



Abschlussbericht

Umgebungsärmkartierung Hessen 2022

Impressum

Abschlussbericht

Umgebungslärmkartierung Hessen 2022

Herausgeber

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie
Dezernat I4 „Lärm, Erschütterungen, Abfall, Luftreinhaltung: Anlagen“
Rheingaustraße 186, 65203 Wiesbaden

Tel.: 0611/6939-0

Fax: 0611/6939-555

E-Mail: umgebungslaerm@hlnug.hessen.de

Internet: <http://www.hlnug.de>

Bearbeitung

Katja Hammer

Dr. Matthias Lochmann

Norbert van der Pütten

Matthias Weiß

Stand

30. Mai 2023

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	9
1.1	Rechtsgrundlagen	10
1.2	Zuständigkeiten	12
1.3	Beteiligung der Kommunen	14
1.4	Web-Service Lärm — ODEN	15
1.5	Untersuchungsraum	16
2	Eingangsdaten	19
2.1	Straßenverkehr	19
2.2	Schienenverkehr	24
2.3	Industrieanlagen	33
2.4	Flugverkehr	34
2.5	Gelände	39
2.6	Gebäude	39
2.6.1	Anforderungen an die Gebäudedaten	40
2.6.2	Hausumringe, Gebäudehöhe und Nutzung	40
2.6.3	Einwohnerzahlen	40
2.6.4	Letzte Anpassungen durch das HLNUG	41
2.6.5	Weitere Anpassungen durch die Kommunen in ODEN	41
2.7	Schallschutzeinrichtungen	42
3	Berechnung	42
3.1	Straßenverkehr, Schienenverkehr, Industrie	44
3.1.1	Aufbau des Modells	44
3.1.2	Berechnungsverfahren	45
3.1.3	Verwendete Software	45
3.2	Flugverkehr	45
3.2.1	Berechnungsverfahren	45
3.2.2	Verwendete Software	46

4	Qualitätssicherung	46
4.1	Straßen-, Schienen- und Industrielärm	47
4.1.1	Eingangsdaten	47
4.1.2	Berechnungsmethoden	48
4.1.3	Ergebnisprüfung	50
4.2	Fluglärm	50
5	Ergebnisse	51
5.1	Lärmkarten	51
5.2	Belastetenstatistiken	51
6	Ergebnisdiskussion	52
6.1	Straße, Schiene, Industrie	53
6.2	Fluglärm	55
6.2.1	Änderung der berechneten Pegel	55
6.2.2	Vergleich mit Messwerten	56
6.2.3	Vergleich mit der Realität	57
6.2.4	Historische Pegeländerung	58
6.2.5	Weiteres Vorgehen	59

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ballungsräume in Hessen nach der EU-Umgebungslärm-Richtlinie	18
Abbildung 2: Straßennetz mit Verkehrsmengen des Verkehrsmodells für die Umgebungslärmkartierung 2022	21
Abbildung 3: Komponenten des Verkehrsmodells von Hessen Mobil	22
Abbildung 4: Schienenverkehrswege in Darmstadt und Umgebung	27
Abbildung 5: Schienenverkehrswege in Frankfurt am Main und Umgebung	28
Abbildung 6: Schienenverkehrswege in Kassel und Baunatal	29
Abbildung 7: Schienenverkehrswege in Viernheim	30
Abbildung 8: Schienenverkehrswege der Taunusbahn zwischen Friedrichsdorf und Brandoberndorf	31
Abbildung 9: Schienenverkehrswege in Eschwege	32
Abbildung 10: Darstellung der verwendeten Flugstrecken 2019	35
Abbildung 11: BUF-konformes Emissionsprofil der Klasse S3_130_T2_N7-SA, wie es in CadnaA hinterlegt ist.	38
Abbildung 12: Ausschnitt aus dem Geländemodell der Umgebungslärmkartierung 2022	39
Abbildung 13: Ausschnitt aus dem Gebäudemodell in der 3D-Ansicht von ODEN	41
Abbildung 14: In der Software CadnaA ausgewählte Parameter, die zur Berechnung des Fluglärms nach BUF verwendet wurden.	46

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Die Kriterien und deren stufenweise Umsetzung der EU-Umgebungslärmrichtlinie	12
Tabelle 2: Zuständigkeiten und Schwellen für die Lärmkartierung von Schienenwegen in Hessen	14
Tabelle 3: Kartierungskenngrößen der sechs hessischen Ballungsräume und Hessen	17
Tabelle 4: Verkehrsmodelle, die für die Umgebungslärmkartierung 2022 verwendet wurden	20
Tabelle 5: Länge der Straßen aus den gelieferten Verkehrsmodellen in Abhängigkeit vom DTV-Wert und der Straßengattung	23
Tabelle 6: Kartierte Längen der Schienenverkehrswege in den Ballungsräumen	25
Tabelle 7: Kartierte Längen der Schienenverkehrswege außerhalb der Ballungsräumen	26
Tabelle 8: Flugbewegungszahlen am Flughafen Frankfurt aufgeschlüsselt nach Flugzeuggruppen gemäß BUF-DES 2019	36
Tabelle 9: Parameter für die landesweite Kartierung	48
Tabelle 10: Referenzeinstellung für den Vergleich	49
Tabelle 11: Auswertung zur Qualitätssicherung	50
Tabelle 12: Gegenüberstellung der Grenzen der Isophonen-Bänder	53

Abkürzungsverzeichnis

AEG	Allgemeines Eisenbahngesetz
ALKIS	Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem
ATKIS	Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem
AzB	Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen
AzD	Anleitung zur Datenerfassung über Flugbetrieb
BEB	Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm
BUB	Berechnungsmethoden für den Umgebungslärm von bodennahen Quellen ((Straßen, Schienenwege, Industrie und Gewerbe)
BUF	Berechnungsmethode für den Umgebungslärm von Flugplätzen
BImSchG	Bundesimmissionsschutzgesetz
BImSchV	Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
CadnaA	Computer Aided Noise Abatement (Software zur Berechnung von Schallimmissionen)
CNOSSOS-EU	Common NOise aSSessment MethOdS in Europe
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
FANAMOS	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; hat die IVU-Richtlinie ersetzt
ISO	International Organization for Standardization
Kfz	Kraftfahrzeug

L _{DEN}	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
L _{kw}	Lastkraftwagen
L _{Night}	Maß für die durchschnittliche Lärmbelastung in der Nacht (22:00 - 6:00 Uhr)
LoD1	Level of Detail 1 – 3D-Gebäudemodell
L _w	Schallleistungspegel in [dB(A)/m ²]
MV	Mannheimer Verkehr GmbH
NE-Bahnen	Nichtbundeseigene Eisenbahnen
NORAH	Noise-related annoyance, cognition and health
ODEN	Online pollution modelling day evening night
PBefG	Personenbeförderungsgesetz
P _{kw}	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-Richtlinie¹ zuständig. Nach den ersten drei Kartierungen in den Jahren 2007, 2012 und 2017 werden mit dem vorliegenden Bericht die Durchführung und die Ergebnisse der vierten Runde der Lärmkartierung für 2022 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 zu berücksichtigende 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).

Für die Ermittlung der lärmbelasteten Menschen (Belastetenstatistik) und für die daran anschließende EU Berichterstattung ist es vorgeschrieben, die Lärmbelastungen durch Umgebungslärm unter der strikten Beachtung der Schwellenwerte der EU-Umgebungslärmrichtlinie zu kartieren.

Die Lärmkarten zum Straßenverkehr und teilweise zum Schienenverkehr der Umgebungslärmkartierung 2022 im Lärmviewer Hessen beziehen sich auf die Berechnungen ohne Schwellenwerte. Dadurch werden die Gebiete außerhalb der sechs hessischen Ballungsräume mit mehr als 100.000 Einwohnern (Darmstadt, Frankfurt am Main, Hanau, Kassel, Offenbach am Main und Wiesbaden) hinsichtlich des Straßenverkehrs in der gleichen Detailtiefe kartiert wie die Ballungsräume.

Die Belastetenstatistiken der Umgebungslärmkartierung 2022 auf der Homepage des HLNUG sowie die Lärmkarten zum Flugverkehr und zu Industrie- und Gewerbeanlagen beziehen sich immer auf die Ergebnisse unter Berücksichtigung der EU-Vorgaben.

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

Neben der Veröffentlichung der wesentlichen Ergebnisse in diesem Bericht erfolgt auch eine Veröffentlichung der Umgebungslärmkarten im Lärmviewer Hessen². Diese Ergebnisse beinhalten

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

² <http://laerm.hessen.de/>

für den Straßen- und den Schienenverkehrslärm alle über die kartierungspflichtigen Quellen hinaus berücksichtigten Quellen unterhalb der Kartierungsschwellen der EU und sind dort mit der Bezeichnung „Straßenlärm-PLUS“ und „Schienenlärm Stadtbahnen PLUS“ gekennzeichnet.

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.

Zu den übergeordneten Zielen und Maßnahmen beginnt der Artikel 1 wie folgt:

(1) Mit dieser Richtlinie soll ein gemeinsames Konzept festgelegt werden, um vorzugsweise schädliche Auswirkungen, einschließlich Belästigung, durch Umgebungslärm zu verhindern, ihnen vorzubeugen oder sie zu mindern. Hierzu werden schrittweise die folgenden Maßnahmen durchgeführt:

- a) Ermittlung der Belastung durch Umgebungslärm anhand von Lärmkarten nach für die Mitgliedstaaten gemeinsamen Bewertungsmethoden;*
- b) Sicherstellung der Information der Öffentlichkeit über Umgebungslärm und seine Auswirkungen;*
- c) auf der Grundlage der Ergebnisse von Lärmkarten Annahme von Aktionsplänen durch die Mitgliedstaaten mit dem Ziel, den Umgebungslärm soweit erforderlich und insbesondere in Fällen, in denen das Ausmaß der Belastung gesundheitsschädliche Auswirkungen haben kann, zu verhindern und zu mindern und die Umweltqualität in den Fällen zu erhalten, in denen sie zufrieden stellend ist.*

Die Umsetzung der Ziele erfolgt durch

- die regelmäßige Ermittlung und Publikation strategischer Umgebungslärmkarten inklusive Belastetenstatistiken
- seit 2022 zusätzlich mit Statistiken gesundheitlicher Auswirkungen
- Verminderung und Vorbeugung von Lärmbelastungen mittels Lärmaktionsplanung.

Darüber hinaus spielen die Information der Öffentlichkeit über Lärmbelastungen und deren Auswirkungen sowie 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-Immissionsschutzgesetz³ (BImSchG), durch die Verordnung über die Lärmkartierung (34. BImSchV⁴) sowie durch weitere untergesetzliche Regelwerke in die deutsche Gesetzgebung übernommen.

Die EU-Kriterien bzw. Kartierungsschwellen zur Kartierung des Umgebungslärms und deren Umsetzungsfristen sind in der Tabelle 1 zusammengefasst.

Die Umgebungslärmkartierung 2022 musste gemäß BImSchG §47c (1) bis zum 30. Juni 2022 fertig gestellt sein.

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

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

Die Lärmkarten werden nach den rechtlichen Vorgaben nur für Bereiche mit Pegeln ab 55 dB(A) für L_{DEN} und ab 50 dB(A) für L_{Night} ausgewiesen (siehe auch Kap. 6).

Im Rahmen der freiwilligen Erstellung weitgehend vollständiger Lärmkarten für die Umgebungslärmkartierung 2022 werden für den Straßenverkehrslärm wie bereits bei der Umgebungslärmkartierung 2017⁵ auch Pegel unterhalb dieser Schwellen ausgewiesen, so dass auch in den Bereichen unterhalb dieser Pegel Differenzierungen möglich sind.

Für die Umgebungslärmkartierung 2022 wurden erstmals europaweit einheitliche Berechnungsmethoden angewendet (siehe Kapitel 3).

³ Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 20. Juli 2022 (BGBl. I S. 1362) 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) die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 28. Mai 2021 (BGBl. I S. 1251) geändert worden ist.

⁵ Die Ergebnisse der ULK 2017 und der ULK 2022 werden im Lärmviewer Hessen jeweils mit dem Zusatz PLUS versehen.

Tabelle 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
Lärmkartierung außerhalb von Ballungsräumen		
Hauptverkehrsstraße ⁶	> 6 Mio. Kfz pro Jahr d.h. 16.400 Kfz pro 24 Stunden	> 3 Mio. Kfz pro Jahr d.h. ca. 8.200 Kfz pro 24 Stunden
Haupteisenbahnstrecke ⁷	> 60.000 Züge pro Jahr	> 30.000 Züge pro Jahr
Großflughafen	> 50.000 Flugbewegungen (Starts und Landungen) pro Jahr	
Lärmkartierung innerhalb von Ballungsräumen		
Ballungsraum	> 250.000 Einwohner	> 100.000 Einwohner
Straßenverkehrslärm	Hauptverkehrsstraßen ⁸ + sonstige Straßen ⁹ > 3.000 Kfz pro 24 Stunden	
Eisenbahnlärm	Haupteisenbahnstrecken + sonstige Schienenwege ⁹	
Fluglärm	Großflughäfen + sonstige zivile Flugplätze ⁹	
Industrie- oder Gewerbegebiete ¹⁰	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 ⁹	

1.2 Zuständigkeiten

In Hessen sind für die Umgebungslärmkartierung das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) und das Eisenbahn-Bundesamt (EBA), für die Lärmaktionspläne die Regierungspräsidien und das EBA zuständig.

⁶ „... eine Bundesfernstraße, Landesstraße oder auch sonstige grenzüberschreitende Straße ...“, § 47b Nr. 3 des BImSchG

⁷ „... ein Schienenweg von Eisenbahnen nach dem Allgemeinen Eisenbahngesetz ...“, § 47b Nr. 4 des BImSchG

⁸ In Hessen wurde die Kartierungsschwelle innerhalb von Ballungsräumen vom HMUKLV auf > 3.000 Kfz pro 24 Stunden festgesetzt

⁹ „... soweit diese sonstigen Lärmquellen erheblichen Umgebungslärm hervorrufen.“, § 4 Abs. 1 der 34. BImSchV

¹⁰ § 4 Abs. 1 Nr. 5 der 34. BImSchV

Für die landesweite Umgebungslärmkartierung ist nach § 3 f der Immissionsschutz-Zuständigkeitsverordnung das 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)¹¹
- Schienenwege von Straßenbahnen im Sinne des § 4 des Personenbeförderungsgesetzes (PBefG)¹²

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 Hand von Privaten oder der öffentlichen Hand (z. B. Länder, Kreise, Städte).

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. Tatsächlich hat das HLNUG aber deutlich mehr kartiert (s. Kap. 2.2)

Die Details dieser Zuständigkeiten sind in der Tabelle 2 zusammengefasst.

¹¹ 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

¹² 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

Tabelle 2: Zuständigkeiten und Schwellen 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

Die Lärmaktionspläne sind nach § 1 Abs. 1 der hessischen Immissionsschutz-Zuständigkeitsverordnung von den Regierungspräsidien Darmstadt, Gießen und Kassel für ihren jeweiligen Regierungsbezirk aufzustellen. 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 hessischen Kommunen haben für die Umgebungslärmkartierung keine eigene Zuständigkeit, wurden aber dennoch vom HLNUG umfassend beteiligt.

Die aktive Beteiligung der hessischen Kommunen an der Umgebungslärmkartierung 2022 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 (ODEN¹³) (siehe Kapitel 1.4) aktiv an der Kartierung zu beteiligen, war aber ein Angebot an die Kommunen, eigene und ggf. aktuellere oder genauere Eingangsdaten in die Kartierung einfließen zu lassen.

¹³ online pollution modelling day evening night

Ein zentrales Element des Konzepts der Umgebungslärmkartierung 2022 war die Beteiligung der insgesamt 422 hessischen Kommunen.

Ab Ende Januar 2022 wurden den Kommunen aktualisierte Eingangsdaten für die Umgebungslärmkartierung 2022 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 Ende Februar 2022 beendet.

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

Von 28 Kommunen, Landkreisverwaltungen und den Lärmaktionsplanerinnen der Regierungspräsidien wurden Veränderungen an den Daten vorgenommen und diese damit optimiert. Im Wesentlichen wurden kommunale Verkehrsmengen und Geschwindigkeitsbeschränkungen an Straßen(-abschnitten) geändert (vergl. Tabelle 5) und Gebäude als Schulgebäude oder Krankenhäuser deklariert. Hinzugefügt wurden einige kommunale Verkehrsmodelle und Straßen in Neubaugebieten sowie fehlende Gebäude und Lärmschutzwände.

1.4 Web-Service Lärm — ODEN

Der Web-Service Lärm — ODEN 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 Lärmberechnungen 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. 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 Nutzern beim HLNUG mit einer formlosen E-Mail an Umgebungslaerm@hlnug.hessen.de angefordert werden

ODEN wird vom HLNUG als Dienstleistung allen an der Umgebungslärmkartierung und an der Lärmaktionsplanung Beteiligten in Hessen (Regierungspräsidien, Landkreise, 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 sechs kreisfreie Städte Darmstadt, Frankfurt am Main, Hanau, Kassel, Offenbach am Main und Wiesbaden. Da die Einwohnerzahlen von Hanau in den Jahren zwischen 2017 und 2022 über die Schwelle von 100.000 gestiegen sind, ist Hanau nach der Definition der EU-Umgebungslärm-Richtlinie erstmals Ballungsraum.

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 Eisenbahnbundesamtes (EBA) fallen, 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 berechnet und an das UBA gemeldet (außerhalb 8.200 Kfz/24h). Für die Berechnungen der Ergebnisse der PLUS-Kartierungen, die im Lärmviewer veröffentlicht sind, wurden diese Schwellenwerte nicht herangezogen, d. h. es wurden alle relevanten Quellen, für die die notwendigen Eingangsdaten vorlagen, kartiert.

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

Tabelle 3: Kartierungskenngrößen der sechs hessischen Ballungsräume und Hessen

	Darmstadt	Frankfurt am Main	Hanau	Kassel	Offenbach am Main	Wiesbaden	Hessen
Einwohner ¹⁴	158.743	755.166	100.307	200.227	131.006	278.591	6.281.338
Fläche ¹⁵ (km ²)	122,07	248,31	76,47	106,80	44,88	203,87	21.115,64
Einwohnerdichte (EW je km ²)	1.300	3.041	1.274	1.875	2.919	1.367	297
Kartierte Straßenlänge ¹⁶							
EU-Rechnung [km]	204	840	181	289	127	424	6.176
PLUS-Rechnung [km]	506	1.847	407	699	312	936	42.869

¹⁴ Bevölkerung in Hessen am 30. Juni 2021 nach Gemeinden, © Hessisches Statistisches Landesamt (HSL)

¹⁵ Hessische Gemeindestatistik 2021 (<https://statistik.hessen.de>)

¹⁶ Länge im Modell; reale Straßenlänge ist geringer, da einige Straßen mit zwei Fahrstreifen enthalten sind

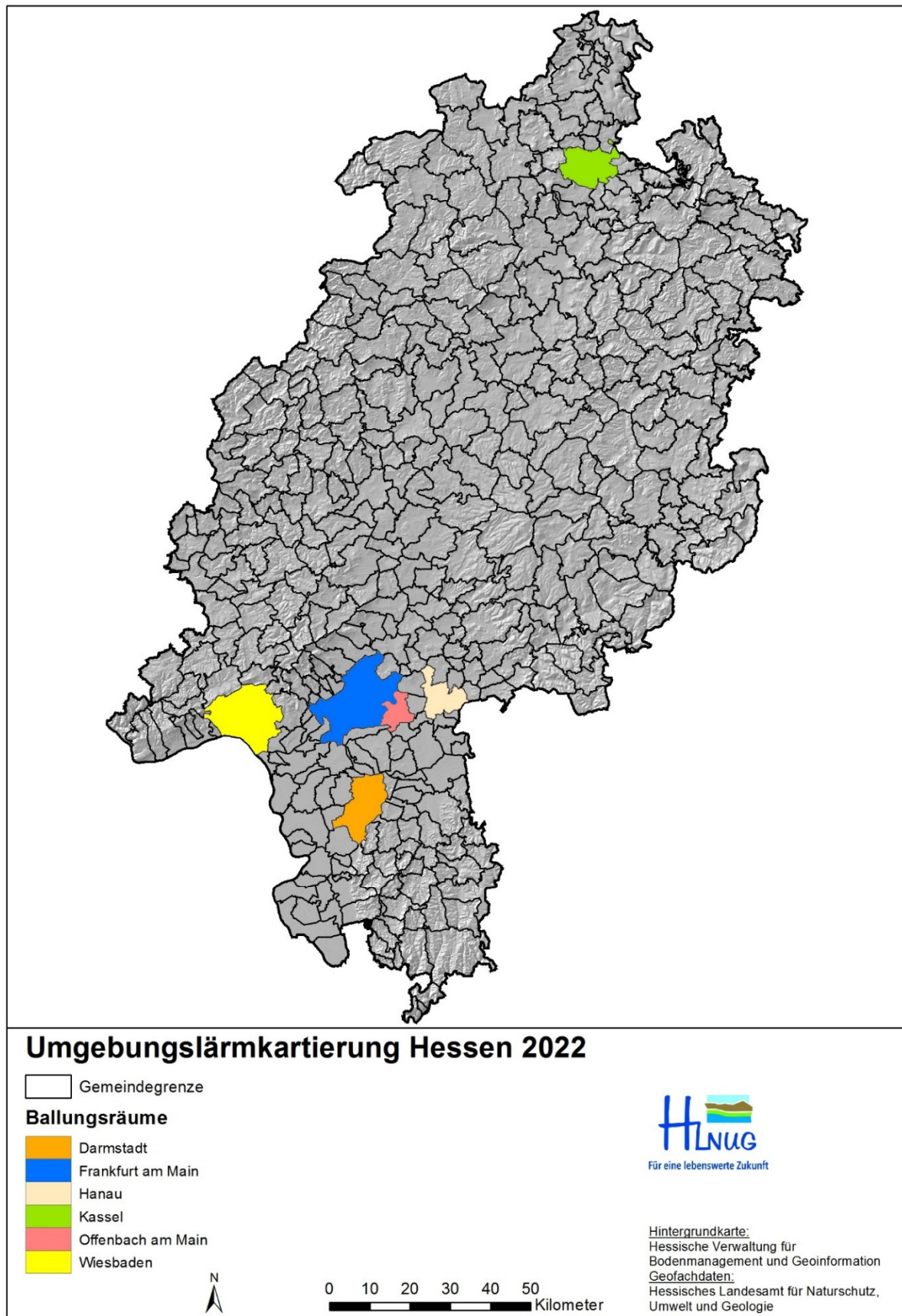


Abbildung 1: Ballungsräume in Hessen nach der EU-Umgebungslärm-Richtlinie

2 Eingangsdaten

In den folgenden Kapiteln werden die der Umgebungslärmkartierung 2022 zugrundeliegenden Eingangsdaten und die für diese Daten durchgeführten Optimierungsschritte dargestellt.

2.1 Straßenverkehr

Die nach Auswertung der bisher vorliegenden Statistiken zu der 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 Umgebungslärmkartierungen 2007 und 2012 wurden als Datenquelle i. d. R. die offiziellen Straßenverkehrswegezählungen (SVZ) verwendet. Diese Kurzzeitzählungen von i. d. R. wenigen Stunden, die alle fünf Jahre durchgeführt werden, 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 bis 2012 aufgrund von EU-Vorgaben zur Umgebungslärmkartierung 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 bis 2012 in Hessen ein DTV-Schwellenwert von 3.000 Kfz/24h angewendet. Bei den betrachteten Straßen handelt es sich um solche des überörtlichen Verkehrs. In Ballungsräumen und Städten wurden auch Durchgangsstraßen betrachtet. Aufgrund der Umsetzung dieser Vorgaben wurde der Straßenverkehrslärm im Rahmen der ersten beiden Umgebungslärmkartierungen nicht flächendeckend ermittelt.

Mit der PLUS-Kartierung wurden diese Einschränkungen bei den Verkehrsdaten 2017 erstmalig beseitigt. Dies wurde u. a. durch die Verwendung von Verkehrsmodellen als Datengrundlage gewährleistet. Dieses bewährte Konzept aus der Umgebungslärmkartierung 2017 wurde auch bei der Umgebungslärmkartierung 2022 angewendet. Die Verkehrszahlen der ULK 2022 stammen somit nicht aus den bundesweiten SVZ, sondern wurden durch Daten aus mehreren Verkehrsmodellen ersetzt. Diese Verkehrsmodelle wurde dem HLNUG von Hessen Mobil sowie einigen hessischen Kommunen zur Verfügung gestellt (siehe Tabelle 4).

Die Daten aus den Verkehrsmodellen decken deutlich mehr Straßen ab als die Daten aus den SVZ. Dennoch liefern diese Verkehrsmodelle für die Nebenstraßen z. B. in Wohngebieten i. d. R. weiterhin keine DTV-Werte und würden demnach auch nicht kartiert werden. Um auch für diese Straßenkategorie DTV-Werte zu generieren, wurden im Rahmen der ULK 2022 erstmals auch für diese Nebenstraßen mit einem relativ einfachen Ansatz DTV-Werte ermittelt. Dabei wurde unterstellt, dass jeder Anwohner einer Straße im Mittel 1,8 Fahrten pro Tag mit dem Pkw unternimmt. Da in dem zugrunde gelegten Modell die Einwohnerzahlen in den Häusern über eine

Abschätzung bekannt sind, kann auf diese Weise eine Verkehrsbelastung für Straßen, an denen Menschen wohnen, abgeschätzt werden. Um nichtplausible Werte der Verkehrsbelegung zu vermeiden, wird der auf diese Weise modellierte Verkehr auf einer Straße, die mit einer übergeordneten Straße verbunden ist, auf eine definierte Obergrenze, die nicht überschritten werden, begrenzt.

Tabelle 4: Verkehrsmodelle, die für die Umgebungslärmkartierung 2022 verwendet wurden

Beschreibung	Stand	Datenlieferant	Anmerkungen
Verkehrsmodell Hessen	01/2019	Hessen Mobil	Die Verkehrsdaten aller Einzelmodelle wurden zu einem Gesamtmodell zusammengefasst; die DTV-Werte des Nebennetzes wurde mit einem relativ einfachen Ansatz abgeschätzt
VDRM Modell ¹⁷	01/2019	Hessen Mobil	
Darmstadt	01/2021	Stadt Darmstadt	
Frankfurt am Main	08/2021	HMUKLV ¹⁸	
Fulda	03/2021	Stadt Fulda	
Kassel	04/2021	Stadt Kassel	
Limburg	08/2021	HMUKLV	
Offenbach am Main	09/2019	Stadt Offenbach am Main	
Wiesbaden	04/2021	Stadt Wiesbaden	
Nebennetz	01/2022	SIG ¹⁹	

Das so erstellte Straßennetz hat eine Länge von etwa 46.076 km (siehe Abbildung 2) und bildet das komplette Straßennetz in Hessen ab. Hierfür wurden die DTV-Werte aus den Verkehrsmodellen lagebezogen auf die Straßengeometrien aus dem Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem (ATKIS) übertagen. Dieses Teilnetz umfasst 26.216 km. Für die Straßenabschnitte ohne DTV-Werte aus den Verkehrsmodellen aber mit Anwohnern hat SIG an Hand der Einwohnerzahl in den Gebäuden einen DTV-Wert modelliert. Dieses Teilnetz wird in Tabelle 4 als Nebennetz bezeichnet und hat eine Länge von 16.653 km. Damit verblieben in Hessen nur 3.207 km an Straßen ohne DTV-Wert

¹⁷ Verkehrsdatenbasis Rhein-Main

¹⁸ Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

¹⁹ Stapelfeldt Ingenieurgesellschaft mbH

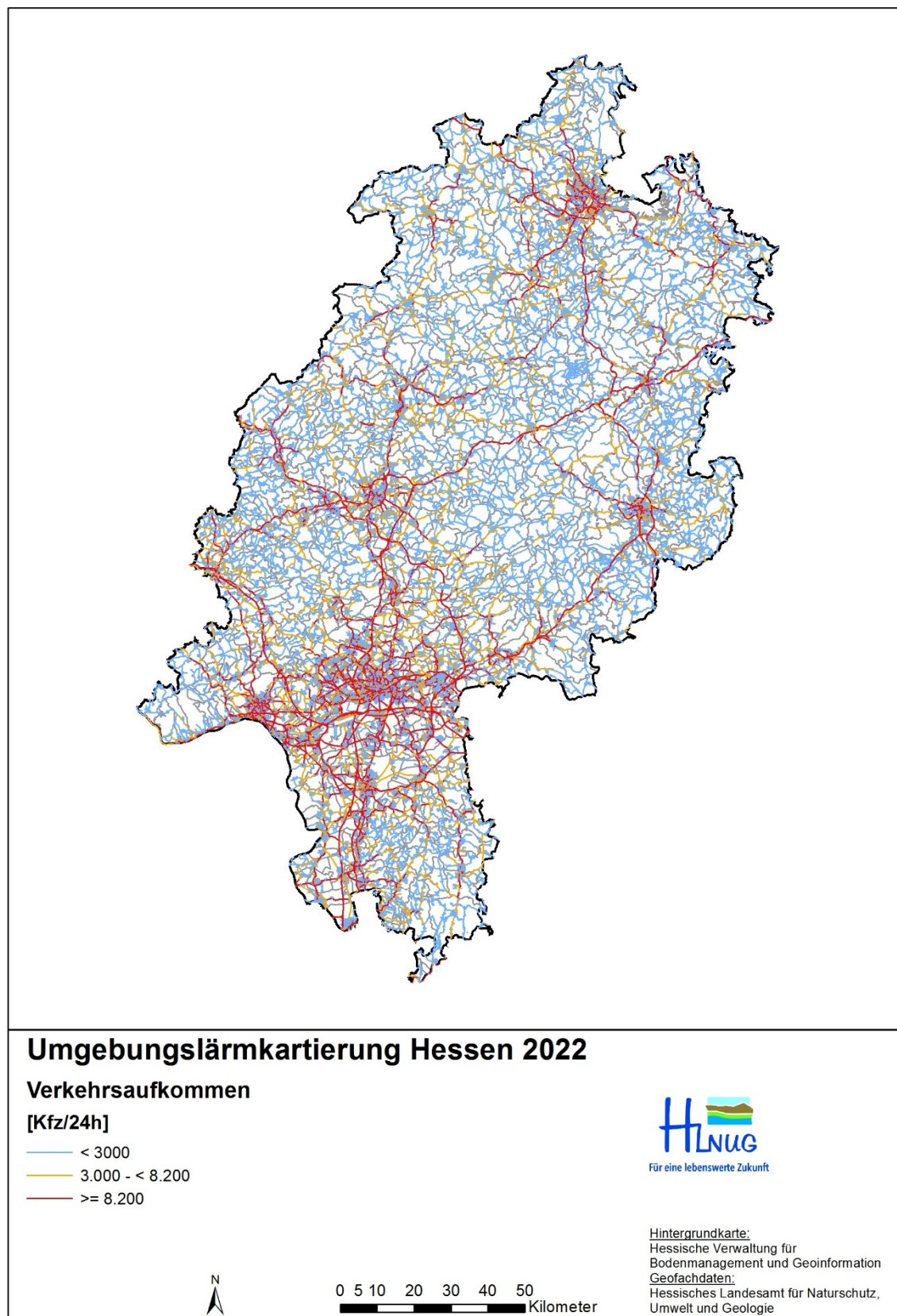


Abbildung 2: Straßennetz mit Verkehrsmengen des Verkehrsmodells für die Umgebungslärmkartierung 2022

Die Daten der Verkehrsmodelle von Hessen Mobil basieren auf Informationen aus den drei Bereichen Verkehrsnetz, Strukturdaten und Verhaltensdaten.

Das Verkehrsnetz enthält Angaben zur Lage und zur Leistungsfähigkeit der Straßen sowie zu den Linien und Fahrplänen der öffentlichen Verkehrsmittel. 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. Das Verkehrsmodell basiert auf Daten der Verkehrszählungen aus der SVZ 2015.

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 Abbildung 3 sind die Komponenten des Verkehrsmodells von Hessen Mobil dargestellt.

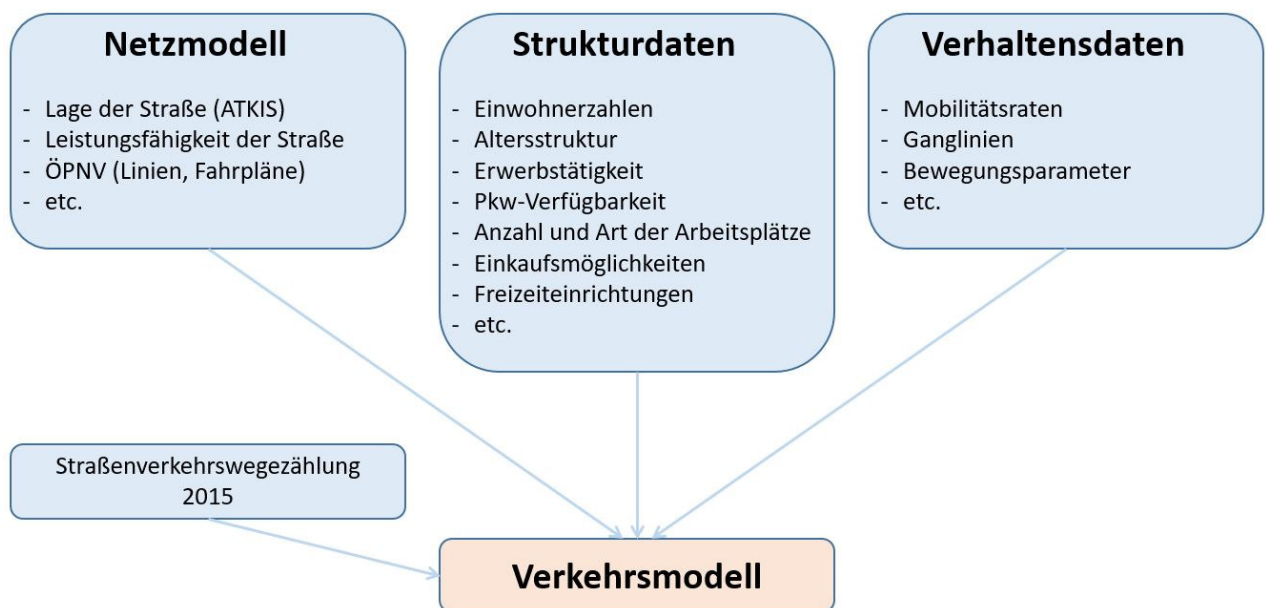


Abbildung 3: Komponenten des Verkehrsmodells von Hessen Mobil

Zu großen Teilen basiert das Verkehrsmodell auf Struktur- und Verhaltensdaten mit dem Stand Januar 2019. Somit erfüllen die Verkehrsdaten die Anforderungen des Artikel 5 der EU-Umgebungslärmrichtlinie. Demnach dürfen die Daten nicht älter als drei Jahre sein.

Im Gegensatz zu den DTV-Werten aus den Verkehrszählungen, die den durchschnittlichen täglichen Verkehr an allen Wochentagen angibt, sind in den Verkehrsmodellen i. d. R. DTV₅-Werte angegeben, also der durchschnittliche tägliche Verkehr an den fünf Tagen Montag bis Freitag. Die DTV₅-Werte sind im Vergleich zu den DTV-Werten um etwa 10 % höher und repräsentieren damit die in der Regel höhere Lärmbelastung an Werktagen.

Die Verkehrsmodelle enthalten für alle diese Straßenabschnitte u. a. folgende Angaben:

- Angaben zur Geschwindigkeiten
- Durchschnittlicher täglicher Verkehr als DTV
- Lkw-Anteil

In der Tabelle 5 sind die Anteile der Straßen aus den Verkehrsmodellen von Hessen Mobil und den Kommunen am landesweiten Verkehrsmodell zur Lärmberechnung in Abhängigkeit vom DTV-Wert dargestellt. Bei Straßen, deren Fahrbahnen durch einen Trennstreifen baulich getrennt sind, sind in dem Verkehrsmodell auch getrennte Geometrien vorhanden (z. B. Autobahnen). Der DTV-Wert verteilt sich auf diese getrennten Geometrien. Die Längenangaben der Tabelle 5 basieren auf diesen Geometrien und können daher von den Streckenkilometern abweichen.

Tabelle 5: Länge der Straßen aus den gelieferten Verkehrsmodellen in Abhängigkeit vom DTV-Wert und der Straßengattung

DTV ₅ [Kfz/Tag]	Autobahn [km]	Bundesstraße [km]	Landesstraße [km]	Kreisstraße [km]	Gemeindestraße [km]
> 25.000	2.081	489	62	42	18
25.000 bis 8.200 ²⁰	217	1.445	738	245	422
8.199 bis 3.000	128	1.283	2.269	677	1.368
> 0 bis < 3.000	71	358	4.233	3.697	6.373

²⁰ 8.200 Kfz/Tag entspricht etwa einem DTV-Wert von mehr als 3 Millionen Kfz pro Jahr

Die Erhebungen zur SVZ 2020 waren ursprünglich für das Jahr 2020 geplant, konnten aber wegen der Corona-bedingten Einschränkungen nicht durchgeführt werden. Diese Zählungen wurden 2021 nachgeholt. Die Zählzeiten aus der SVZ 2021 konnten daher aus Zeitgründen nicht für das Verkehrsmodell genutzt werden, obwohl erste Ergebnisse der SVZ 2021 bereits Ende Februar 2022 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 2022 noch nicht vor²¹. Darüber hinaus lagen die veröffentlichten Daten der SVZ 2021 zu diesem Zeitpunkt in einer Form vor, die eine automatisierte Übernahme in das Datenmodell zur Lärmkartierung nicht möglich machten. 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 2021 in das vorhandene System nicht möglich.

Die Eigenschaft der Straßenoberfläche hat deutlichen Einfluss auf die durch die rollenden Fahrzeuge erzeugten Schallemissionen. Angaben zur Eigenschaft der Straßenoberfläche wurden bei der Kartierung für 1.431 km berücksichtigt. Der entsprechende Datensatz wurde vom HMWEVW bzw. Hessen Mobil zur Verfügung gestellt. Für die anderen Straßenabschnitte ohne explizite Kenntnis der Straßenoberfläche wurde mit einer Standardoberfläche (nicht geriffelter Gussasphalt, Asphaltbeton, Splittmastix) gerechnet.

Bei der Kartierung 2022 wurden zum ersten Mal auch Lichtsignalanlagen berücksichtigt. Die Daten stammten von Hessen Mobil und wurden durch die Daten aus Open Street Map (OSM) ergänzt.

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)

²¹ Schreiben des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur vom 29.06.2022

Die Datengrundlagen für die Lärmberechnungen durch den Schienenverkehr für die Ballungsräume stammen ursprünglich aus der Umgebungslärmkartierung 2017 einschließlich der weiterführenden Streckenabschnitte außerhalb der Ballungsräume Darmstadt und Frankfurt. In Wiesbaden, Offenbach und Hanau existieren keine Straßenbahnen. In der Tabelle 6 sind die kartierten Schienenlängen im Rechenmodell für die Strecken in den Ballungsräumen aufgeführt.

Tabelle 6: Kartierte Längen der Schienenverkehrswege in den Ballungsräumen

Ballungsraum	Kartierungspflichtige Schienenwege	Weiterführendes Netz außerhalb der Ballungsräume	Karte
Darmstadt	33,6 km	10,8 km	Abbildung 4
Frankfurt am Main	119 km	21,8 km	Abbildung 5
Kassel	49,0 km	-	Abbildung 6

Durch die gesetzlichen Vorgaben (siehe Tabelle 2) werden alle Straßenbahnen und NE-Bahnen innerhalb der Ballungsräume vom HLNUG kartiert. Sobald die Strecke den Ballungsraum verlässt, gelten höhere Schwellenwert und es besteht meistens keine Kartierungspflicht mehr. Daher würden Strecken nur innerhalb der Grenzen eines Ballungsraums kartiert werden, ab der Ballungsraumgrenze aber nicht mehr.

Im Rahmen der Umgebungslärmkartierung 2022 werden die verpflichtend zu kartierenden Schienenverkehrswege innerhalb der Ballungsräume und deren Abschnitte in das Umland über den Ballungsraum hinweg kartiert. Dies betrifft teilweise mehrere Bahnstrecken pro Ballungsraum.

Außerhalb der Ballungsräume fallen als NE-Bahnen die Strecke in Baunatal, die Überlandstraßenbahn in Viernheim²² und die Taunusbahn²³ in dem Abschnitt von Friedrichsdorf nach Brandoberndorf unter die Kartierungspflicht. Zusätzlich wurde noch die Strecke in Eschwege kartiert. Die Schienenlängen im Rechenmodell für die kartierten Strecken außerhalb der Ballungsräume sind in Tabelle 7 aufgeführt.

²² Teilstück der Schmalspur-Eisenbahn von Mannheim nach Weinheim der Mannheimer Verkehr GmbH (MV).

²³ Der Abschnitt von Frankfurt-Hauptbahnhof nach Friedrichsdorf wird vom EBA kartiert.

Tabelle 7: Kartierte Längen der Schienenverkehrswege außerhalb der Ballungsräumen

Strecke	Kartierungspflichtig	Länge	Karte
Baunatal	ja	5,56 km	Abbildung 6
Viernheim	ja	5,53 km	Abbildung 7
Taunusbahn Friedrichsdorf - Brandoberndorf	ja	37,4 km	Abbildung 8
Eschwege	nein	4,28 km	Abbildung 9

In der Abbildungen 4 bis 6 sind die untersuchten Schienenverkehrswege in den drei Ballungsräumen Darmstadt und Frankfurt am Main inklusive der verlängerten Strecken sowie Kassel zusammengestellt. Darauf folgen die Karten für Viernheim (Abbildung 7), die Taunusbahn zwischen Friedrichsdorf und Brandoberndorf (Abbildung 8) und Eschwege (Abbildung 9).

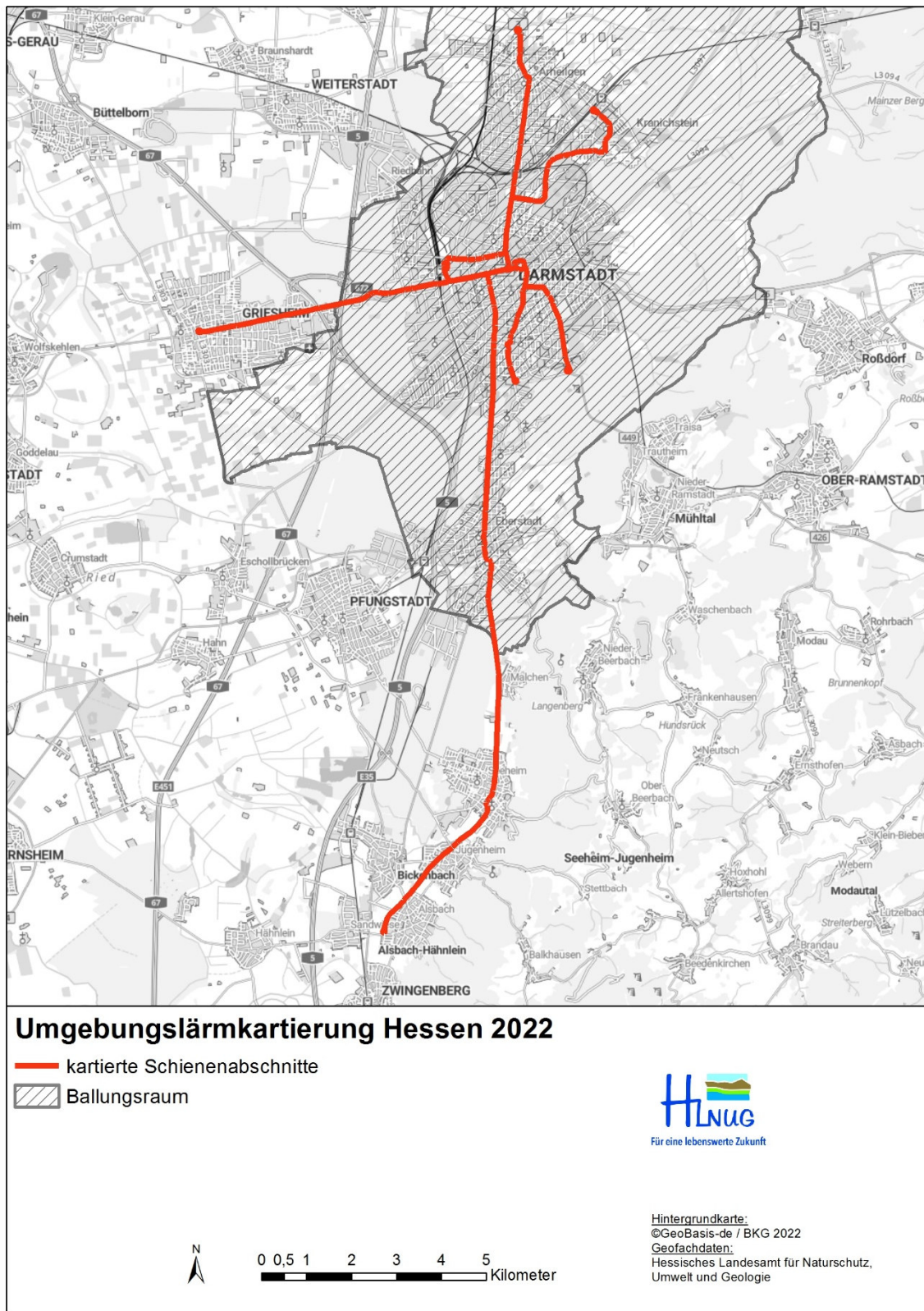


Abbildung 4: Schienenverkehrswege in Darmstadt und Umgebung



Abbildung 5: Schienenverkehrswege in Frankfurt am Main und Umgebung

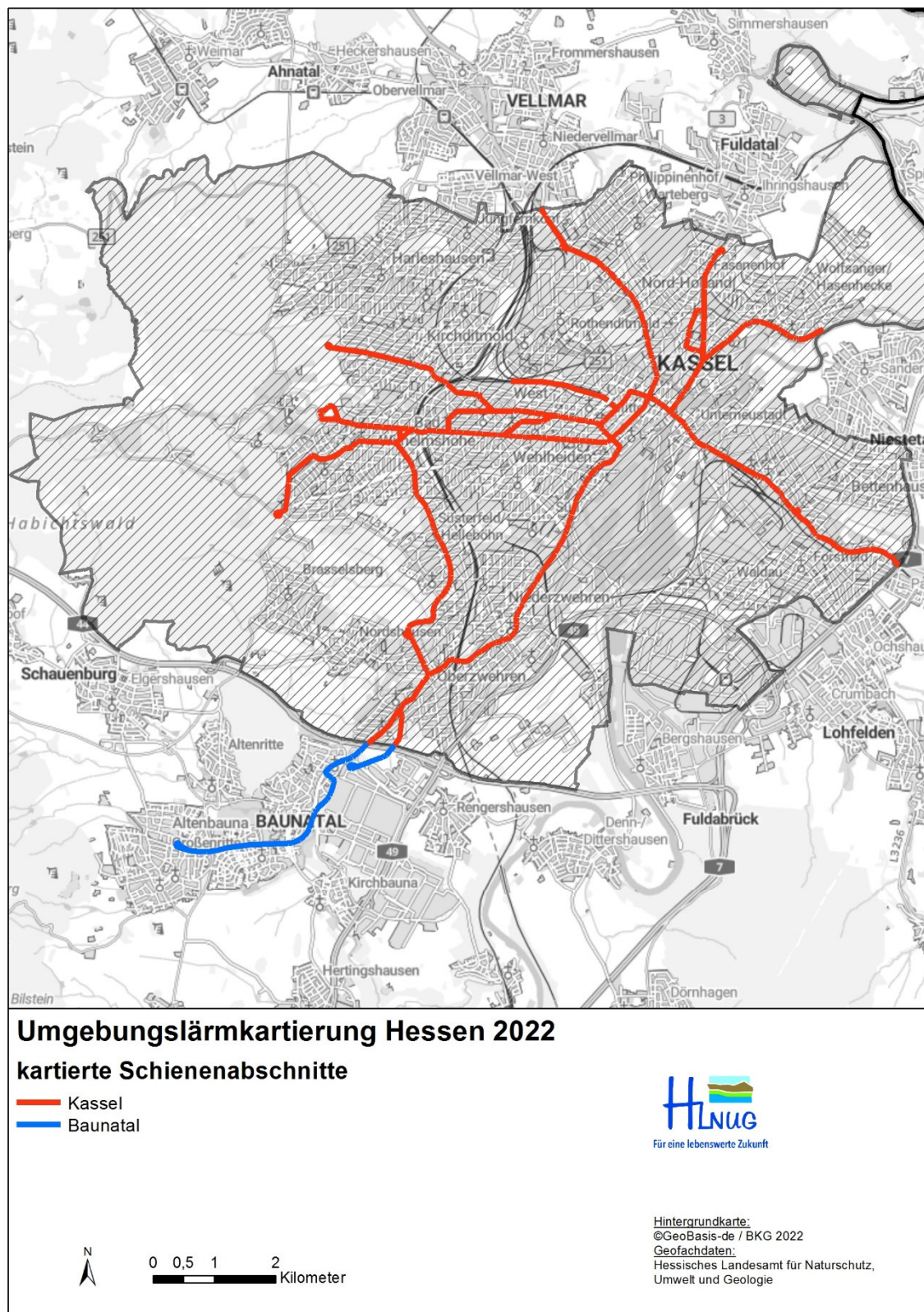


Abbildung 6: Schienenverkehrswege in Kassel und Baunatal



Abbildung 7: Schienenverkehrswege in Viernheim



Abbildung 8: Schienenverkehrswege der Taunusbahn zwischen Friedrichsdorf und Brandoberndorf



Abbildung 9: Schienenverkehrswege in Eschwege

2.3 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-Richtlinie²⁴ 2010/75/EU unterliegen. Lärmberechnungen für Industrie- und Gewerbeanlagen wurden im Rahmen der Umgebungslärmkartierung 2022 nach der Berechnungsmethode für den Umgebungslärm von bodennahen Quellen (Straßen, Schienenwege, Industrie und Gewerbe) (BUB) für die sechs hessischen Ballungsräume durchgeführt. Zunächst wurden die Emissionsangaben aus der Umgebungslärmkartierung 2017 übernommen und anschließend in Abstimmung mit den Regierungspräsidien Darmstadt und Kassel aktualisiert.

Insgesamt wurden 284 Industriequellen als Flächen- oder Punktquellen kartiert. Eine Flächenquelle kann auch aus mehrere Einzelanlagen bestehen. Die Industriequellen verteilen sich wie folgt auf die fünf hessischen Ballungsräume:

- Darmstadt: 4 Industriequellen
- Frankfurt am Main: 253 Industriequellen
- Hanau 9 Industriequellen
- Kassel: 8 Industriequellen
- Offenbach am Main: 6 Industriequellen
- Wiesbaden: 4 Industriequellen

Für den Ballungsraum Darmstadt wurden fünf Industrieanlagen in vier getrennten Lagen berücksichtigt. Die Emissionen der Flächen wurden aus der Kartierung 2017 übernommen.

Das Regierungspräsidium Darmstadt hat für die Industrieanlagen im Ballungsraum Frankfurt individuelle flächenbezogene Schallleistungspegel L_w geliefert. Aufgrund der Überschreitung der Schwellenwerte für Häfen für die Binnen- oder Seeschifffahrt wurden am Osthafen in Frankfurt 2 Flächen kartiert.

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 BUB-D für Leichtindustrie angesetzt.

²⁴RICHTLINIE 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.

In Hanau wurde erstmalig IED-Anlagen mit 9 Teilquellen gemeldet.

Das Regierungspräsidium Kassel hat zur Kartierung 2017 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 2022 vier IED-Anlagen mit flächenbezogenem Schallleistungspegel gemeldet. Die Emissionswerte der einzelnen Industrieparzellen stammen z. T. aus Gutachten oder wurden nach den Pauschalwerten der BUB-D festgelegt.

Die verwendeten flächenbezogenen Schallleistungspegel L_w liegen für den Tag und den Abend zwischen 45 und 71 (dB(A)/m²) sowie für die Nacht zwischen 40 und 70 (dB(A)/m²). Die verwendeten Schallleistungspegel L_w der Punktquellen liegen für den Tag und den Abend zwischen 101 und 106 dB(A) sowie für die Nacht bis 103 dB(A).

2.4 Flugverkehr

Die Umgebungslärmkartierung 2022 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 vorangegangenen Lärmkartierungen verzichtet. Weitere Flugplätze in Hessen müssen nach den Vorschriften für die Umgebungslärmkartierung nicht betrachtet werden. Für die aktuelle Kartierung wurde ein 50*50 m² Geländemodell verwendet – also nicht das in Kapitel 2.5 beschriebene.

Für die Kartierung 2022 wurde der gesamte Flugverkehr am Flughafen Frankfurt (Main) des Jahres 2019 herangezogen.

Gemäß § 47 c Abs. 1 BImSchG ist das der fristgerechten Ausarbeitung der jeweiligen Lärmkarte vorangegangene Kalenderjahr maßgebend, demnach hier also das Jahr 2021. Aufgrund der COVID-19-Pandemie war das Jahr 2021 insbesondere bezüglich des Flugverkehrs jedoch nicht repräsentativ. In einem Schreiben des BMUV vom 5.1.22 heißt es diesbezüglich: „... *Daher halte ich es weiterhin für fachlich gut begründet, ausnahmsweise Verkehrszahlen von 2019 heranzuziehen, wenn damit ein vorübergehender, atypischer Einbruch der Verkehrszahlen aufgrund der COVID-19-Pandemie nicht erfasst wird...*“. Das HLNUG hält diese Argumentation für plausibel und hat sich entschieden, der Empfehlung des BMUV zu folgen. Daher wurden für die vorliegende Kartierung die Flugbewegungszahlen von 2019 verwendet.

Für die ersten drei Kartierungsrunden 2007, 2012 und 2017 wurde für die Berechnung des Fluglärms die so genannte *Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Flugplätzen (VBUF)* verwendet. Im Oktober 2021 wurden in Deutschland die vorläufigen

Berechnungsmethoden durch neue und europaweit einheitliche Berechnungsmethoden abgelöst. Für die Umgebungslärmkartierung ab 2022 hat der deutsche Gesetzgeber für Fluglärm die Berechnungsmethode für den Umgebungslärm von Flugplätzen (BUF) verbindlich vorgeschrieben. Im Vergleich zu den vorherigen Kartierungsrunden sind nun einerseits die Flugzeugklassen deutlich feiner aufgeteilt, andererseits die Freiheiten zur Verwendung unterschiedlicher Höhenprofile im Anflug geringer.

Die Ausgangsdaten wurden von der Betreiberin des Flughafens Frankfurt, der FRAPORT AG, als BUF-konformes Datenerfassungssystem (BUF-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.

In Abbildung 10 sind alle im DES 2019 enthaltenen Flugstrecken dargestellt, die häufiger als etwa einmal täglich benutzt wurden. Die BUF unterstellt, dass alle landenden Flugzeuge dasselbe Anflugprofil abfliegen.

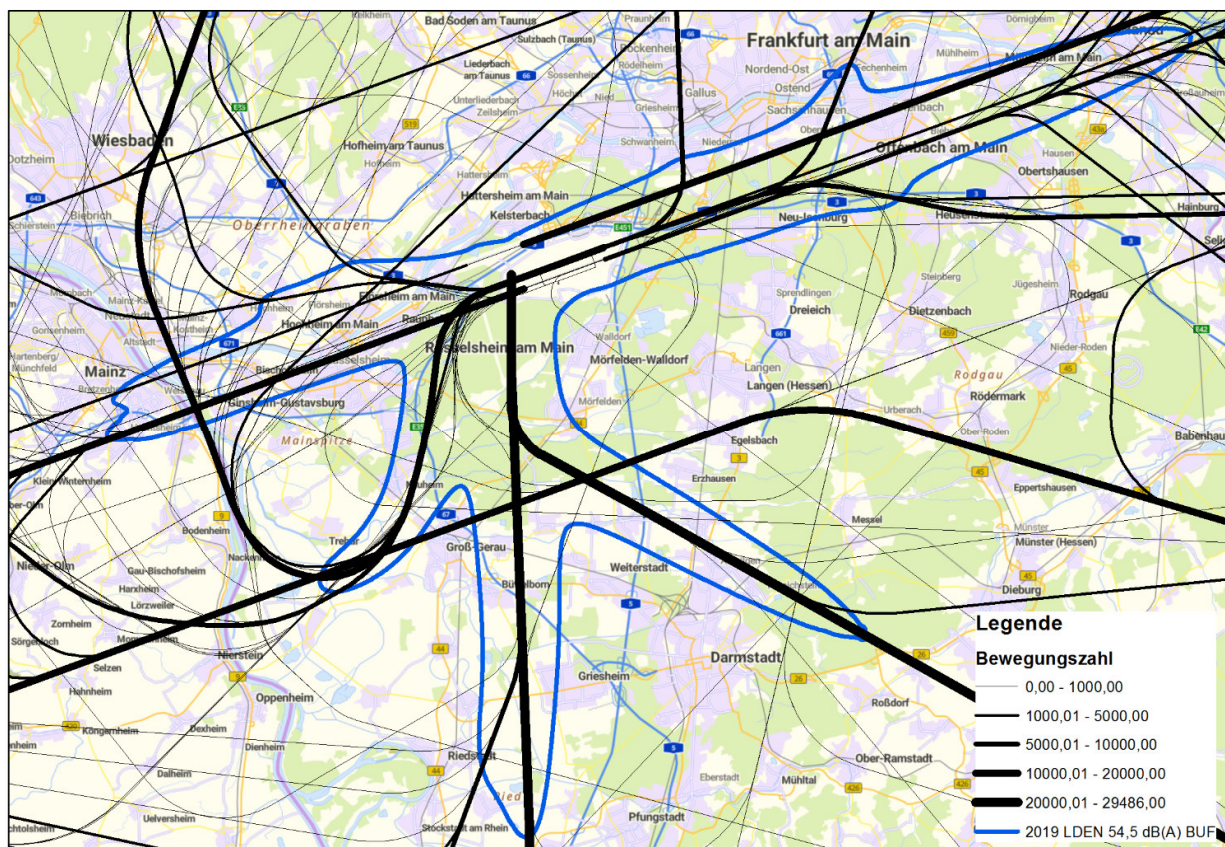


Abbildung 10: Darstellung der verwendeten Flugstrecken 2019

Die Liniendicke korrespondiert mit der Anzahl der Flüge im gesamten Jahr.

Achtung: Insbesondere nahe der Lande-/Startbahnen überlappen sich viele Linien, sodass dort mehr Bewegungen stattgefunden haben als aus der Liniendicke ersichtlich. Kartenhintergrund:

"© basemap.de / BKG Mai 2023, DES: © Fraport, Darstellung: © HLNUG.

Das vorliegende DES wurde jedoch gemäß AzB/AzD 08 erstellt. Deshalb sind im DES folgende Daten zu jeder Strecke enthalten: die Zwischenanflughöhe h_0 , die Länge des Zwischenanflugsegmentes s_z , und der Gleitwinkel α im Endanflug. Gemäß BUF werden h_0 , s_z und α ignoriert und durch vorgeschriebene Standardwerte ersetzt. Gemäß einer Untersuchung durch das HMWEVW erzeugt diese pauschale Näherung jedoch nur vernachlässigbare Änderungen der berechneten Pegel im kartierten Bereich.

In Tabelle 8 sind die Bewegungszahlen nach Flugzeugmustern gemäß BUF-DES 2019 dargestellt. Im Vergleich zu den bisher genutzten Flugzeugklassen fällt die neue, detailliertere Aufteilung auf. Sie orientiert sich eng an der dem von Blinstrub *et al.* erarbeiteten Vorschlag und in diesem Gutachten²⁵ auf den S. 45-49 dargestellten System. Als Beispiel wird die Bedeutung von S3_M130_T2_N7-SA erläutert: S3 bedeutete Jet, welcher mindestens nach Kapitel 3 des Annex 16 zertifiziert ist. M130 bedeutet, dass die Höchstabflugmasse zwischen 70 t und 130 t liegt. T2 bedeutet zwei Turbinen und N7, dass das Nebenstromverhältnis der Triebwerke zwischen 2 und 7 liegt. Der Zusatz SA ist nur für den Start relevant und besagt, dass das Flugzeug beim Start wenig beladen ist und weniger als 85 % der Höchstabflugmasse hat. Ein Beispiel sind die Mitglieder der A320ceo Familie, also mit den klassischen Triebwerken. Anders als in bisherigen Berechnungsvorschriften werden beispielsweise die Mitglieder der A320neo-Familie, also mit leiseren Triebwerken aufgrund des höheren Nebenstromverhältnisses in eine andere Flugzeuggruppe einsortiert.

Tabelle 8: Flugbewegungszahlen am Flughafen Frankfurt aufgeschlüsselt nach Flugzeuggruppen gemäß BUF-DES 2019

Flugzeuggruppe	Anzahl der Abflüge			Anzahl der Anflüge		
	Tag	Abend	Nacht	Tag2	Abend3	Nacht4
P0_MXXX_TU	0	0	0	0	0	0
P3_M015_TU	60	24	34	52	21	44
P3_MXXX_TU	1675	849	87	1515	698	397
S0_M100_TU_NU	0	0	0	0	0	0
S0_MXXX_TU_NU	0	0	0	0	0	0
S2_M100_TU_NU	0	0	0	0	0	0
S2_MXXX_TU_NU	0	0	0	0	0	0
S3_M020_TU_NU	2233	532	42	2152	591	64
S3_M050_TU_N7	27951	6378	1715	25610	9532	872
S3_M050_TU_NX	0	0	0	0	0	0
S3_M070_TU_N7	28013	8749	1321	25612	10611	1841

²⁵ Dr. Jason Blinstrub, Dr. Ullrich Isermann, Dr. Till Raitor, Dr. Rainer Schmid (2021): Überprüfung und Verbesserung der Berechnungsverfahren beim Fluglärm. Hg. v. Umweltbundesamt. Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-06-17_texte_93-2021_berechnung_fluglaerm_anhang_1.pdf

S3_M070_TU_NX	1105	540	22	1334	331	0
S3_M100_TU_N2	0	0	0	0	0	0
S3_M130_T2_N7-SA	64406	18998	7478	67443	25467	4770
S3_M130_T2_N7-SB	5412	981	459	0	0	0
S3_M130_T2_NX-SA	16632	4611	1430	15877	6575	330
S3_M130_T2_NX-SB	78	26	17	0	0	0
S3_M220_T2_N7-SA	523	226	315	4896	585	585
S3_M220_T2_N7-SB	4168	642	202	0	0	0
S3_M220_T4_N7	1	0	0	1	0	0
S3_M320_T2_N7-SA	553	205	13	7183	336	2000
S3_M320_T2_N7-SB	7645	922	196	0	0	0
S3_M320_T2_NX-SA	279	307	2	4661	691	840
S3_M320_T2_NX-SB	3355	1751	507	0	0	0
S3_M320_T3_N7-SA	177	112	147	1427	301	392
S3_M320_T3_N7-SB	946	498	250	0	0	0
S3_M320_T4_N7-SA	91	10	0	2626	322	873
S3_M320_T4_N7-SB	2738	536	454	0	0	0
S3_M500_T2_NX-SA	287	116	94	7207	1420	1613
S3_M500_T2_NX-SB	6181	2525	1054	0	0	0
S3_M500_T4_N7-SA	469	252	58	3694	598	622
S3_M500_T4_N7-SB	2765	737	637	0	0	0
S3_M500_T4_NX-SA	336	219	55	6301	724	1335
S3_M500_T4_NX-SB	4543	1752	1477	0	0	0
S3_MXXX_T4_N7	0	0	0	0	0	0
S3_MXXX_T4_NX-SA	61	2	2	3344	625	507
S3_MXXX_T4_NX-SB	3071	619	731	0	0	0
A_P1.0	1	0	0	1	0	0
A_P1.1	0	0	0	0	0	0
A_P1.2	0	0	0	0	0	0
A_P1.3	7	2	0	6	3	0
A_P1.4	118	30	19	134	14	19
H_1.0	27	5	2	26	7	1
H_1.1	0	0	0	0	0	0
H_1.2	0	0	0	0	0	0
H_2.1	0	0	0	0	0	0
H_2.2	0	0	0	0	0	0
M_P1	0	0	0	0	0	0
M_P2	0	0	0	0	0	0
M_S1	2	0	0	2	0	0
M_S2	0	0	0	0	0	0
M_S3	0	0	0	0	0	0
M_S4	0	0	0	0	0	0
M_S5	0	0	0	0	0	0
M_S6	0	0	0	0	0	0
Gesamt	185909	53156	18820	181104	59452	17105

Mit der Einteilung in die neuen Klassen der BUF wurden unter anderem auch die Emissionsprofile überarbeitet. Ein Beispiel ist in Abbildung 11 dargestellt. Darin übernimmt das „Power Setting“ effektiv die Rolle des Zusatzpegels aus der VBUF bzw. AzB08. Die Wahl dieser Zahlenwerte gibt Anlass zu Diskussionen. Siehe hierzu Kapitel 6.2.

Flugzeuggruppe ANP

Bez.: Art: OK

Beschr.: Abbruch

Spectrum at 1000ft (dB):

50	63	80	100	125	160	200	250
73.2	73.2	73.2	76.6	76.6	76.5	74.9	74.9
315	400	500	630	800	1000	1250	1600
74.7	73.1	72.9	72.7	70.4	70.0	69.5	67.3
2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000
66.3	65.1	64.8	62.3	60.8	51.8	45.8	37.8

Noise-Power-Distance data: Power Parameter: Hilfe

Metric	Power Setting	Level at								
		200ft	400ft	630ft	1000ft	2000ft	4000ft	6300ft	10000ft	16000ft
LAMAX	80	99.3	92.5	87.9	82.9	75.1	66.6	60.5	53.8	46
LAMAX	100	104.3	97.5	92.9	87.9	80.1	71.6	65.5	58.8	51
LAMAX	110	106.8	100.0	95.4	90.4	82.6	74.1	68.0	61.3	53
SEL	80	99.8	95.8	93.0	89.9	84.9	79.2	74.9	70.0	64
SEL	100	104.8	100.8	98.0	94.9	89.9	84.2	79.9	75.0	69
SEL	110	107.3	103.3	100.5	97.4	92.4	86.7	82.4	77.5	71

Profile:

Distance	Altitude	TAS	Power Setting
(m)	(m)	(m/s)	
0.00	0.00	15.00	112.00
1300.00	0.00	77.00	100.00
2400.00	213.00	77.70	100.00
2900.00	310.00	78.00	93.00
3400.00	359.00	80.20	86.00
11700.00	1180.00	116.00	88.00
22500.00	2290.00	144.00	90.00
29300.00	3050.00	150.00	92.00
79300.00	8600.00	150.00	92.00

Abbildung 11: BUF-konformes Emissionsprofil der Klasse S3_130_T2_N7-SA, wie es in der Berechnungssoftware CadnaA hinterlegt ist.

2.5 Gelände

Zur Berücksichtigung des Geländeeinflusses auf die Schallausbreitung wurde als Basis für die Umgebungslärmkartierung für Straße, Schiene und Industrie 2022 ein Digitales Geländemodell (DGM) mit einer horizontalen Auflösung von 1 m x 1 m verwendet. Die Grundlage für dieses DGM1 lieferte die landesweite Laserscanbefliegung aus den Jahren 2009 bis 2012. Bis zum Kartierungsbeginn standen die Daten der aktuellen Laserscanbefliegung noch nicht vollständig zur Verfügung.

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

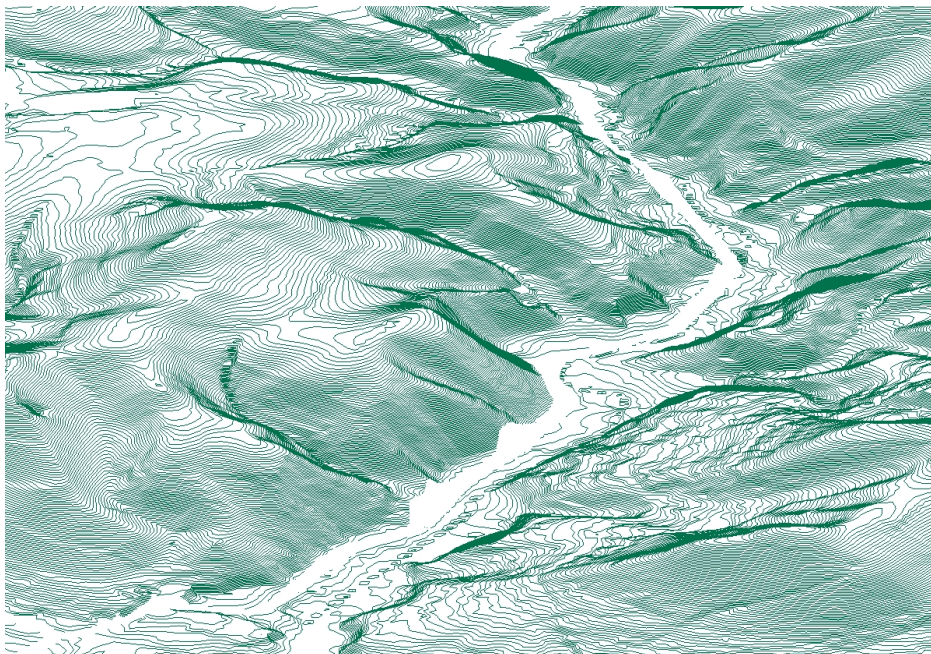


Abbildung 12: Ausschnitt aus dem Geländemodell der Umgebungslärmkartierung 2022

2.6 Gebäude

Neben den Geländedaten müssen für Straße, Schiene und Industrie eine Schallausbreitungsrechnung auch Gebäude berücksichtigt werden, da Gebäude die Schallausbreitung u. a. als Ausbreitungshindernis, aber auch als Reflexionsfläche beeinflussen. Für alle Lärmarten inklusive Flug werden in Hessen zudem die Gebäudedaten mit den Einwohnerdaten zusammengeführt, um die von der EU geforderte Belastetenstatistik durchzuführen. Zusätzlich muss auch eine Angabe zur Anzahl der lärm betroffenen Schulen und Krankenhäuser erstellt werden.

2.6.1 Anforderungen an die Gebäudedaten

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.

Im Rahmen der einheitlichen Datengrundlage der Länder bei der Lärmkartierung stellte das Eisenbahnbundesamt (EBA) einen aufbereiteten LoD1-Gebäude-Datensatz des BKG (Daten der Lasercanbefliegung Stand 2018) zur Verfügung. Rechtsgrundlage ist § 5 (5) der 34. BImSchV⁴, nach dem für die Berechnung jeder Lärmart dieselben Gebäude- und Einwohnerdaten zu verwenden sind.

Durch weitere Bearbeitungsschritte des HLNUG (Kap. 2.6.4) und der Kommunen (Kap. 2.6.5) unterscheiden sich die Gebäudedatensätze des EBA und des HLNUG.

2.6.2 Hausumringe, Gebäudehöhe und Nutzung

Bei der Aufbereitung der Gebäudedaten durch das EBA wurden die Lage der Gebäude und einschlägige Attribute für die spätere Verwendung im schalltechnischen Modell (StM) ausgewertet und herangezogen. Von den Bestandteilen der im LoD1-Modell definierten Gebäude wurden die Hausumringe verwendet. Die Höhe der Gebäude, wie auch die Nutzung, wurden in den weiteren Aufbereitungsschritten attributiv zugewiesen. Die Angaben zu vielen unterschiedlichen Nutzung aus den LoD1-Daten wurde auf die zur Kartierung notwendigen Nutzungen (Wohngebäude, Schule, Krankenhaus) reduziert. Nicht alle Gebäude verfügten über Angaben zur Nutzung. Zudem waren Gebäudehöhen z. T. unplausibel. So wurden z. T. Pauschalierungen bei diesen Attributen vorgenommen. So gilt etwa für die Wohngebäude eine Mindesthöhe von 3,0 m. Bei fehlenden Angaben zur Nutzung, wurde, soweit vorhanden, die Flächennutzung des jeweiligen Gebietes ausgewertet. Die Nutzung Schule/Krankenhaus wurde an Hand der Gebäudedaten der Lärmkartierung Hessen 2017 wurde durch das HLNUG überprüft und ergänzt.

2.6.3 Einwohnerzahlen

Dem EBA lagen keine (haus)genauen Einwohnerzahlen vor; daher erfolgte die Zuweisung der Einwohner zu den Wohngebäuden auf der Grundlage der vom BKG bereitgestellten gemeindeweisen Einwohnerzahlen. Über die Volumina der in einer Gemeinde ermittelten Wohngebäude konnte eine Verteilung der Einwohner erfolgen. Hierzu wurden die für die Umgebungslärmkartierung vorgegebenen Methoden verwendet.

2.6.4 Letzte Anpassungen durch das HLNUG

Die gebäudebezogenen Einwohnerzahlen wurden auf Basis der Daten zur Bevölkerung in Hessen am 30. Juni 2021 nach Gemeinden vom Hessischen Statistischen Landesamt (HSL) gemeindeweise aktualisiert.

Diesen Datensatz stellte das HLNUG in ODEN allen Kommunen zur Plausibilitätsprüfung zur Verfügung.

2.6.5 Weitere Anpassungen durch die Kommunen in ODEN

Die Daten der Kommunen konnten nur dann verwendet werden, wenn die Daten alle Anforderungen nach Kap. 2.6.1 erfüllten.

Im Ballungsraum Frankfurt wurde der Datensatz des EBA aufgrund 22.000 fehlender Gebäude komplett gegen den von der Stadt Frankfurt bereitgestellten Datensatz ausgetauscht.

Im Ballungsraum Wiesbaden wurden fehlende Gebäude ergänzt, wenn keine Überlappungen mit anderen Gebäuden vorhanden waren.

Weitere Kommunen ergänzten ihren Datensatz durch Importe oder Digitalisierungen in ODEN.



Abbildung 13: Ausschnitt aus dem Gebäudemodell in der 3D-Ansicht von ODEN

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 2022 durch die Lärmschutzwände des EBA, durch Informationen aus der NORAH-Studie²⁶ sowie durch Ergänzungen durch die Kommunen, durch das Regierungspräsidium Gießen und durch das HLNUG ergänzt.

Lärmschutzwälle werden anhand des Geländemodells mit einer horizontalen Auflösung von $1 \times 1 \text{ m}^2$ (siehe Kapitel 2.5) dargestellt und somit ebenfalls bei der Lärmkartierung 2022 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.

3 Berechnung

Das Ziel der EU-Umgebungslärmrichtlinie ist eine EU-weit harmonisierte Erhebung der Umgebungslärmbelastung und somit ein harmonisiertes Bewertungsverfahren zu erreichen. Für die Umgebungslärmkartierungen 2007 bis 2017 wurden in Deutschland noch die so genannten nationalen vorläufigen Berechnungsverfahren (VBUS, VBUSCH, VBUI und VBEB) verwendet.

Die Europäische Kommission hat inzwischen mit CNOSSOS-EU (Common NOise aSSessment MethOdS)²⁷ und der Berichtigung vom Januar 2018 eine für alle Mitgliedstaaten einheitliche Lärmberechnungsmethode für alle relevanten Quellenarten erarbeitet. CNOSSOS-EU musste bis spätestens zum 31.12.2018 durch alle Mitgliedsstaaten realisiert werden. Die Umsetzung in

²⁶ NORAH – Noise-related annoyance, cognition and health, www.norah-studie.de

²⁷ Berichtigung der Richtlinie (EU) 2015/996 der Kommission vom 19. Mai 2015 zur Festlegung gemeinsamer Lärmbewertungsmethoden gemäß der Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates, Amtsblatt der Europäischen Union L3/35 vom 10.1.2018.

nationales Recht in Deutschland wurde zunächst im Dezember 2018 im Bundesanzeiger bekannt gemacht und im Oktober 2021 nochmals aktualisiert.

Im Einzelnen werden die Berechnungsmethoden, die für die Umgebungslärmkartierung 2022 erstmals eingesetzt wurden, wie folgt festgelegt:

- Berechnungsmethode für den Umgebungslärm von bodennahen Quellen (Straßen, Schienenwege, Industrie und Gewerbe) (BUB)
- Berechnungsmethode für den Umgebungslärm von Flugplätzen (BUF)
- Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm (BEB)
- Datenbank für die Berechnungsmethode für den Umgebungslärm von bodennahen Quellen (Straßen, Schienenwege, Industrie und Gewerbe) (BUB-D)
- Datenbank für die Berechnungsmethode für den Umgebungslärm von Flugplätzen (BUF-D)

Die neuen Berechnungsverfahren unterscheiden sich methodisch z. T. erheblich von den bisher eingesetzten vorläufigen Rechenverfahren. Dies ist beim Vergleich der Ergebnisse der Umgebungslärmkartierungen 2007 bis 2017 mit den Ergebnissen der Umgebungslärmkartierung 2022 zu beachten.

Die Umgebungslärberechnungen 2022 wurden für Straßen, Schienenwege, Flugplätze und Industrie- und Gewerbegebiete somit nach den für die Umgebungslärmkartierung 2022 verbindlich vorgeschriebenen Berechnungsverfahren (BUB und BUF, jeweils 2021) durchgeführt und entsprechend der Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen (BEB, 2021) ausgewertet. Diese basieren wie oben bereits beschrieben auf der in Europa einheitlichen Lärmberechnungsmethode CNOSSOS-EU und ersetzen die Vorläufige Berechnungsmethode der vorherigen Lärmkartierungen.

Neben den Berechnungsverfahren (BUB und BUF) 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, RLS-19) oder die Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von Schienenwegen (Schall 03). Diese Berechnungsvorschriften aus den Fachgesetzen unterscheiden sich von den Berechnungsverfahren des Umgebungslärms. Daher können sich durch die Anwendung der dieser Berechnungsverfahren bei gleichen Eingangsdaten andere Ergebnisse ergeben als durch die Anwendung der Berechnungsvorschriften aus den Fachgesetzen.

Darüber hinaus unterscheiden sich die zu ermittelnden Indizes nach BUB und BUF von den Indizes nach den fachgesetzlichen Vorgaben. Durch die Berechnungsverfahren der Umgebungslärmkartierung werden der L_{DEN} und der L_{Night} ermittelt. Der L_{DEN} ist ein mittlerer Pegel über das gesamte Jahr und beschreibt die Belastung über 24 Stunden (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 (von 22:00 bis 6:00 Uhr) berücksichtigt. Der L_{DEN} dient zur Bewertung der allgemeinen Lärmbelästigung. 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 Fluglärmschutz) verglichen werden.

3.1 Straßenverkehr, Schienenverkehr, Industrie

3.1.1 Aufbau des Modells

Für das Rechenmodell werden die Daten zu den Quellen Straße (Kap. 2.1), Schienenverkehr (Kap. 2.2) und Industrie (Kap. 2.3) mit den Daten zum Gelände (Kap. 2.5), den Gebäuden (Kap. 2.6) und den Schallschutzeinrichtungen (Kap. 2.7) kombiniert; welche die Schallausbreitung beeinflussen.

Wie bereits in Kapitel 1 beschrieben, ist das Ziel des HLNUG, einen hessenweit einheitlichen Datensatz als Grundlage für die Umgebungslärmkartierung zu erzeugen. Daher wird, wie bereits in der letzten Kartierungsstufe, primär auf landesweit verfügbare Datenbestände zurückgegriffen. Dadurch kann ein Basismodell von Eingangsdaten aufgebaut werden, so dass eine vergleichsweise hohe Einheitlichkeit der Datenqualität und -quantität über das gesamte Bundesland Hessen gewährleistet ist.

Dieses Basismodell wurde den hessischen Kommunen mit Hilfe des 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. Damit wurde gewährleistet, dass für die Kartierung wesentliche Detailinformationen, die nur in den Kommunen vor Ort vorhanden sind, mit in das Basismodell mit aufgenommen werden konnten.

3.1.2 Berechnungsverfahren

Die Berechnungen nach BUB wurden von der Stapelfeldt Ingenieurgesellschaft mbH in Zusammenarbeit mit dem HLNUG durchgeführt.

Wie bereits an anderer Stelle erwähnt, werden für die vorliegende Umgebungslärmkartierung 2022 für die Straße über die Mindestanforderungen der EU-Umgebungslärmrichtlinie hinaus deutlich mehr Lärmquellen kartiert als formal erforderlich (PLUS-Kartierungen). Für die Ermittlung der Belastetenzahlen und für die daran anschließende EU-Berichterstattung ist es aber erforderlich, die erforderlichen Angaben auf der Grundlage der Anforderungen und Schwellenwerte der EU-Umgebungslärmrichtlinie zu kartieren, um vergleichbare Ergebnisse zu ermitteln²⁸.

Die Umgebungslärmkartierung 2022 wurde somit mit den flächendeckenden Eingangsdaten unter Vernachlässigung der Schwellenwerte für die Hauptverkehrsstraßen durchgeführt, um hessenweit einheitliche Lärmbelastungen darzustellen. Darüber hinaus werden die Schienenverkehrsstrecken auch außerhalb der Ballungsräume kartiert²⁹.

3.1.3 Verwendete Software

Für den Lärm von Straßen, Schienenwegen sowie von Industrie- und Gewerbegebiete wurden alle Berechnungen, Belastungsanalysen und das Aufstellen der EU-Reporte mit dem Programmsystem LimA in der Fassung V2022, das in ODEN als Berechnungssoftware hinterlegt ist, durchgeführt.

3.2 Flugverkehr

3.2.1 Berechnungsverfahren

Als Berechnungsverfahren wurde die BUF vorgeschrieben. Dafür wurde in der Berechnungssoftware CadnaA die Vorlage „2021/1226 DE: Lärmkartierung gem. BUB, BEB, BUF“ und für Fluglärm zusätzlich nochmal die Richtlinie „CNOSSOS-EU“ ausgewählt. Die für diese Voreinstellung zu wählenden Parameter finden sich in Abbildung 14.

²⁸ Anforderungen der EU sind in Anhang VI der EU-Umgebungslärmrichtlinie (2002/49/EG) dargestellt

²⁹ Eine Übersicht der kartierungspflichtigen und Zuständigkeiten für verschiedene Schienenwege ist in Tabelle 2 dargestellt

3.2.2 Verwendete Software

Alle Lärmberechnungen zum Fluglärm wurden mit dem Programm CadnaA Version 2022 MR 1 (64 Bit) durchgeführt. In dieser Version der Software war es noch nicht ohne weiteres möglich, die Flugzeugtypen beim direkten Import des DES aus der qsi-Datei korrekt zu identifizieren. Diese Herausforderungen konnten aber in Kooperation mit dem HMWEVW behoben werden. Die Lärmraster wurden exportiert, in ODEN/LimA importiert und dort zur Erstellung der Belastetenstatistiken weiterverwendet.

Berechnungskonfiguration ? ✕

Normen	Allgemein	Aufteilung	Bezugszeit	Zielgrößen	DGM	Bodenabs.
Reflexion	Meteorologie	Industrie	Straße	Schiene	Fluglärm	Radar
						Bplan
Atmosphärische Daten:		metrisch		☒ Maximalpegelstatistik		
Temperatur (°C):		10.0		von Pegel (dB):		0.0
relative Feuchte (%):		70.0		bis Pegel (dB):		200.0
Luftdruck (hPa):		1013.25		Klassenbreite (dB):		1.0
Windgeschwindigkeit (m/s):		4.1		Schwellenwert für NATs (dB):		68.0
☐ Windrichtung (°):		0.0		☒ Normiere NATs/Statistik auf 24h		
☒ Modify NPD Curves				☐ mit Abschirmung		
☐ Use Bank Angle				☐ Anzahl Korridore:		
☐ Calc Perceived Levels				15		
Bezugszeitraum T (s):		31536000		Default-Auslastung BUF21		-SB
Verwende Bezugszeiten D/E/N = 12/4/8 (siehe Bez. Zeit-Karte)						
Berechnung nach:		2021/1226 EU & DE (BUF 2021)				

Abbildung 14: In der Software CadnaA ausgewählte Parameter, die zur Berechnung des Fluglärms nach BUF verwendet wurden.

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.

Ein wichtiger Bestandteil der Qualitätssicherung ist der Web-Service Lärm (ODEN), mit dem die Eingangsdaten den hessischen Kommunen von Januar 2022 bis Februar 2022 zur Überprüfung zur Verfügung gestellt wurden.

4.1 Straßen-, Schienen- und Industrielärm

4.1.1 Eingangsdaten

Das HLNUG kartiert mit der Umgebungslärmkartierung 2022 den Umgebungslärm in Hessen wie bereits bei der Umgebungslärmkartierung 2017 ohne Berücksichtigung der Schwellenwerte der EU-Umgebungslärmrichtlinie bzw. der 34. BImSchV und somit über die Anforderungen dieser Vorgaben hinaus. Dabei war unabhängig von der Notwendigkeit, die Umgebungslärmkartierung 2022 fertig zu stellen, auch ein wesentliches Ziel, ein System zur Ermittlung von Lärmbelastungen auch für andere Anwendungsbereiche als die Lärmaktionsplanung, aufzubauen. Insbesondere bei der Kartierung des Straßenverkehrslärms war es ein wesentliches Ziel, möglichst alle Straßen zu kartieren. Dabei stand zunächst die Vervollständigung der Daten im Vordergrund.

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 2022 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. im Rahmen einer strategischen Lärmkartierung 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, indem ihnen der Zugang zu ODEN angeboten wurde, um die Datensätze in ihrem jeweiligen Zuständigkeitsbereich insbesondere auf Richtigkeit zu überprüfen. Dieser Prozess lief von Januar 2022 bis Februar 2022. Korrekturen und Ergänzungen der Kommunen wurden vor der Übernahme in das Gesamtmodell vom HLNUG geprüft und bei Bedarf angepasst.

4.1.2 Berechnungsmethoden

Die Berechnungsverfahren zur Umgebungslärmkartierung sind durch die 34. BImSchV vorgegeben. Dabei wurde abweichend von bisherigen Kartierungen 2022 erstmals nach den neuen Vorschriften BUB, BUF und BEB gerechnet. Zur Berechnung wurde entsprechend das Programmsystem ODEN/LimA in der Fassung V2022 herangezogen.

Bei der Festlegung der LimA-Rechenparameter für Straßen-, Schienen- und Industrielärm wurde im Wesentlichen auf die Einstellungen der letzten Umgebungslärmkartierung 2017 zurückgegriffen, da für diese Einstellungen bereits entsprechende Qualitätssicherungsanalysen durchgeführt wurden. Lediglich der Einfangradius für Quellen wurde gegenüber 2017 auf 3.000 m erweitert, um ihn an die zwischenzeitlich erfolgte „HessenPlus“ Kartierung anzupassen.

Tabelle 9: Parameter für die landesweite Kartierung

Parameter	Wert
Maximaler Einfangradius für Quellen in der Umgebung der Rezeptoren.	3.000 m
Einfangradius für Reflektoren in der Umgebung von Quellen und Rezeptoren	30 m
Fehlertoleranz für den Gesamteinfluss, rezeptorbezogen	2 dB
Entfernung der Gebäude von Rezeptor und Quelle, ab der die Ausbreitbedingung anhand einer vereinfachten Gebäudegeometrie bestimmt wird	200 m und größer 5-facher Gebäudeabmessung

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

Tabelle 10: Referenzeinstellung für den Vergleich

Parameter	Wert
Maximaler Einfangradius für Quellen in der Umgebung der Rezeptoren.	3.000 m
Einfangradius für Reflektoren in der Umgebung von Quellen und Rezeptoren	100 m
Fehlertoleranz für den Gesamteinfluss, rezeptorbezogen	0.1 dB
Entfernung der Gebäude von Rezeptor und Quelle, ab der die Ausbreitbedingung anhand einer vereinfachten Gebäudegeometrie bestimmt wird	nicht genutzt

Die 3.000 m wurden nicht weiter erhöht, da dies bereits ein höherer Wert ist als für EU-Kartierungen üblich, die nur auf Immissionswerte oberhalb von 55 dB für den L_{DEN} bzw. 45 dB für den L_{Night} abzielt.

In frühere Untersuchungen des LANUV NRW wurde bereits gezeigt, dass ein wesentlicher Einfluss der Reflektoren bereits mit einem Fangradius von 30 m abgedeckt wird. Für die Referenzeinstellung wurde dennoch ein mehr als 3-fach höherer Wert von 100 m angesetzt. Die Fehlertoleranz wurde von 2 dB auf 0.1 dB reduziert, womit deutlich mehr Quellen zum Immissionswert beitragen. Auf eine Vereinfachung entfernter Gebäudehindernisse wurde verzichtet.

Die landesweite Berechnung erfolgte parallelisiert durch Bearbeitung von 1 x 1 (km²) großen Teilgebieten („Kacheln“) auf mehreren Prozessoren. Anhand der jeweils pro Kachel anfallenden Berechnungszeit wurden 85 repräsentative Kacheln ausgewählt, bei denen für über 2.400 Punkte Vergleichsrechnungen in der Referenzeinstellung vorgenommen wurden.

Die Differenzen der Ergebnisse, die mit den Standardeinstellungen bzw. mit den Referenzeinstellungen erzielt wurden, wurden mit dem Quantil-Verfahren nach DIN 45687³⁰ ausgewertet.

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.

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

Bei dem gewählten Quantil-Verfahren nach DIN 45687 zur Auswertung der beschriebenen Abweichungen werden die Grenzen der Abweichung vom Referenzwert bestimmt, die mit 90 %-tiger Wahrscheinlichkeit eingehalten werden. Die Werte in der Tabelle 11 bestätigen die zu erwartende systematische Unterschätzung durch die gewählten Projekteinstellungen. Sie liegen mit ca. -0,8 dB innerhalb der laut Aufgabenstellung zulässigen Toleranz von +/-2 dB.

Tabelle 11: Auswertung zur Qualitätssicherung

	Differenz Projekt – Referenz L_{DEN} [dB(A)]	Differenz Projekt – Referenz L_{Night} [dB(A)]
90 % Quantil	- 0,78	- 0,80

4.1.3 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 einzelne Rechnungen wiederholt.

Bei der Ermittlung der Belastetenzahlen wurde insbesondere die Anzahl der belasteten Schulen und Krankenhäuser auf Plausibilität überprüft, da eine deutliche Abweichung zu den Zahlen aus der ULK 2017 vorlag. Für die ULK 2017 wurde die Standorte von Schulen und Krankenhäuser ermittelt. Dabei besteht eine Schule und ein Krankenhaus i. d. R. aus mehreren Gebäuden. Für die ULK 2022 wurden dagegen die Zahlen der Schulgebäude und Krankenhausgebäude ermittelt. Im aktuellen Gebäudemodell bestehen zudem einzelne Gebäude aus mehreren Gebäudeteilen.

Daher sind diese Zahlen als betroffene „Schulgebäude“ und betroffene „Krankenhausgebäude“ zu verstehen.³¹ Durch diesen methodischen Wechsel bei der Bestimmung der betroffenen Schulen und Krankenhäuser liegen die aktuellen Zahlen deutlich höher als bei der ULK 2017.

4.2 Fluglärm

Die Qualitätssicherung der Fluglärmrechnungen wird zusammen mit den Ergebnissen in Kap. 6.2 erläutert.

³¹ LAI-Hinweise zur Lärmkartierung – Dritte Aktualisierung, in der Fassung vom 27.01.2022, Beschlussfassung durch die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI) 143. Sitzung am 29. und 30 März 2022

5 Ergebnisse

Die Ergebnisse der Umgebungslärmkartierung 2022 werden in Form von Karten und diverse Statistiken u. a. über belastete Personen im Internet auf den Seiten des HLNUG³² bereitgestellt.

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. Die Karten der Umgebungslärmkartierung 2022, mit der Möglichkeit unterschiedliche Maßstabskarten zu generieren, stehen im Lärmviewer Hessen³³ zur Verfügung. Im Lärmviewer stehen folgende Ergebnisse zur Verfügung:

- Straßenlärm: PLUS-Kartierung,
- Schienenlärm: PLUS-Kartierung,
- Industrie: Kartierung nach EU-Umgebungslärmrichtlinie,
- Fluglärm: Kartierung nach EU-Umgebungslärmrichtlinie.

Die Lärmkarten sind nach den Vorgaben der EU-Umgebungslärmrichtlinie und deren Umsetzung in Nationales Recht durch die 34. BImSchV aufbereitet und dargestellt. Die Farben basieren auf der DIN 45682³⁴ zu „Thematische Karten“ im Bereich des Schallimmissionsschutzes.

5.2 Belastetenstatistiken

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). Im Detail unterscheiden sich die Entwicklungsmethoden zwischen Fluglärm und den anderen Lärmarten. Die Angabe hat getrennt für jede Lärmart zu erfolgen.

Die Lärmbelastung in der Fläche und an den Fassaden wurde 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 BEB ermittelten Angaben zur Anzahl der lärmbelasteten Einwohner, Wohnungen, Schulen und Krankenhäuser sowie erstmalig die geschätzte Zahl der gesundheitsschädlichen Auswirkungen und

³² <https://www.hlnug.de/?id=9265>

³³ <http://laerm.hessen.de>

³⁴ DIN 45682 Akustik - Thematische Karten im Bereich des Schallimmissionsschutzes, Ausgabe: 2020-04, Beuth Verlag.

Belästigungen enthält. Diese Belastetenstatistik wird über das Umweltbundesamt (UBA) an die EU-Kommission gemeldet.

Auf der Internetseite des HLNUG³⁵ können die Ergebnisse ohne Rundung pro Gemeinde in einer Excel-Datei abgerufen werden.

Im Rahmen der strategischen Lärmkartierung wird versucht, die Datengrundlagen immer weiter zu verbessern. Dennoch entsteht kein beliebig hohes Maß an Genauigkeit. In der Excel-Datei 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.

6 Ergebnisdiskussion

Im § 4 Abs. 4 Nr. 1 der 34. BImSchV sind Vorgaben zur grafischen Darstellung der Lärmkarten vorgegeben. Mit der Änderung der 34. BImSchV im Jahr 2021 wurden auch die Grenzen der darzustellenden Isophonen-Bänder geändert. In Tabelle 12 sind die beiden Versionen gegenübergestellt.

Nach der bisherigen Regelung wurde das berechnete Ergebnis zunächst mathematisch auf 0,1 dB gerundet. Der Pegelbereich „über 55 bis 60“ wurde als Bereich von $55,0 \text{ dB(A)} < L \leq 60,0 \text{ dB(A)}$ interpretiert.

Nach den aktuellen LAI-Hinweisen zur Lärmkartierung wird z. B. das Isophonenband „ab 55 bis 59“ als Bereich von $54,50 \text{ dB(A)} \leq L \leq 59,49 \text{ dB(A)}$ interpretiert.

Durch diese Uminterpretation der Pegelklassen kommt es aufgrund der Rundungsregelung zu einer Verschiebung der Klassengrenzen um 0,5 dB.

Durch diese methodische Änderung wird es vermutlich insbesondere in den unteren Pegelbereichen zu einer Zunahme der Zahlen lärm betroffener Bewohner für die Umgebungslärmkartierung 2022 gegenüber den bisherigen Kartierungen geben.

Diese Änderung betrifft alle Lärmarten, fällt aber gegenüber den im Folgenden beschriebenen Änderungen nicht so stark ins Gewicht.

³⁵ <https://www.hlnug.de/?id=9265>

Tabelle 12: Gegenüberstellung der Grenzen der Isophonen-Bänder

34. BImSchV (2006)		34. BImSchV (2021)	
L _{DEN} [dB(A)]	L _{Night} [dB(A)]	L _{DEN} [dB(A)]	L _{Night} [dB(A)]
	über 45 bis 50*		ab 45 bis 49*
	über 50 bis 55		ab 50 bis 54
über 55 bis 60	über 55 bis 60	ab 55 bis 59	ab 55 bis 59
über 60 bis 65	über 60 bis 65	ab 60 bis 64	ab 60 bis 64
über 65 bis 70	über 65 bis 70	ab 65 bis 69	ab 65 bis 69
über 70 bis 75	über 70	ab 70 bis 74	ab 70
über 75		ab 75	

* optional

6.1 Straße, Schiene, Industrie

Für die Interpretation der Ergebnisse der Umgebungslärmkartierung 2022 und insbesondere beim Vergleich der aktuellen Ergebnisse mit den Ergebnissen der letzten Kartierung 2017 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 2017 und 2022 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 beschrieben.

Für die Lärmkartierung 2022 ersetzte die auf CNOSSOS basierende BUB die vorläufigen Berechnungsmethoden VBUS (Straße), VBUI (Industrie) und VBUSCH (Schiene). Das UBA hat die Unterschiede der unterschiedlichen Berechnungsverfahren für den Straßenlärm untersucht

lassen und in einem Bericht³⁶ dokumentiert. Dabei zeigen sich zwischen der BUB und der VBUS eindeutige Unterschiede.

Neben der Darstellung der Lärmbelastungen in Form von Karten fordert die ULR auch die Angabe der Anzahl von Bewohnern in einem Untersuchungsgebiet, die bezogen auf eine Lärmart von einem bestimmten Immissionspegel belastet werden. In der Umgebungslärmkartierung werden diese Belastetenzahlen in 5 dB-Schritten angegeben. Die Zuordnung von Immissionspegeln zu den lärmbelasteten Bewohnern erfolgt jeweils über Gruppen von Bewohnern in einem Gebäude zu den Immissionspegeln an der Gebäudefassade. Dazu werden zunächst an der Fassade eines Gebäudes sogenannte Fassadenpunkte gesetzt. Dieser Fassadenpunkte verteilen sich nach entsprechenden Vorgaben (Anzahl, Höhe, Abstand etc.) entlang der Hausfassade. Für jeden dieser Fassadenpunkte wird ein Lärmpegel berechnet.

Das für die ULK 2022 erstmals angewandte Zuordnungsverfahren der Berechnungsmethoden zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm (BEB) unterscheidet sich deutlich von der bisherigen Vorgehensweise nach der vorläufigen Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm (VBEB).

Nach VBEB wurden die Bewohner eines Hauses gleichmäßig den Pegeln aller Fassadenpunkte zugeordnet. Die BEB hingegen ordnet sämtliche Bewohner eines Gebäudes ausschließlich der oberen Hälfte (Median) der berechneten Fassadenpegel, also der lautesten Fassade zu. Die untere Hälfte der Pegel bleibt bei diesem Verfahren unberücksichtigt.

Durch diesen methodischen Wechsel der Zuordnung der Bewohner zu den Fassadenpegeln werden die Zahlen lärm betroffener Bewohner für die Umgebungslärmkartierung 2022 gegenüber den bisherigen Kartierungen deutlich zunehmen.

Durch die Summe aller dieser Änderungen vergrößern sich die Pegelbänder. Deshalb wird es in allen Pegelbereichen eine weitgehend proportionale Zunahme der Zahlen lärm betroffener Bewohner für die Umgebungslärmkartierung 2022 gegenüber den bisherigen Kartierungen geben. Demnach steigen die absoluten Betroffenenzahlen insbesondere in den unteren Pegelklassen.

Die Verwendung des Verkehrsmodells von Hessen Mobil für die Umgebungslärmkartierungen 2017 und 2022 hat im Vergleich zu den vorhergehenden Kartierungen 2007 und 2012 zu deutlichen Änderungen in den Ergebnissen geführt. Im Rahmen der SVZ 2010, die für die Umgebungslärmkartierung 2012 verwendet wurde, 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. Dadurch konnten diese Straßenabschnitte in den Kartierungen 2007 und 2012 nicht kartiert werden, da keine Eingangsdaten für die Berechnungen

³⁶ TEXTE 84/2021: Vergleichsrechnungen für die EU-Umgebungslärmrichtlinie, von Dipl.-Ing. Frank Heidebrunn, Dipl.-Ing. Christian Popp, Dr.-Ing. Klaus-Georg Krapf im Auftrag des Umweltbundesamtes, November 2020 (<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>)

zur Verfügung standen. Mit dem für die Umgebungslärmkartierung 2017 und 2022 verwendeten Verkehrsmodell wurden diese Lücken z. T. geschlossen, so dass insbesondere in vielen Ortsdurchfahrten erstmals überhaupt Verkehrsdaten, als Grundlage zur Kartierung vorliegen.

Weiterhin wurden bei den Kartierungen 2012 und den EU-Kartierungen 2017 und 2022 unterschiedliche Schwellenwerte berücksichtigt. 2012 wurde für die Hauptverkehrsstraßen ein DTV von 8.000 Kfz/24 h als Schwellenwert und 2017 und 2022 ein Schwellenwert von 8.200 Kfz/24 h jeweils außerhalb der Ballungsräume verwendet.

6.2 Fluglärm

Obwohl sich die in die Kartierung 2022 eingegangene Zahl der Flugbewegungen im Bezugsjahr 2019 gegenüber der letzten Kartierung 2017 mit dem Bezugsjahr 2016 nur geringfügig erhöht hat, haben sich die berechneten Lärmpegel und Belastetenzahlen fast überall deutlich erhöht. Werden gemessene Pegel an bestehenden Fluglärmmessanlagen der jeweils für die Kartierungen verwendeten Bezugsjahre verglichen, zeigen die Auswertungen keine entsprechenden Erhöhungen des Fluglärms in 2019 gegenüber dem Jahr 2016.

6.2.1 Änderung der berechneten Pegel

Wie haben sich die berechneten Pegel im Vergleich zu den vorherigen Lärmkartierungen geändert?

Bei der Berechnung nach BUF werden in der Nähe des Flughafens geringere Immissionen berechnet und in weiter entfernten Gebieten oft höhere Immissionen als bei der bislang zu verwendenden Vorläufigen Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Flugplätzen (VBUF).

Mit der neuen Berechnungsmethode werden insbesondere die weiter entfernten Anflugbereiche, also die Gebiete unterhalb der Anflugrouten, etwa 10 km bis 30 km entfernt von der Landeschwelle bis zu 5 dB(A) lauter berechnet als mit den bisherigen vorläufigen Berechnungsmethoden. Am Frankfurter Flughafen führt dies zu relativ großen, neu mit dem Ganztagspegel $L_{DEN} > 54,5$ dB(A) kartierten Gebieten im Bereich von Offenbach, Mühlheim und Hanau im Osten sowie von Mainz, Hochheim und Bischofsheim im Westen. Aus den Pegeländerungen resultieren auch deutliche Veränderungen der Fluglärm-Belastetenstatistik gegenüber der letzten Kartierung. Bis auf wenige Ausnahmen gibt es jetzt in fast allen Kommunen rechnerisch deutlich mehr belastete Personen.

Bei anderen deutschen Flughäfen mit weniger Verkehr und kleineren kartierten Lärmkonturen sind diese nicht notwendigerweise größer geworden.

Warum wurden in der Lärmkartierung 2022 insbesondere im Anflugbereich deutlich höhere Pegelwerte berechnet als bisher?

Diese neue Berechnungsmethode basiert auf dem EU-weit einheitlichen Lärmberechnungsverfahren CNOSSOS. Ergänzend hat das Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz Bundesumweltministerium (BMUV) die Flugzeuggruppen und Emissionsdaten aktualisiert. Ziel der Aktualisierung war, den aktuellen Flugbetrieb an deutschen Flughäfen realistischer und idealerweise leicht konservativ (etwa 1 dB lauter) abzubilden. Für die meisten der landenden Flugzeuge in Entfernung größer 10 km von der Landeschwelle werden rechnerisch deutlich höhere Emissionen angesetzt als bislang. Eine standardisierte Berechnungsmethode für Deutschland wie die BUF hat die grundsätzliche Schwierigkeit, möglichst für alle Flughäfen und Situationen hinreichend valide Eingangsdaten beinhalten zu müssen. Aufgrund der Unterschiede der verschiedenen Flughäfen müssen dazu Kompromisse gefunden werden, die nicht notwendigerweise an allen Flughäfen gleich gut die Wirklichkeit beschreiben. Allerdings wurden die neuen Emissionsprofile in den Bereichen, in denen sie sich besonders stark unterscheiden zu den bisherigen Annahmen, also z. B. Anflüge weiter als 15 km vom Flughafen entfernt, nicht anhand von Messdaten an deutschen Flughafenstandorten ermittelt. Vielmehr wurden die Werte in diesen Bereichen in einem Gutachten des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) für das Umweltbundesamt (UBA) mathematisch abgeleitet und der Bund hat diese abgeleiteten Werte ohne Validierung mit entsprechenden Messdaten in die BUF aufgenommen.

Mit den geänderten Flugzeugklassen und deren aktualisierten Emissionsverläufen können sich insbesondere an Flughäfen mit vielen Flugbewegungen auch schwerer Flugzeuge höhere berechnete Immissionspegel im Landebereich ergeben. Aus Sicht des DLR ist es jedoch plausibel, dass die Emissionsverläufe einiger Flugzeugklassen in der VBUF bei der Landung in Entfernungen größer 10 km bislang tendenziell unterschätzt wurden.

Das HLNUG geht davon aus, dass die rechnerische Erhöhung der Immissionspegel im weiter entfernten Anflugbereich ganz maßgeblich durch die aktualisierten Emissionsverläufe verursacht werden. Weitere Einflussfaktoren wie beispielsweise die Bewegungszahlen, Flugrouten, Flottenzusammensetzung, andere Eingangsgrößen, geändertes Rechenverfahren verursachen ebenfalls Änderungen, die aber wohl deutlich kleiner sind.

6.2.2 Vergleich mit Messwerten

Entsprechen die Ergebnisse der aktuellen Umgebungslärmkartierung den an den Fluglärmmessstationen gemessenen Werten?

In der Umgebungslärmkartierung spielen lediglich Dauerschallpegel eine Rolle. Der zunächst einfach erscheinende Vergleich von gerechneten und gemessenen Dauerschallpegeln wird je weiter weg vom Flughafen und je leiser die Flugzeuge werden zunehmend erschwert durch die notwendige messtechnische Diskriminierung (Unterscheidung) von Umgebungsgeräuschen und Fluglärm. So können die von Fraport AG DIN-gerecht ermittelten gemessenen Dauerschallpegel

zum Teil 2 dB oder mehr unter den Dauerschallpegelwerten liegen, die aus wissenschaftlicher Sicht besser zum Vergleich mit berechneten Dauerschallpegelwerten geeignet wären.

Bisher liegt dem Land Hessen anhand der bisher durchgeführten groben Vergleichsauswertungen keine Bestätigung durch Vergleiche mit Messergebnissen oder sonstige Hinweise vor, dass die neuen, höheren Berechnungsannahmen insgesamt realitätsnäher sind als die bisherigen. Aus Sicht des Landes kann die Frage, ob die Ergebnisse der aktuellen Umgebungslärmkartierung den an den Fluglärmmessstationen gemessenen Werten entsprechen, mit den bisher vorhandenen Erkenntnissen jedoch nicht abschließend beantwortet werden.

Nach Recherchen der Fluglärmschutzbeauftragten für den Flughafen Frankfurt wurden in ersten groben Analysen der mit dem neuen Berechnungsverfahren berechneten Lärmwerte auch an anderen Flughafenstandorten die vom DLR abgeleiteten Emissionswerte bei Landungen durch Vergleiche mit vorhandenen Messwerten bisher nicht bestätigt. Auch an anderen größeren Flughafenstandorten stehen für die entfernter liegenden Bereiche der Kartierung keine Messwerte für Vergleiche zur Verfügung.

6.2.3 Vergleich mit der Realität

Bildet die BUF die tatsächlichen Fluglärmpegel realitätsnah ab?

Das HLNUG hat für das Jahr 2019 überschlagsweise Vergleiche zwischen von der Fraport AG an den Dauermessstellen gemessenen und mithilfe der BUF berechneten Maximalpegelverteilungen vorgenommen. Allerdings gibt es keine Messstellen der Fraport AG in den weiter vom Flughafen entfernten Bereichen, in denen die rechnerischen Unterschiede des neuen Verfahrens besonders hoch sind. Aber an den vorhandenen Messstellen insbesondere im Anflugbereich überschreiten die nach BUF berechneten Pegel die gemessenen Maximalpegel vieler (aber nicht aller) Flugzeugtypen an vielen (aber nicht allen) Messstellen sehr deutlich. Dem HLNUG sind hierfür bislang keine plausiblen Erklärungen bekannt. Die für eine wissenschaftliche Auswertung noch notwendigen, aufwändigeren Schritte der Auswertungen könnten die gefundenen Differenzen aller Voraussicht nach weiter erhöhen. Für Bereiche, die weiter vom Flughafen entfernt liegen als die Dauermessstellen von der Fraport AG, aber nach der neuen Kartierung rechnerisch erstmals $L_{DEN} > 54,5 \text{ dB(A)}$ aufweisen, sind dem HLNUG keine soliden Auswertungen bekannt. Die Interpretation von Messdaten, auch von Maximalpegelverteilungen, wird in diesen Bereichen aus mehreren Gründen immer schwieriger.

Es wären in diesen Entfernungen wissenschaftlich solide Messungen zur Plausibilisierung der BUF-Rechnungen und insbesondere der angesetzten Flugzeugpegel erforderlich. Die dem HLNUG bisher bekannten Auswertungen zeigen, dass die Frage nach der Realitätsnähe der BUF-Ergebnisse berechtigt erscheint. Um die Frage nach der Realitätsnähe der BUF-Ergebnisse fundiert und abschließend beantworten zu können, sind Messungen und umfangreiche Datensätze aus

verschiedenen Quellen notwendig und aufwändige und zum Teil auch konzeptionell schwierige Auswertungen durch wissenschaftliche Fachexpertinnen und Fachexperten durchzuführen. Da die BUF vom Bund für alle Flughafenstandorte in Deutschland vorgeschrieben wurde, müssten solche Auswertungen nicht nur standortspezifisch erfolgen. Weitere Auswertungen und Erläuterungen zum Thema wurden von der Fluglärmschutzbeauftragten für den Flughafen Frankfurt für die Fluglärmkommission aufbereitet und sind ebenso wie das Beratungsergebnis der Fluglärmkommission auf der Homepage der Fluglärmkommission Frankfurt abrufbar³⁷.

6.2.4 Historische Pegeländerung

Sind die gemessenen Fluglärmbelastungen zwischen 2016 und 2019 gestiegen?

Die Zahl von Flugbewegungen, Änderungen am Flottenmix, Änderungen bei den Nutzungsquoten der An- und Abflugstrecken und die wetterbedingte Betriebsrichtungsverteilung beeinflussen die Entwicklung des Fluglärms in der Region und führen dazu, dass es meistens keine flächendeckenden Zu- und Abnahmen im Jahresvergleich gibt. Vielmehr können all diese Faktoren dazu führen, dass je nach Standort die Messstellen im Jahresvergleich unterschiedliche Zu- oder Abnahmen zeigen. Gleichzeitig werden diese sich lokal auswirkenden Faktoren auch bei den Lärmberechnungen für die Kartierung berücksichtigt. Daher kann ein Vergleich von Messdaten aus den Bezugsjahren als Anhaltspunkt dienen, um festzustellen, ob die rechnerisch ermittelte starke Zunahme außerhalb des Nahbereichs mit einer tatsächlichen Erhöhung des Lärms einherging oder nicht. Es stehen grundsätzlich verschiedene belastbare Fluglärm-Messdaten rund um den Flughafen Frankfurt zur Verfügung. Die Interpretation von Zeitreihen der Dauerschallpegel, welche durch die Fluglärmmessstellen der Fraport AG ermittelten wurden, ist aber durch eine Messsystem- und Auswerteumstellung im Sommer 2017 insbesondere in den hier interessanten, weiter weg vom Flughafen liegenden Messstationen erschwert.

Vergleichende Auswertungen der Fluglärmschutzbeauftragten von Ergebnissen an vorhandenen Messstellen anderer Betreiber deuten aus Sicht des HLNUG darauf hin, dass die gemessenen Fluglärmbelastungen zwischen 2016 und 2019 trotz etwas höherer Verkehrszahlen nicht gestiegen sind, sondern auf vergleichbarem Niveau lagen. Aus Sicht des HLNUG sind weitere systematische Auswertungen der langjährigen Fluglärmmessungen erforderlich, um diesen ersten Befund abzusichern.

³⁷ Der Vortrag des HMWEVW unter https://www.flk-frankfurt.de/eigene_dateien/sitzungen/269_sitzung_am_22.2.2023/top_3a_-_praes._hmwevw_4._runde_fluglaermkartierung_-_hintergruende_bewertung_der_ergebnisse_und_weiteres_vorgehen.pdf
Der Vortrag des HLNUG unter https://www.flk-frankfurt.de/eigene_dateien/sitzungen/269_sitzung_am_22.2.2023/top_3a_-_praes._hlnug_fluglaermkartierung_fuer_den_flughafen_frankfurt_-_ergebnisse_4._runde.pdf

6.2.5 Weiteres Vorgehen

Wird die EU-Umgebungslärmkartierung 2022 des Flughafen Frankfurt Main noch einmal überprüft?

Für Hessen und die Rhein-Main Region sind verlässliche Fluglärmberechnungsverfahren im Nah- und Fernbereich von hoher Wichtigkeit. Daher haben das Hessische Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUKLV) und das Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen (HMWEVW) sowie die Fluglärmkommission Frankfurt das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz Bundesumweltministerium (BMUV) um eine wissenschaftliche Validierung der Emissionsannahmen gebeten. Herr Prof. Schmid hat eine ähnlich lautende Bitte an das UBA formuliert.

Insbesondere hat das Land Hessen darum gebeten, eine Validierung der Annahmen mit einer entsprechenden Messkampagne in den weiter als 15 bis 20 km entfernten Bereichen durchzuführen, in denen bislang keine Daten zum Vergleich zwischen Messungen und den Berechnungen verfügbar sind. Notwendig wäre die Kombination von Lärm- und Flugbewegungsdaten und eine komplexe mehrstufige Auswertung durch wissenschaftliche Fachexpertinnen und Fachexperten.

Der Bund hat mitgeteilt, dass eine Überprüfung des Berechnungsverfahrens für die EU-Lärmkartierung erst nach Auswertung der Ergebnisse aus anderen Mitgliedsstaaten durch die EU erfolgen kann. Allerdings wird geprüft, inwieweit sich die bisherigen Erkenntnisse zu Unterschieden der neuen Berechnungsprofile zu Messungen auch auf die Fluglärmberechnungen nach dem für den Vollzug nationaler Rechtsvorschriften vorgeschriebenen Lärmberechnungsverfahren auswirken werden und welcher Handlungsbedarf sich hieraus in Bezug auf eine Validierung ergibt.