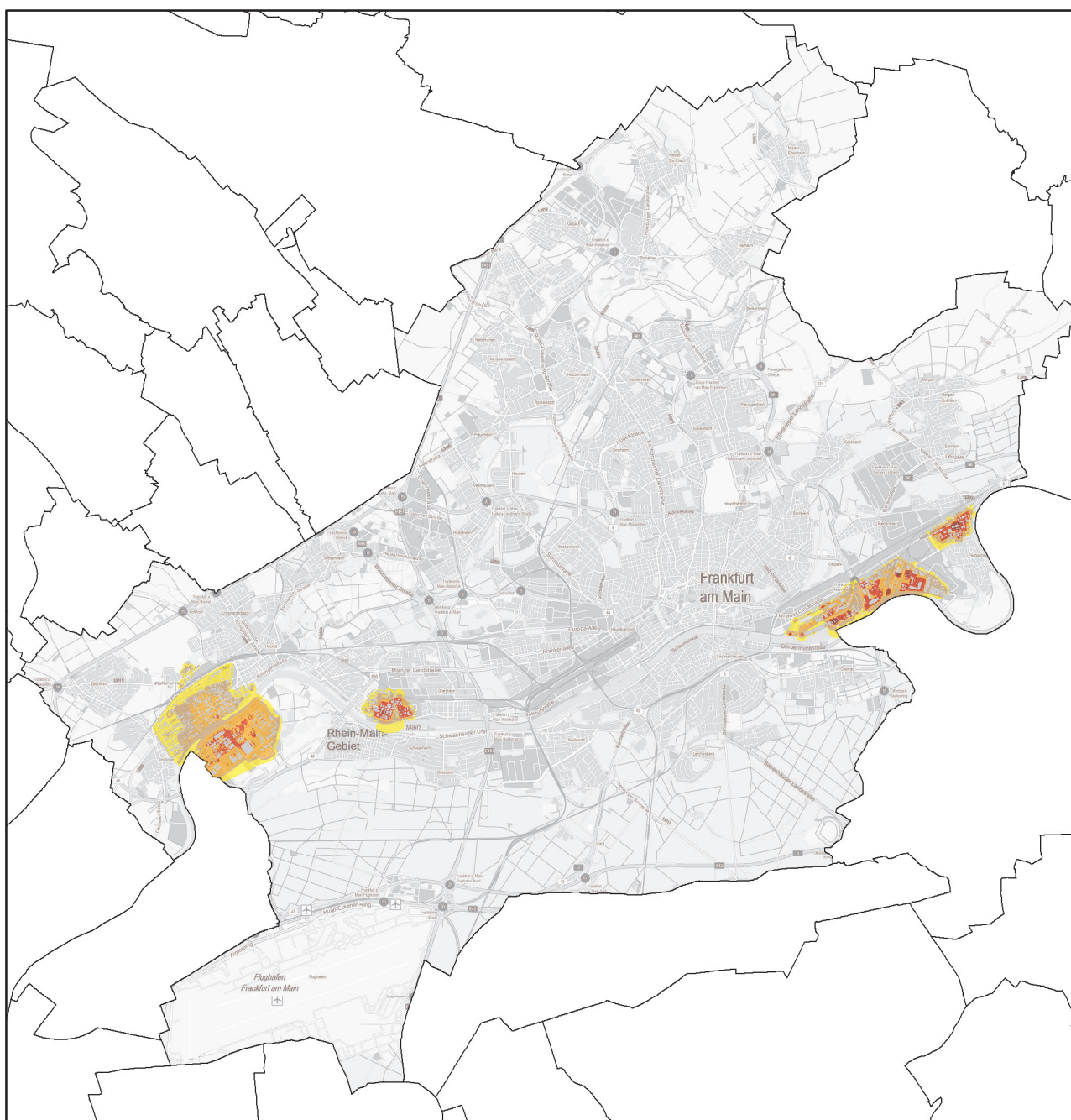
LDEN [dB(A)]



Stand: 22.08.2017

Hintergrundkarte:  
©GeoBasis-de / BKG 2017  
Geofachdaten:  
Hessisches Landesamt für Naturschutz,  
Umwelt und Geologie

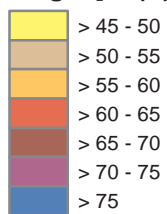
A 2.2.5: Industrieanlagenlärm  $L_{DEN}$



## Umgebungslärmkartierung Hessen 2017

### Industrielärm Frankfurt

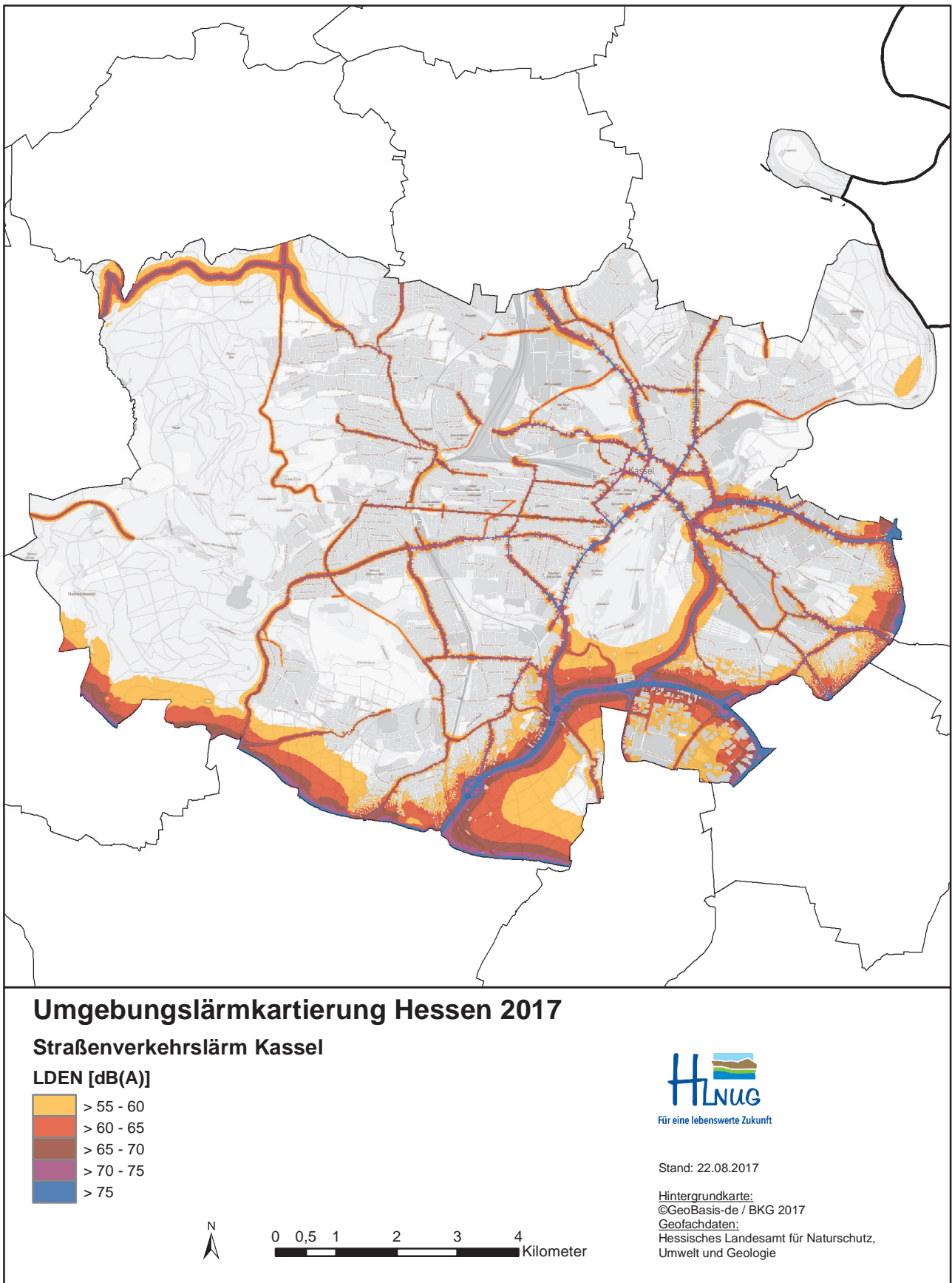
#### L<sub>Night</sub> [dB(A)]



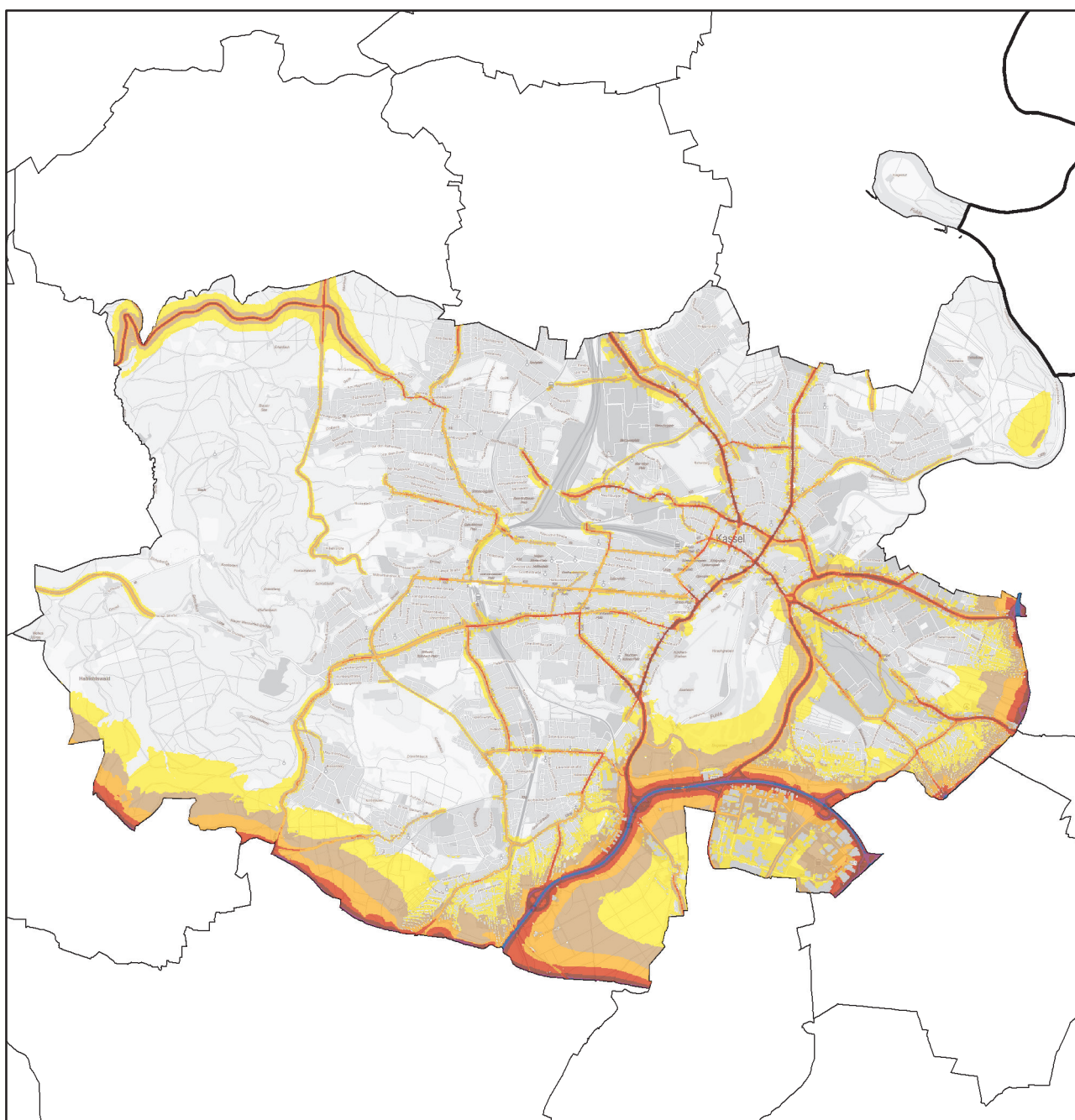
Stand: 22.08.2017

Hintergrundkarte:  
©GeoBasis-de / BKG 2017  
Geofachdaten:  
Hessisches Landesamt für Naturschutz,  
Umwelt und Geologie

A 2.2.6: Industrieanlagenlärm L<sub>Night</sub>



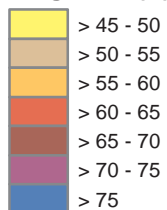
A 2.3.1: Straßenverkehrslärm  $L_{DEN}$



## Umgebungslärmkartierung Hessen 2017

### Straßenverkehrslärm Kassel

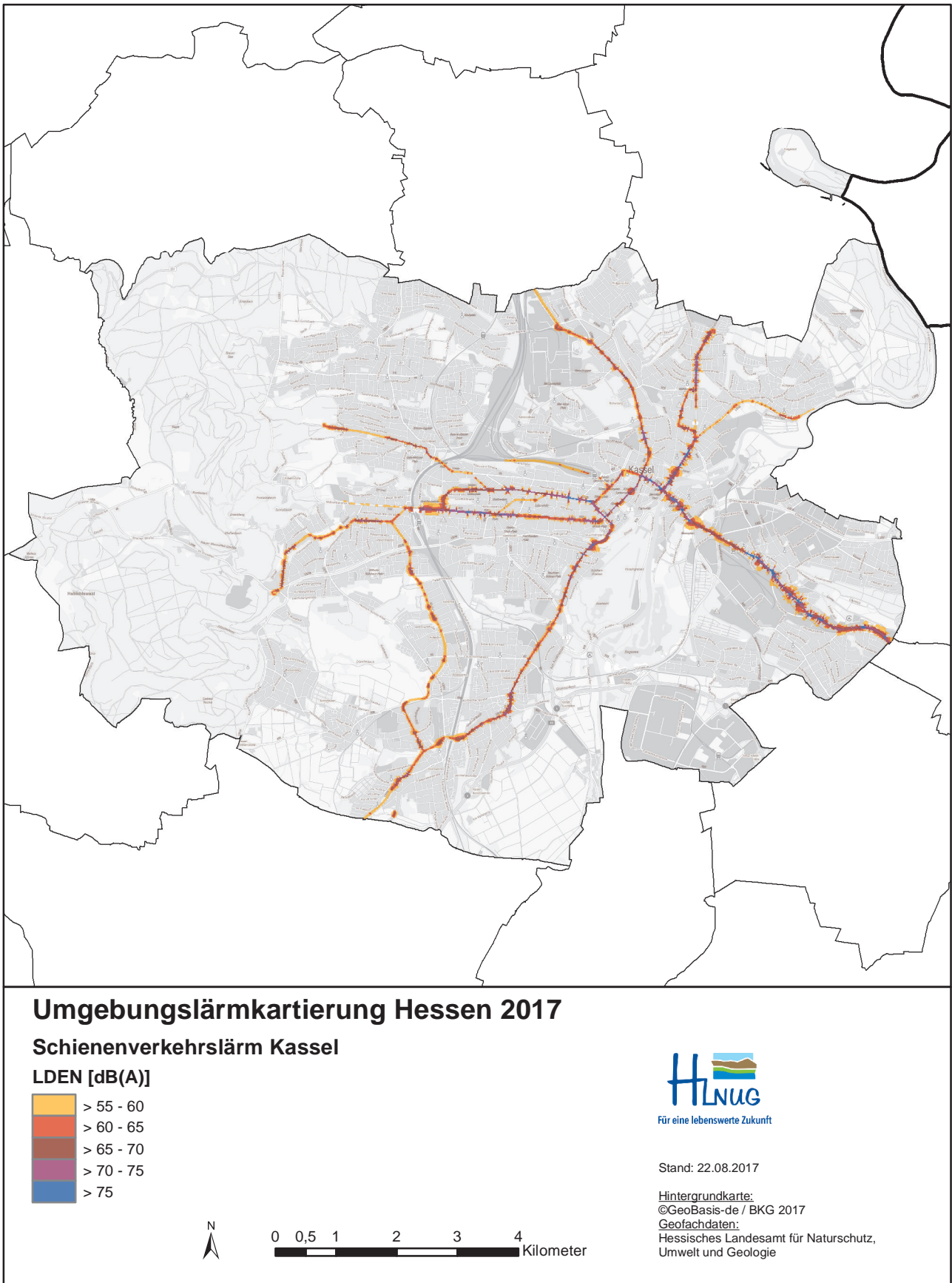
L<sub>Night</sub> [dB(A)]



Stand: 22.08.2017

Hintergrundkarte:  
©GeoBasis-de / BKG 2017  
Geofachdaten:  
Hessisches Landesamt für Naturschutz,  
Umwelt und Geologie

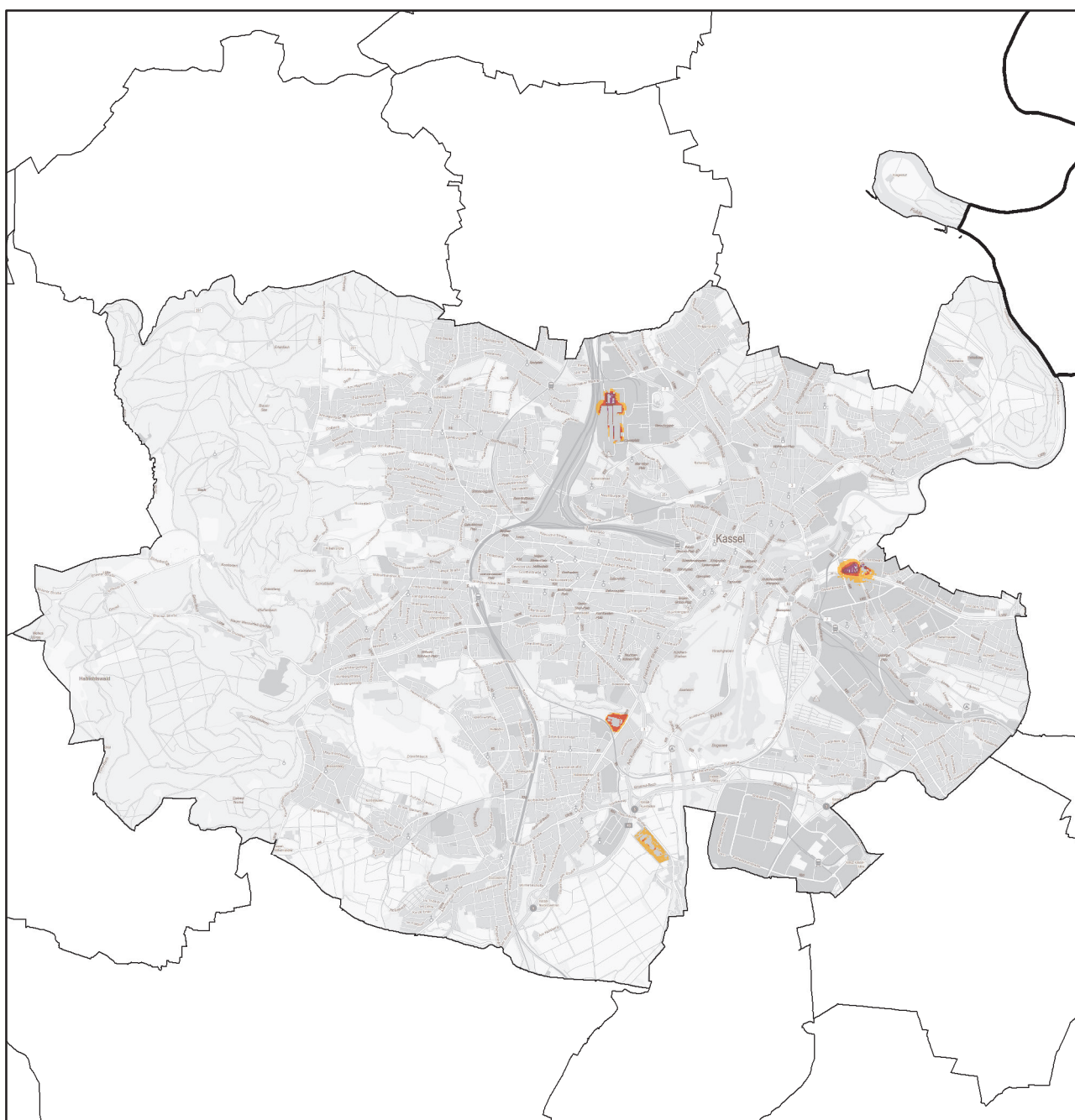
A 2.3.2: Straßenverkehrslärm L<sub>Night</sub>



A 2.3.3: Schienenverkehrslärm  $L_{DEN}$



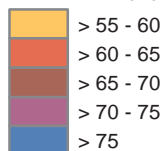
A 2.3.4: Schienenverkehrslärm L<sub>Night</sub>



## Umgebungslärmkartierung Hessen 2017

### Industrielärm Kassel

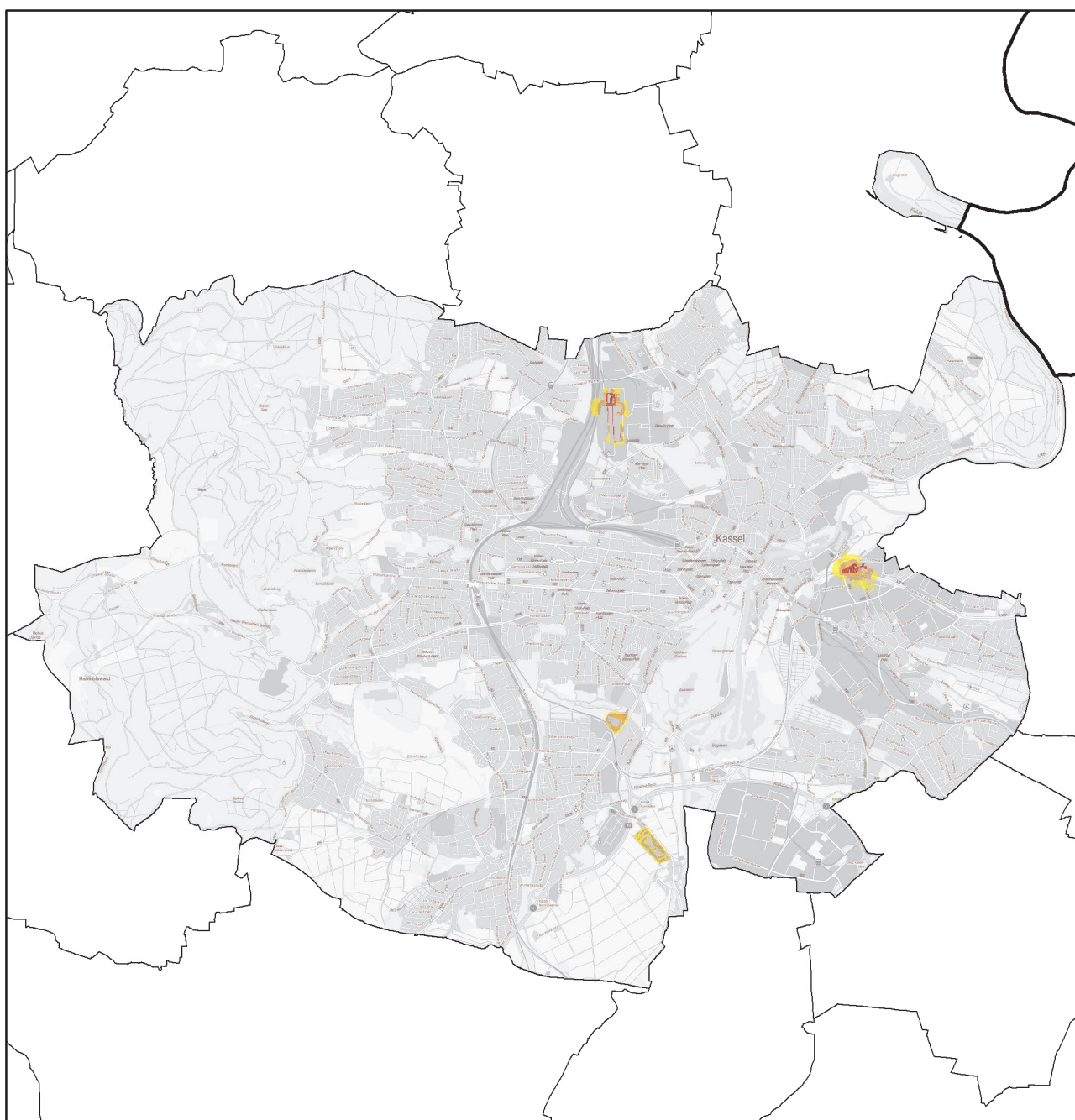
LDEN [dB(A)]



Stand: 22.08.2017

Hintergrundkarte:  
©GeoBasis-de / BKG 2017  
Geofachdaten:  
Hessisches Landesamt für Naturschutz,  
Umwelt und Geologie

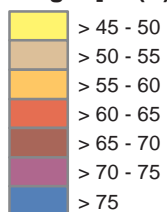
A 2.3.5: Industrieanlagenlärm  $L_{DEN}$



## Umgebungslärmkartierung Hessen 2017

### Industrielärm Kassel

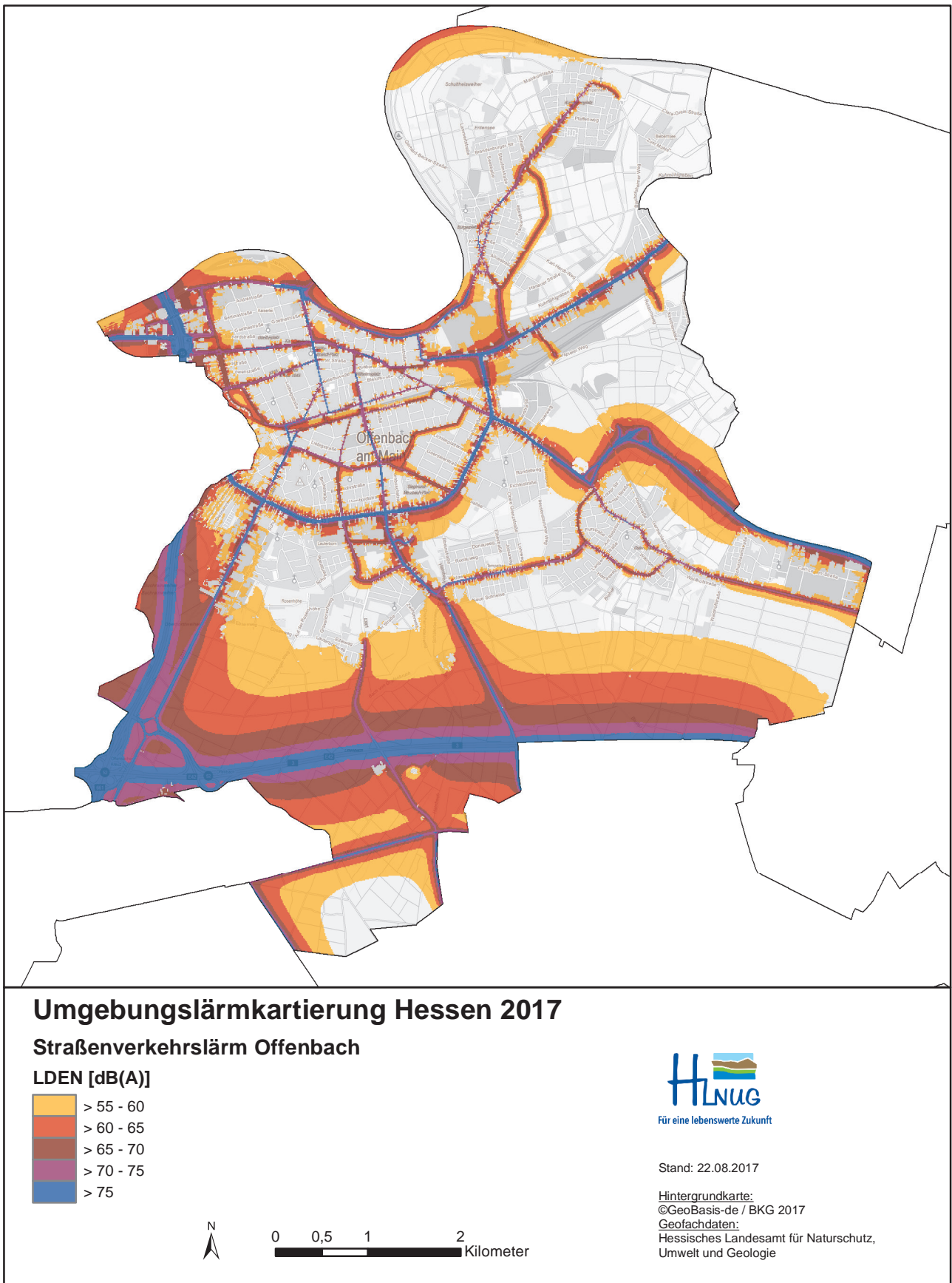
L<sub>Night</sub> [dB(A)]



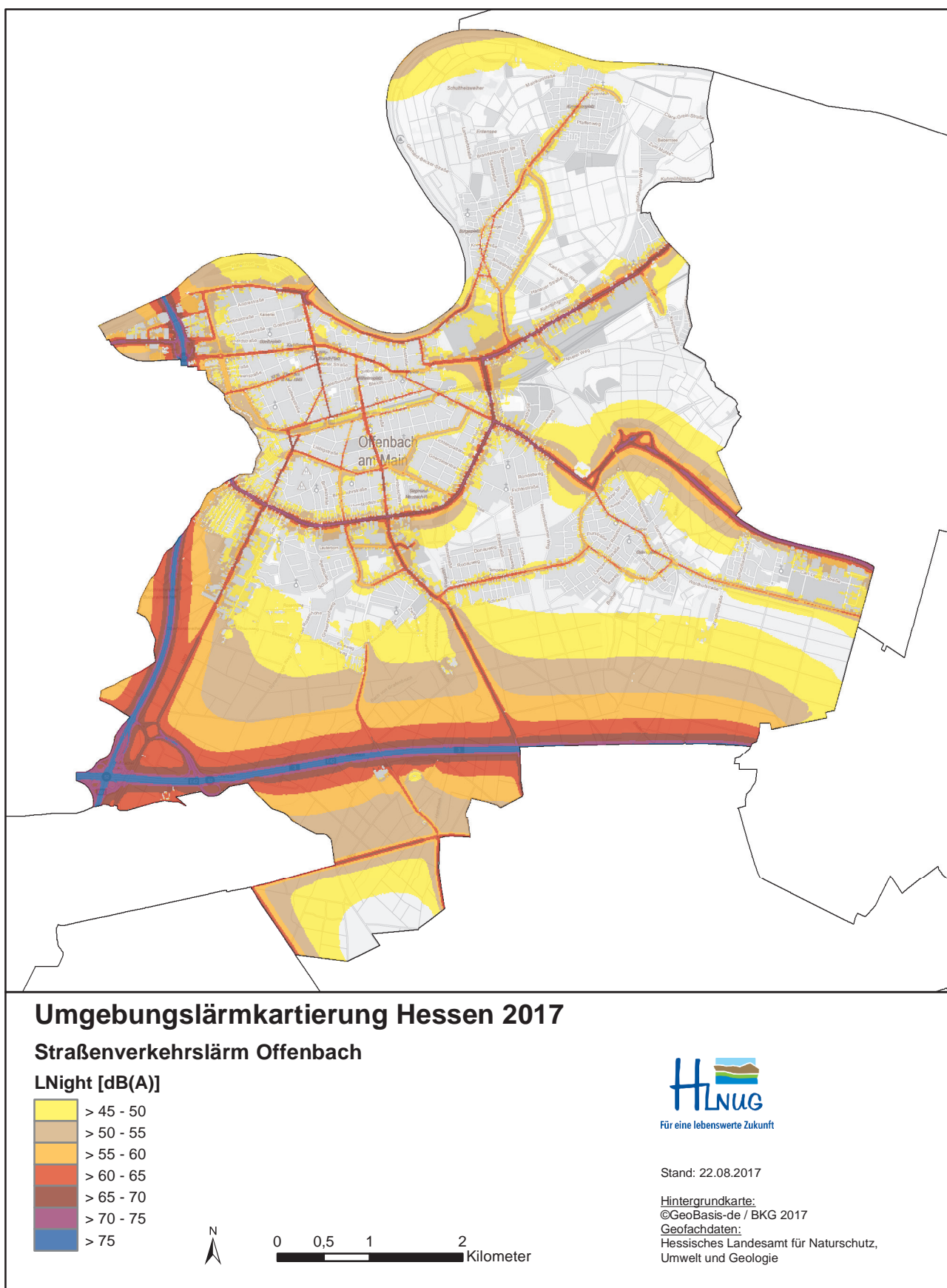
Stand: 22.08.2017

Hintergrundkarte:  
©GeoBasis-de / BKG 2017  
Geofachdaten:  
Hessisches Landesamt für Naturschutz,  
Umwelt und Geologie

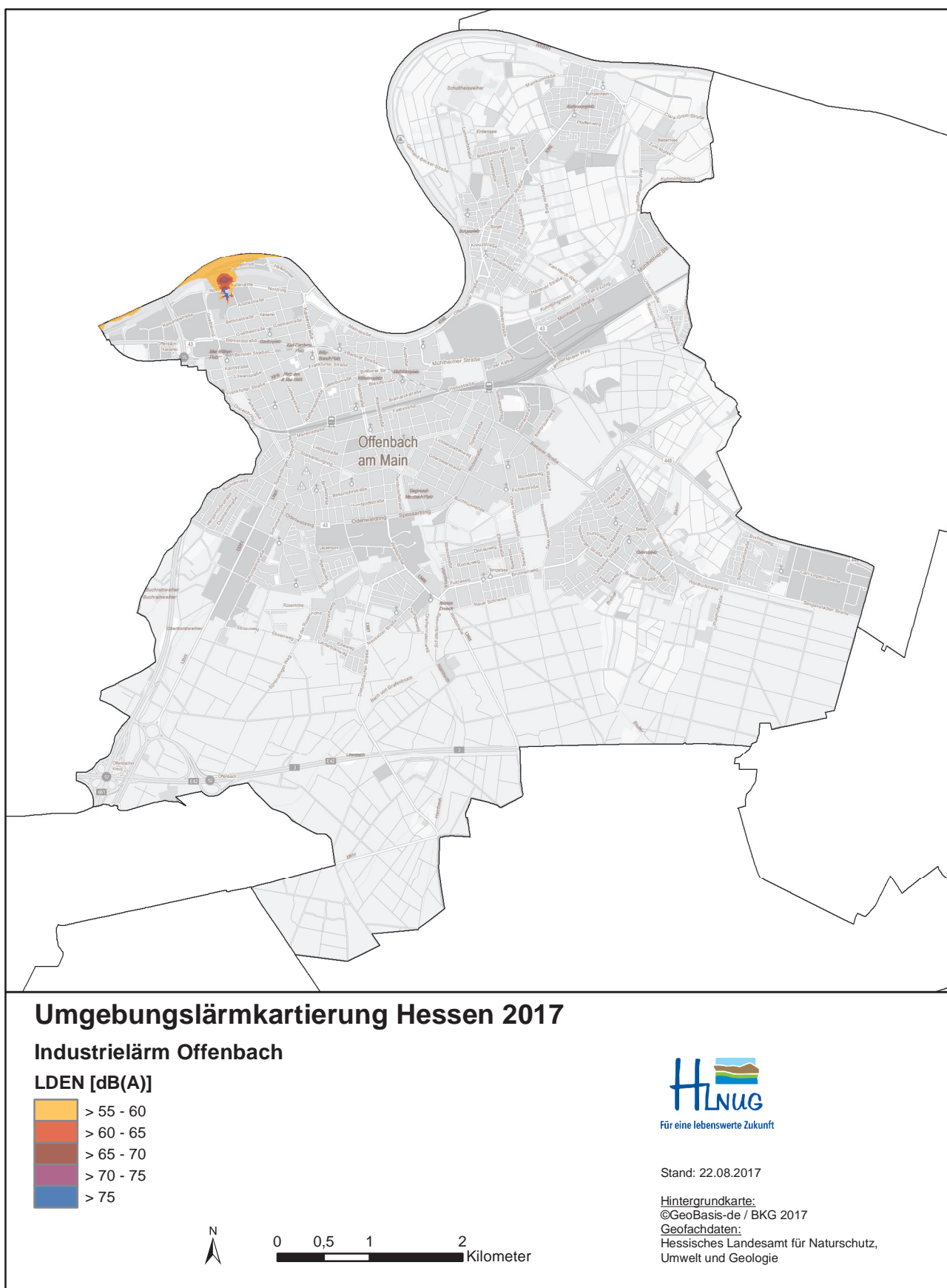
A 2.3.6: Industrieanlagenlärm L<sub>Night</sub>



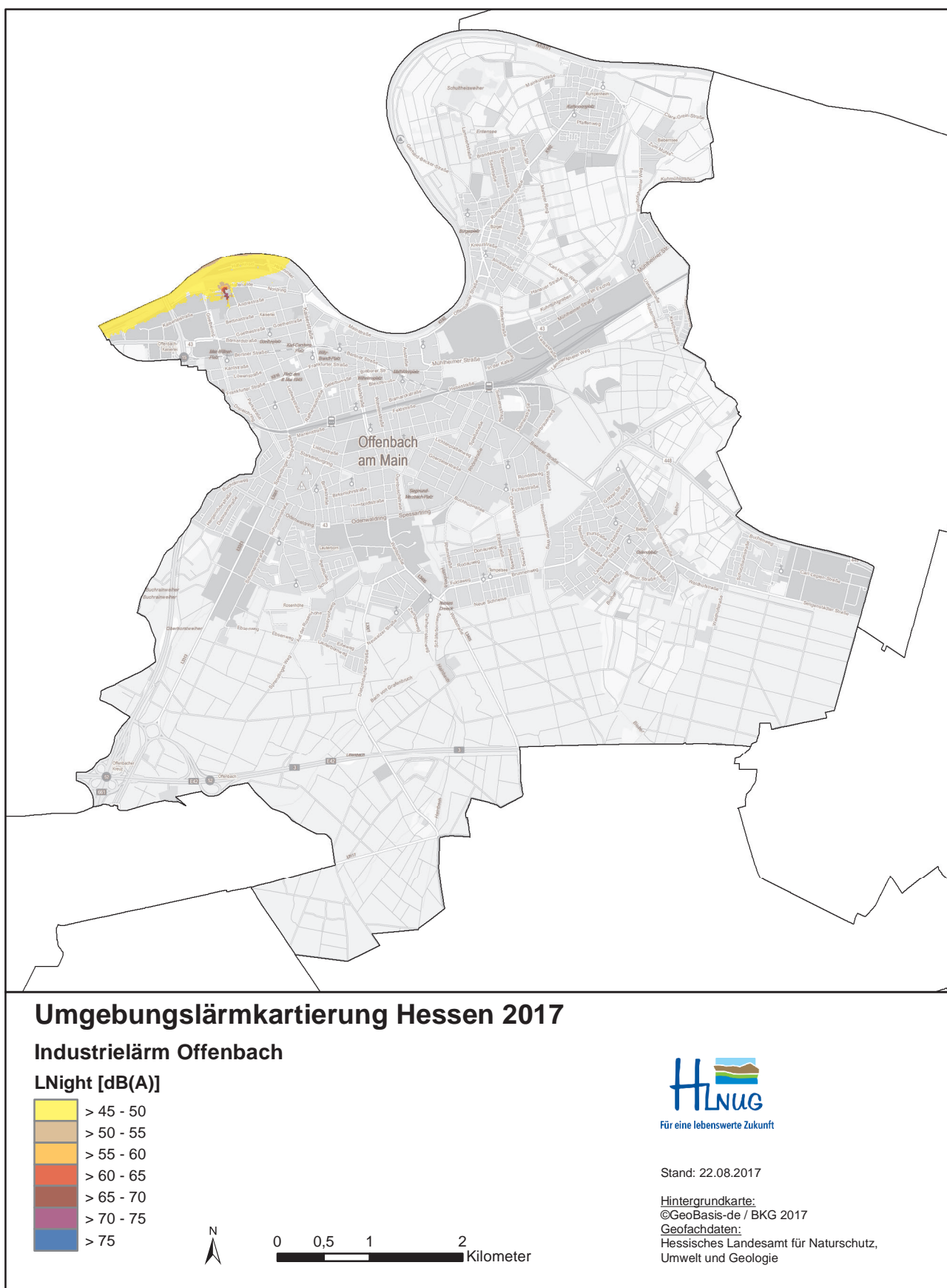
A 2.4.1: Straßenverkehrslärm  $L_{DEN}$



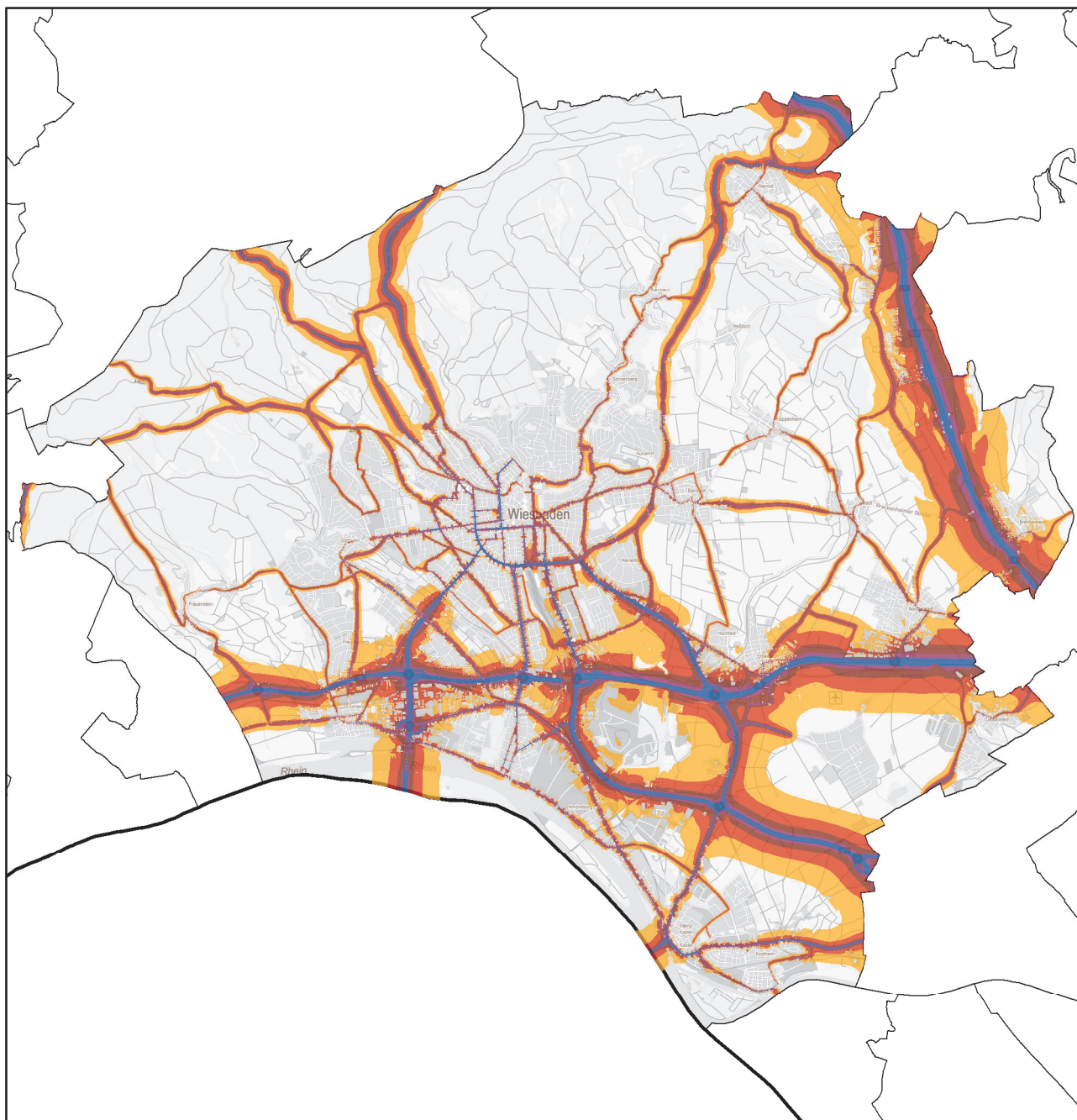
A 2.4.2: Straßenverkehrslärm L<sub>Night</sub>



A 2.4.3: Industrieanlagenlärm L<sub>DEN</sub>



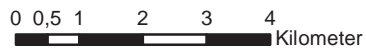
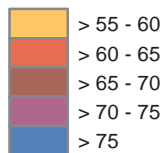
A 2.4.4: Industrieanlagenlärm L<sub>Night</sub>



## Umgebungslärmkartierung Hessen 2017

### Straßenverkehrslärm Wiesbaden

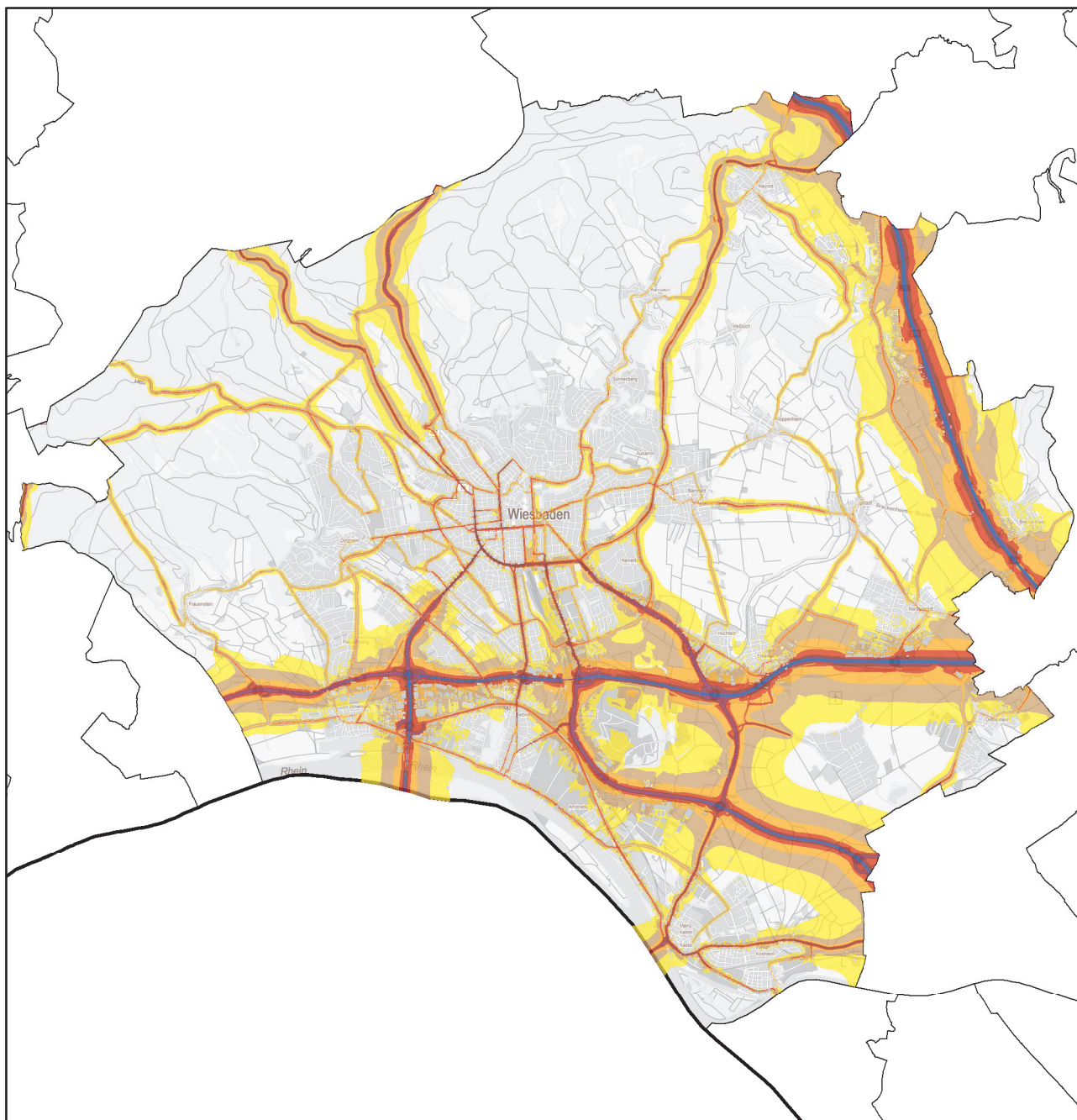
LDEN [dB(A)]



Stand: 22.08.2017

Hintergrundkarte:  
©GeoBasis-de / BKG 2017  
Geofachdaten:  
Hessisches Landesamt für Naturschutz,  
Umwelt und Geologie

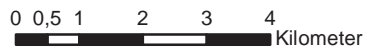
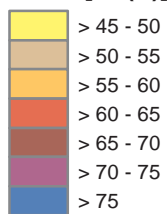
A 2.5.1: Straßenverkehrslärm  $L_{DEN}$



## Umgebungslärmkartierung Hessen 2017

### Straßenverkehrslärm Wiesbaden

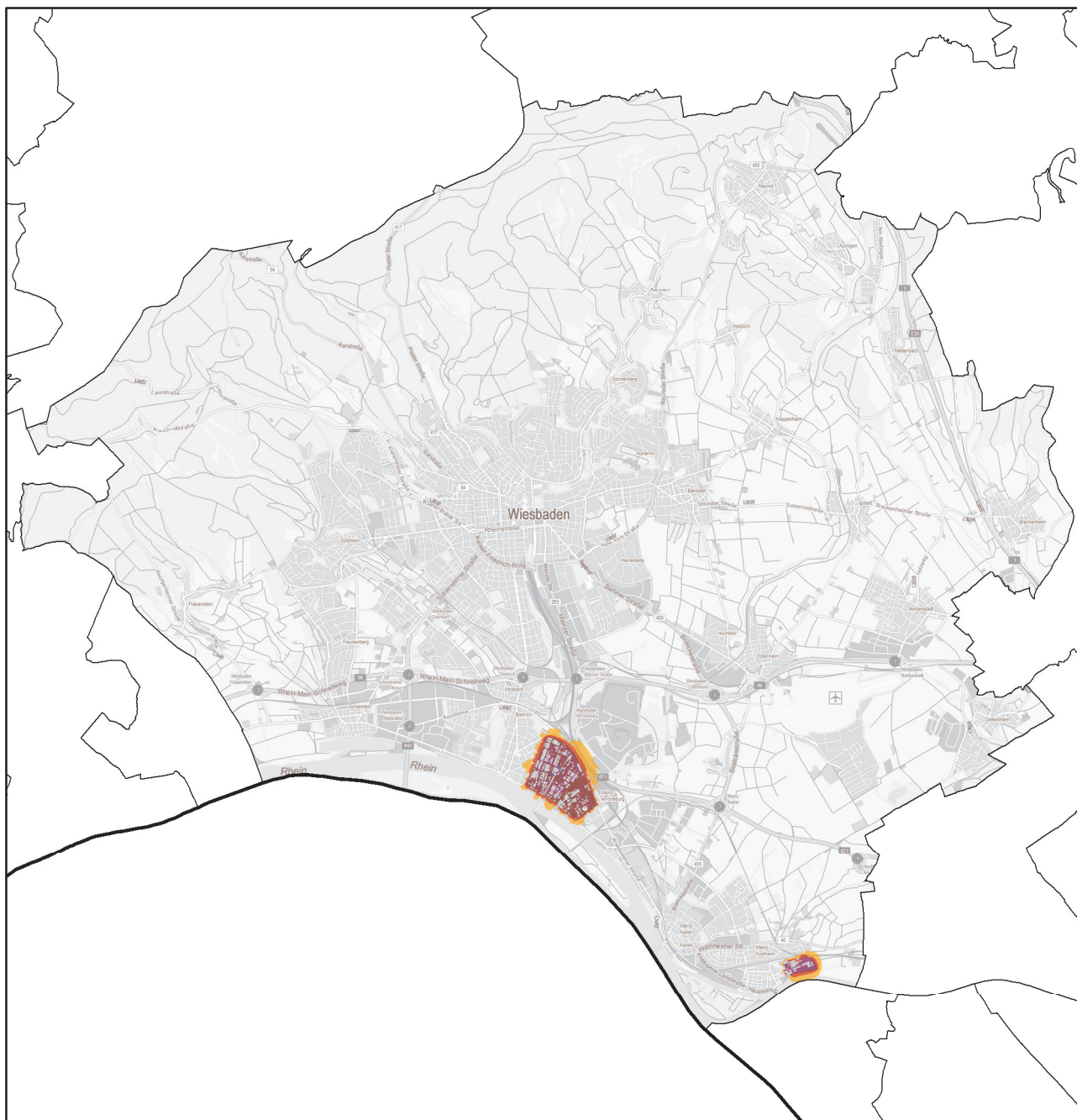
LNGT [dB(A)]



Stand: 22.08.2017

Hintergrundkarte:  
©GeoBasis-de / BKG 2017  
Geofachdaten:  
Hessisches Landesamt für Naturschutz,  
Umwelt und Geologie

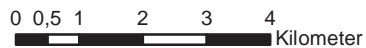
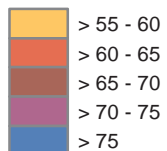
A 2.5.2: Straßenverkehrslärm  $L_{Night}$



## Umgebungslärmkartierung Hessen 2017

### Industrielärm Wiesbaden

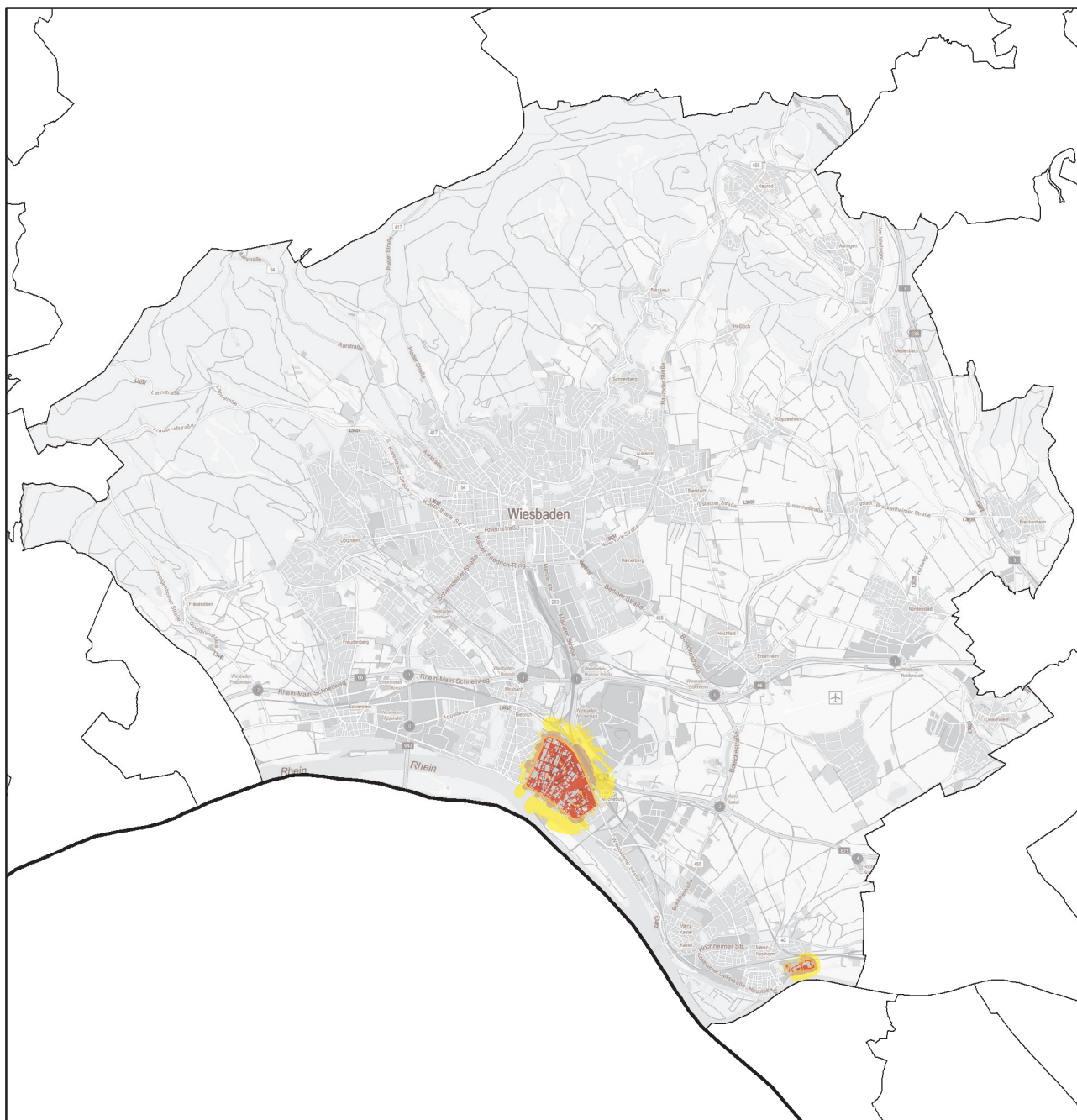
LDEN [dB(A)]



Stand: 22.08.2017

Hintergrundkarte:  
©GeoBasis-de / BKG 2017  
Geofachdaten:  
Hessisches Landesamt für Naturschutz,  
Umwelt und Geologie

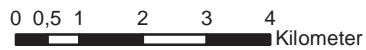
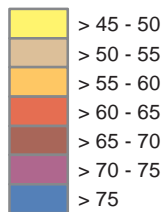
A 2.5.3: Industrieanlagenlärm  $L_{DEN}$



### Umgebungslärmkartierung Hessen 2017

#### Industrielärm Wiesbaden

L<sub>Night</sub> [dB(A)]



Stand: 22.08.2017

Hintergrundkarte:  
©GeoBasis-de / BKG 2017  
Geofachdaten:  
Hessisches Landesamt für Naturschutz,  
Umwelt und Geologie

A 2.5.4: Industrieanlagenlärm L<sub>Night</sub>

## Umgebungslärmkartierung Hessen 2017

**A 3.1:** Geschätzte Zahl der belasteten Menschen in Pegelbereichen des  $L_{DEN}$ 

Indikator	Einwohner im Bereich $L_{DEN}$ in dB(A)				
Straßen	55 bis < 60	60 bis < 65	65 bis < 70	70 bis < 75	> 75
Hessen ohne Ballungsräume	164.843	87.553	59.447	25.011	2.934
Darmstadt	11.575	8.966	7.885	2.691	2
Frankfurt am Main	61.879	39.204	31.411	18.964	3.648
Offenbach am Main	7.487	5.498	6.191	6.127	1.123
Wiesbaden	19.410	13.457	11.336	6.133	588
Kassel	10.571	7.962	4.868	3.736	278
<b>Summe</b>	<b>275.765</b>	<b>162.640</b>	<b>121.138</b>	<b>62.662</b>	<b>8.573</b>
Schienerverkehr	55 bis < 60	60 bis < 65	65 bis < 70	70 bis < 75	> 75
Hessen ohne Ballungsräume	170	5	0	0	0
Darmstadt	2.642	1.311	402	38	0
Frankfurt am Main	12.918	10.261	5.776	1.563	9
Offenbach am Main	11	2	0	0	0
Kassel	4.114	3.379	2.743	881	219
Wiesbaden	-	-	-	-	-
<b>Summe</b>	<b>19.855</b>	<b>14.958</b>	<b>8.921</b>	<b>2.482</b>	<b>228</b>
Industrie	55 bis < 60	60 bis < 65	65 bis < 70	70 bis < 75	> 75
Hessen ohne Ballungsräume	-	-	-	-	-
Darmstadt	621	300	68	0	0
Frankfurt am Main	437	194	114	5	1
Offenbach am Main	2	0	0	0	0
Wiesbaden	421	117	37	0	0
Kassel	6	1	1	2	0
<b>Summe</b>	<b>1.487</b>	<b>612</b>	<b>220</b>	<b>7</b>	<b>1</b>
Flugverkehr	55 bis < 60	60 bis < 65	65 bis < 70	70 bis < 75	> 75
Hessen ohne Ballungsräume	81.119	17.888	21	17	8
Darmstadt	19.035	0	0	0	0
Frankfurt a. M.	22.664	255	13	0	0
Kassel	-	-	-	-	-
Offenbach a. M.	48.064	167	0	0	0
Wiesbaden	-	-	-	-	-
<b>Summe</b>	<b>170.882</b>	<b>18.310</b>	<b>34</b>	<b>17</b>	<b>8</b>

**A 3.2:** Geschätzte Zahl der belasteten Menschen in Pegelbereichen des  $L_{Night}$ 

Indikator	Einwohner im Bereich $L_{NCT}$ in dB(A)					
	Straßen	45 bis < 50	50 bis < 55	55 bis < 60	60 bis < 65	65 bis < 70
Hessen ohne Ballungsräume	231.115	115.102	65.372	26.343	3.735	29
Darmstadt	13.808	9.652	7.492	2.535	3	0
Frankfurt am Main	76.257	48.661	34.777	17.656	2.860	451
Offenbach am Main	8.672	6.136	6.685	5.198	1.081	0
Wiesbaden	22.706	15.446	12.214	5.086	806	3
Kassel	12.950	9.222	4.953	3.462	507	0
<b>Summe</b>	<b>365.508</b>	<b>204.219</b>	<b>131.493</b>	<b>60.280</b>	<b>8.992</b>	<b>483</b>

Schienenverkehr	45 bis < 50	50 bis < 55	55 bis < 60	60 bis < 65	65 bis < 70	> 70
	Hessen ohne Ballungsräume	276	21	0	0	0
Darmstadt	2.443	2.038	590	150	0	0
Frankfurt am Main	13.855	11.723	7.668	3.339	216	0
Offenbach am Main	8	7	0	0	0	0
Kassel	4.975	3.624	2.957	2.036	294	116
Wiesbaden	-	-	-	-	-	-
<b>Summe</b>	<b>21.557</b>	<b>17.413</b>	<b>11.215</b>	<b>5.525</b>	<b>510</b>	<b>116</b>

Industrie	45 bis < 50	50 bis < 55	55 bis < 60	60 bis < 65	65 bis < 70	> 70
	Hessen ohne Ballungsräume	-	-	-	-	-
Darmstadt	311	53	0	0	0	0
Frankfurt am Main	362	165	134	39	3	0
Offenbach am Main	3	0	0	0	0	0
Wiesbaden	635	355	75	36	0	0
Kassel	14	5	1	3	0	0
<b>Summe</b>	<b>1.325</b>	<b>578</b>	<b>210</b>	<b>78</b>	<b>3</b>	<b>0</b>

Flugverkehr	45 bis < 50	50 bis < 55	55 bis < 60	60 bis < 65	65 bis < 70	> 70
	Hessen ohne Ballungsräume	90.606	28.197	267	25	0
Darmstadt	27.045	1.279	0	0	0	0
Frankfurt am Main	18.132	167	13	0	0	0
Offenbach am Main	51.952	6.705	0	0	0	0
Wiesbaden	-	-	-	-	-	-
Kassel	-	-	-	-	-	-
<b>Summe</b>	<b>187.734</b>	<b>36.347</b>	<b>280</b>	<b>25</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

**A 3.3:** Belastete Flächen mit  $L_{DEN}$  als Überschreitungswert

Indikator	Flächen (km <sup>2</sup> ) mit $L_{DEN}$ in dB(A)		
<b>Straßen</b>	<b>&gt; 55</b>	<b>&gt; 65</b>	<b>&gt;75</b>
Hessen ohne Ballungsräume	1.959,7	607,9	136,6
Darmstadt	36,1	12,3	2,1
Frankfurt am Main	131,6	53,8	13,6
Offenbach am Main	23,9	9,8	2,6
Wiesbaden	69,9	23,2	4,8
Kassel	27,9	9,0	1,5
<b>Summe</b>	<b>2.249,0</b>	<b>716,0</b>	<b>161,2</b>
<b>Schiienenverkehr</b>	<b>&gt; 55</b>	<b>&gt; 65</b>	<b>&gt;75</b>
Hessen ohne Ballungsräume	0,4	0,0	0,0
Darmstadt	1,5	0,2	0,0
Frankfurt am Main	9,6	2,6	0,1
Offenbach am Main	0,0	0,0	0,0
Kassel	3,3	1,0	0,1
Wiesbaden	-	-	-
<b>Summe</b>	<b>14,9</b>	<b>3,9</b>	<b>0,1</b>
<b>Industrie</b>	<b>&gt; 55</b>	<b>&gt; 65</b>	<b>&gt;75</b>
Hessen ohne Ballungsräume	0,0	0,0	0,0
Darmstadt	2,9	1,0	0,0
Frankfurt am Main	8,3	4,6	0,0
Offenbach am Main	0,2	0,0	0,0
Wiesbaden	1,8	1,1	0,0
Kassel	0,4	0,1	0,0
<b>Summe</b>	<b>13,6</b>	<b>6,8</b>	<b>0,0</b>
<b>Flugverkehr</b>	<b>&gt; 55</b>	<b>&gt; 65</b>	<b>&gt;75</b>
Hessen ohne Ballungsräume	174,4	28,6	3,5
Darmstadt	15,1	0,0	0,0
Frankfurt am Main	52,7	20,4	6,5
Offenbach am Main	16,2	0,0	0,0
Wiesbaden	-	-	-
Kassel	-	-	-
<b>Summe</b>	<b>258,4</b>	<b>49,0</b>	<b>10,0</b>

**A 3.4:** Geschätzte Zahl der belasteten Menschen in Pegelbereichen des  $L_{DEN}$  als Überschreitungswert

Indikator	Einwohner mit $L_{DEN}$ in dB(A)		
	> 55	> 65	>75
<b>Straßen</b>			
Hessen ohne Ballungsräume	339.788	87.392	2.934
Darmstadt	31.119	10.578	2
Frankfurt am Main	155.106	54.023	3.648
Offenbach am Main	26.426	13.441	1.123
Wiesbaden	50.924	18.057	588
Kassel	27.415	8.882	278
<b>Summe</b>	<b>630.778</b>	<b>192.373</b>	<b>8.573</b>

Schienenverkehr	> 55	> 65	>75
	Hessen ohne Ballungsräume	175	0
Darmstadt	4.393	440	0
Frankfurt am Main	30.527	7.348	9
Offenbach am Main	13	0	0
Kassel	11.336	3.843	219
Wiesbaden	-	-	-
<b>Summe</b>	<b>46.444</b>	<b>11.631</b>	<b>228</b>

Industrie	> 55	> 65	>75
	Hessen ohne Ballungsräume	-	-
Darmstadt	989	68	0
Frankfurt am Main	751	120	1
Offenbach am Main	2	0	0
Wiesbaden	575	37	0
Kassel	10	3	0
<b>Summe</b>	<b>2.327</b>	<b>228</b>	<b>1</b>

Flugverkehr	> 55	> 65	>75
	Hessen ohne Ballungsräume	99.054	46
Darmstadt	19.035	0	0
Frankfurt am Main	22.932	13	0
Offenbach am Main	48.230	0	0
Wiesbaden	-	-	-
Kassel	-	-	-
<b>Summe</b>	<b>189.251</b>	<b>59</b>	<b>8</b>

**A 3.5:** Geschätzte Zahl der belasteten Wohnungen mit  $L_{DEN}$  als Überschreitungswert

Indikator	Wohnungen mit $L_{DEN}$ in dB(A)		
	> 55	> 65	>75
<b>Straßen</b>			
Hessen ohne Ballungsräume	139.779	35.916	1.208
Darmstadt	13.802	4.788	1
Frankfurt am Main	67.112	23.549	1.645
Offenbach am Main	11.618	5.936	501
Wiesbaden	21.613	7.751	257
Kassel	11.515	3.782	122
<b>Summe</b>	<b>265.439</b>	<b>81.722</b>	<b>3.734</b>

Schienenverkehr	> 55	> 65	>75
	Hessen ohne Ballungsräume	73	0
Darmstadt	1.932	192	0
Frankfurt am Main	13.441	3.271	4
Offenbach am Main	7	0	0
Kassel	4.847	1.643	94
Wiesbaden	-	-	-
<b>Summe</b>	<b>20.300</b>	<b>5.106</b>	<b>98</b>

Industrie	> 55	> 65	>75
	Hessen ohne Ballungsräume	-	-
Darmstadt	470	41	0
Frankfurt am Main	329	50	1
Offenbach am Main	1	0	0
Wiesbaden	247	15	0
Kassel	5	2	0
<b>Summe</b>	<b>1.052</b>	<b>108</b>	<b>1</b>

Flugverkehr	> 55	> 65	>75
	Hessen ohne Ballungsräume	47.168	22
Darmstadt	9.064	0	0
Frankfurt am Main	10.920	6	0
Offenbach am Main	22.967	0	0
Wiesbaden	-	-	-
Kassel	-	-	-
<b>Summe</b>	<b>90.119</b>	<b>28</b>	<b>4</b>

**A 3.6:** Geschätzte Zahl der Schulen und Krankenhäuser mit  $L_{DEN}$  als Überschreitungswert

Indikator	Einrichtungen mit $L_{DEN}$ in dB(A)					
	Schulen			Krankenhäuser		
Straßen	> 55	> 65	>75	> 55	> 65	>75
Hessen ohne Ballungsräume	63	8	1	4	3	0
Darmstadt	3	1	0	1	1	0
Frankfurt am Main	31	9	0	1	0	0
Offenbach am Main	6	4	0	1	0	0
Wiesbaden	14	2	0	0	0	0
Kassel	8	4	0	0	0	0
<b>Summe</b>	<b>125</b>	<b>28</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>0</b>
Schienerverkehr	> 55	> 65	>75	> 55	> 65	>75
Hessen ohne Ballungsräume	0	0	0	0	0	0
Darmstadt	1	0	0	0	0	0
Frankfurt am Main	8	1	0	1	0	0
Offenbach am Main	0	0	0	0	0	0
Kassel	4	1	0	0	0	0
Wiesbaden	-	-	-	-	-	-
<b>Summe</b>	<b>13</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Industrie	> 55	> 65	>75	> 55	> 65	>75
Hessen ohne Ballungsräume	-	-	-	-	-	-
Darmstadt	1	0	0	0	0	0
Frankfurt am Main	0	0	0	0	0	0
Offenbach am Main	0	0	0	0	0	0
Wiesbaden	1	0	0	0	0	0
Kassel	0	0	0	0	0	0
<b>Summe</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Flugverkehr	> 55	> 65	>75	> 55	> 65	>75
Hessen ohne Ballungsräume	17	0	0	1	0	0
Darmstadt	4	0	0	0	0	0
Frankfurt am Main	3	0	0	0	0	0
Offenbach am Main	16	0	0	3	0	0
Wiesbaden	-	-	-	-	-	-
Kassel	-	-	-	-	-	-
<b>Summe</b>	<b>40</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>