Nachhaltigkeit des Bundesfernstraßenbaus – Entwicklung eines Monitoring-konzepts zur Implementierung eines Lärmindikators

Berichte der Bundesanstalt für
Straßen- und Verkehrswesen
Verkehrstechnik Heft V 407

bast
Bundesanstalt für
Straßen- und Verkehrswesen

Nachhaltigkeit des Bundesfernstraßenbaus – Entwicklung eines Monitoring-konzepts zur Implementierung eines Lärmindikators

von

Sebastian Eggers, Frank Heidebrunn, Imke Ines Klatt

LÄRMKONTOR GmbH, Hamburg

Berichte der Bundesanstalt für
Straßen- und Verkehrswesen
Verkehrstechnik Heft V 407

bast
Bundesanstalt für
Straßen- und Verkehrswesen

Die Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen (BASt) veröffentlicht ihre Arbeits- und Forschungsergebnisse in der Schriftenreihe Berichte der Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen. Die Reihe besteht aus folgenden Unterreihen:

A - Allgemeines
B - Brücken- und Ingenieurbau
F - Fahrzeugtechnik
M - Mensch und Sicherheit
S - Straßenbau
V - Verkehrstechnik

Es wird darauf hingewiesen, dass die unter dem Namen der Verfasser veröffentlichten Berichte nicht in jedem Fall die Ansicht des Herausgebers wiedergeben.

Nachdruck und photomechanische Wiedergabe, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der BASt, Stabsstelle Presse und Kommunikation.

Die Hefte der Schriftenreihe Berichte der Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen können direkt bei der Carl Ed. Schünemann KG bezogen werden. Seit 2015 stehen sie zusätzlich als kostenfreier Download im elektronischen BASt-Archiv ELBA zur Verfügung: https://bast.opus.hbz-nrw.de

Impressum

Bericht zum Forschungsprojekt 02.0479
Nachhaltigkeit des Bundesfernstraßenbaus – Entwicklung eines Monitoringkonzepts ´Implementierung´ - Lärmindikator Monitoring

Fachbetreuung:
Fabio Strigari

Referat:
Umweltschutz, Immissionen

Herausgeber:
Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen
Brüderstraße 53, D-51427 Bergisch Gladbach
Telefon: (0 22 04) 43 - 0

Redaktion:
Stabsstelle Presse und Kommunikation

Gestaltungskonzept:
MedienMélange:Kommunikation

Druck, Verlag und Produktsicherheit:
Fachverlag NW in der Carl Ed. Schünemann KG
Zweite Schlachtpforte 7, D-28195 Bremen
Telefon: (04 21) 3 69 03 - 0 | E-Mail: kontakt@schuenemann-verlag.de
www.schuenemann-verlag.de

ISSN 0943-9331 | ISBN 978-3-95606-874-4 | https://doi.org/10.60850/bericht-v407

Bergisch Gladbach, August 2025

Kurzfassung – Abstract

Nachhaltigkeit des Bundesfernstraßenbaus – Entwicklung eines Monitoringkonzepts zur Implementierung eines Lärmindikators

Im Rahmen der Realisierung eines Konzepts für ein Monitoring der im Bundesfernstraßenbau relevanten Nachhaltigkeitsziele soll ein Indikator zur Erfassung der Lärmbetroffenheit (kurz: Lärmindikator) entwickelt und erprobt werden. Hierfür ist eine zielführende Methode für die anzuwendende Bewertungsgröße „Lärmbelastete in Personen oder Wohneinheiten an Strecken (Anzahl oder Anteil) über einem Grenzwert oder nach Pegelklasse“ für die Erhebung an Bundesfernstraßen zu erarbeiten. Hierzu sollen zunächst verschiedene Varianten ermittelt werden, die für einen Einsatz in Frage kommen:

Im ersten Vorschlag wird auf Eingangsdaten der Lärmkartierung zurückgegriffen. Mit Hilfe dieser Datenbasis lässt sich ein Berechnungsmodell aufbauen, das die kartierten Bundesfernstraßen (mit mehr als 3 Mio. Fahrzeugen pro Jahr) umfasst. Die Begrenzung der Modelle auf den zu kartierenden Bereich ist jedoch nicht zielführend, wenn auch Bundesfernstraßen mit geringeren Verkehrsmengen in die Berechnung des Lärmindikators eingehen sollen. Der zweite Vorschlag nutzt ein Modell, das (zumindest teilweise) unabhängig von der Lärmkartierung ist. Es werden frei verfügbare Daten herangezogen. Dieser Ansatz ist auch notwendig, um z. B. die Lärmkartierung um die bisher nicht kartierten Bundesfernstraßen zu ergänzen. Kritisch sind insbesondere die bisher fehlenden bzw. nicht ausreichenden Angaben zu Schallschutzwänden, da diese wesentlich zur Lärmminderung beitragen und vorrangige Lärmminderungsmaßnahmen in der Lärmsanierung darstellen. Ein Fehlen der Lärmschutzwände würde somit eine Bewertung von Lärmminderungsmaßnahmen obsolet machen. Der dritte Vorschlag baut darauf auf, die Rechenläufe der Lärmkartierung zu nutzen, um Teilergebnisse für die Quellen der Bundesfernstraßen zu erhalten.

Die erarbeiteten Methoden wurden am Modellgebiet Schleswig-Holstein erprobt. Hierfür wurde sowohl das Modell der Lärmkartierung ausgewertet als auch ein eigenständiges Berechnungsmodell aufgebaut. Die Methoden werden anhand geeigneter Kriterien verglichen und bewertet. Insgesamt ergeben sich unterschiedliche Ansätze, die hinsichtlich der bewerteten Kriterien stark unterschiedlich bewertet werden müssen. Hinsichtlich der Genauigkeit bietet sich ein von der Lärmkartierung unabhängiges Modell an, um auch die bisher nicht kartierten Straßen zu erfassen. Derzeit ist die Datengrundlage hinsichtlich Schallschutzbauwerken jedoch noch stark unzureichend. Ein statistisches Modell, aufbauend auf den Ergebnissen der Lärmkartierung, bietet vergleichsweise gute Ergebnisse bei geringem Aufwand. Von Vorteil ist es hierbei, wenn der Anteil der Bundesfernstraßen nicht statistisch ermittelt wird, sondern getrennten Berechnungen entstammt. Eine einmalige Erhebung pro Bundesland wäre mindestens zu empfehlen. Idealerweise werden diese Daten regelmäßig im Rahmen der Lärmkartierung erhoben.

Es kann festgestellt werden, dass ein berechnungsfähiges Modell auf bundesweit verfügbaren Daten mit aktuellen Datenbestand zwar aufgebaut werden kann, die Modellqualität jedoch ohne manuelle Korrekturen weitgehend nicht den Ansprüchen an Berechnungsmodelle der Lärmkartierung oder sogar Einsatzbereichen mit höheren Qualitätsanforderungen (Lärmvorsorge oder Lärmsanierung) entsprechen kann. Es wird empfohlen, für die Bewertung der Lärmbetroffenheit an Bundesfernstraßen zunächst auf die Berechnungser-

gebnisse der Lärmkartierungen zurückzugreifen. Mittelfristig sollte jedoch angestrebt werden, die Datenbereitstellung nachhaltig zu optimieren. Diese Daten stünden dann auch für die Anwendung des Lärmindikators bundesweit einheitlich zur Verfügung. Sofern alle notwendigen Daten vorlägen, ließe sich ein Modell in ausreichender Qualität reproduzierbar erzeugen. Eine gute Datengrundlage für das Netz der Bundesfernstraßen bietet dabei auch Vorteile bei der Erstellung der Lärmkartierungen. Zudem können auch weitere Anwendungsfälle im Umfeld der Bundesfernstraßen, zum Beispiel in der Lärmsanierung, hiermit sehr gut abgedeckt werden.

Sustainability of the federal highway construction – Development of a monitoring concept for the implementation of a noise indicator

As part of the realisation of a concept for monitoring the sustainability goals relevant to federal road construction, an indicator for assessing the noise impact (short: noise indicator) is to be developed and tested. For this purpose, a target-oriented method is to be elaborated for the applicable assessment parameter “Noise exposure in persons or residential units on routes (number or proportion) above a limit value or by level class” for federal roads. Therefor, different variants are first to be determined that could be considered for use. There are three possible approaches:

The first proposal draws on input data from noise mapping. With the help of this database, a calculation model can be developed that includes the mapped federal trunk roads (with more than 3 million vehicles per year). However, limiting the model to the area to be mapped is not expedient if federal trunk roads with lower traffic volumes are also to be included in the calculation of the noise indicator. The second proposal uses a model that is (at least partially) independent of the noise mapping. Freely available data is used. This approach is also necessary, for example, to supplement the noise mapping with the federal highways that have not yet been mapped. The lack of or insufficient information on noise barriers is particularly critical, as these contribute significantly to noise reduction and are priority noise reduction measures in noise abatement. A lack of noise barriers would therefore make an assessment of noise abatement measures obsolete. The third proposal is based on using the calculation runs of the noise mapping to obtain partial results for the sources of the federal trunk roads.

The methods developed were tested in the model region of Schleswig-Holstein. For this purpose, both the noise mapping model was evaluated and an independent calculation model was developed. The methods were compared and evaluated on the basis of suitable criteria. Overall, there are different approaches, which must be evaluated very differently with regard to the assessed criteria. In terms of accuracy, a model that is independent of the noise mapping is recommended in order to include roads that have not yet been mapped. At present, however, the data basis for noise barriers is still very inadequate. A statistical model based on the results of the noise mapping offers comparatively good results with little effort. It is advantageous here if the proportion of federal trunk roads is not determined statistically, but comes from separate calculations. At least a one-off survey per federal state would be recommended as a minimum. Ideally, this data should be collected regularly as part of noise mapping.

It can be stated that although a calculable model can be built on nationally available data with a current database, without manual corrections the model quality can largely not meet the requirements of calculation models for noise mapping or even areas of application with higher quality requirements. It is recommended that the calculation results of noise mapping should initially be used to assess the noise impact on federal trunk roads. In the medium term, however, efforts should be made to sustainably optimize the provision of data. This data would then also be available nationwide for the application of the noise indicator. If all the necessary data were available, a model of sufficient quality could be generated in a reproducible manner. A good data basis for the federal trunk road network also offers advantages in the creation of noise mapping. In addition, other applications in the vicinity of federal trunk roads, for example in noise remediation, can also be covered very well.

Summary

Sustainability of the federal highway construction – Development of a monitoring concept for the implementation of a noise indicator

1 Introduction

As part of the realisation of a concept for monitoring the sustainability goals relevant to federal road construction, an indicator for assessing the noise impact (short: noise indicator) is to be developed and tested. A corresponding methodology for surveying federal roads is to be developed for the assessment parameter "Noise exposure in persons or residential units on routes (number or proportion) above a limit value or by level class", which has already been determined by the client BASt in the run-up to the project. The development will be based on various considerations regarding data requirements, data availability and data quality. Particular attention will also be paid to the long-term availability of the data. Ideally, the survey should be based on consistent data that is continuously updated. This ensures reproducibility. Otherwise, a (necessary) change in the data basis can lead to deviations in the noise indicator that do not reflect the development of noise pollution on federal roads. Based on the data, possible methods are developed to determine the aforementioned assessment variable. For this purpose, an exemplary determination is carried out using the methods presented. It is based on a model region, on which the application and survey are tested. A transparent application is intended to show which method has both sufficient quality in the result and a justifiable effort in the determination. The methods for determining the noise indicator are compared and evaluated. A recommendation for action will be drawn up for the preferred method, which will provide information for a future regular survey, ideally based on existing data.

2 Evaluation standards

A suitable assessment scale should be defined in advance for the following application of the noise indicator. One argument in favor of a consideration in level classes is that even minor developments can be depicted. On the other hand, it is to be expected that even minor influences will lead to a shift between the level classes that do not actually reflect a development to be assessed (noise protection on federal roads). The argument in favor of considering only the number of people affected above a limit value is therefore that the actual objective of noise abatement can be represented in this way. The choice of assessment method should also depend on which calculation approach (RLS-19, BUB) is chosen. It is recommended that the limits of a noise indicator should not be set too high. Therefore, in our view, the threshold for health hazards (up to 70 dB(A)), for example, is excluded as a possible lower limit. On the other hand, a threshold that is too low would in turn include those affected in the noise indicator's assessment parameter who are not affected by noise in a relevant way in terms of noise prevention or noise remediation.

Overall, we recommend that an evaluation be carried out according to level classes together with a limitation of the level ranges under consideration. The choice of the lower limit could be roughly based on the noise limit values (16th BImSchV) for residential areas (59 dB(A) during the day, 49 dB(A) at night). In addition, an assessment of those affected by the higher level classes (e.g. above 70 dB(A) during the day, 60 dB(A) at night) should be summarized.

3 Calculation methodology

In order to develop a target-oriented, recommended methodology, the first step is to identify various options that could be considered for use. Initial suggestions for methodologies were made early on in the project. There are three possible approaches: The first proposal draws on input data from noise mapping. With the help of this database, a calculation model can be developed that includes the mapped federal trunk roads (with more than 3 million vehicles per year). The second proposal uses a model that is (at least partially) independent of the noise mapping. Freely available data (e.g. published under the INSPIRE Directive) is used. This approach is also necessary, for example, to supplement the noise mapping with the federal trunk roads that have not yet been mapped. The third proposal is based on using the calculation runs of the noise mapping in order to obtain partial results for the sources of the federal trunk roads. Both the use of the calculation results for all roads and an estimation of the proportion of federal trunk roads and a separate calculation of these (possibly in future recalculations) are possible. The latter proposal would require the cooperation of the mapping institutions or adjustments to the 34th BImSchV.

With regard to the input data, the buildings, the digital elevation model (DEM) and the residents can be provided in sufficient quality. Usable data sets are also available for the position of the roadway centers and the traffic volumes. Interpolation may be necessary for the traffic volumes. Usable data is also available for the road surfaces. Sufficient data is also available for the information on separate lanes or the number of lanes and the location of earth berms (from the DEM). The lack of information on noise barriers is particularly critical, as these contribute significantly to noise reduction and represent priority noise reduction measures in noise abatement. A lack of noise barriers would therefore make an assessment of noise abatement measures obsolete.

In principle, noise mapping can also be considered as a data basis both with regard to road sources and other model data such as terrain models, buildings and noise protection structures. However, limiting the models to the area to be mapped (> 3 million vehicles per year) is not expedient if federal trunk roads with lower traffic volumes are also to be included in the calculation of the noise indicator. It can be assumed that the data on noise abatement structures in particular is not available across the board, and a network supplement must be carried out in any case: the road surfaces and speeds will not be available and would have to be combined with the traffic volumes, e.g. of the SVZ (Straßenverkehrszählung, engl. road traffic census).

4 Model application

Due to a lack of uniformly available data, the variant of the "uniform data basis" method, e.g. from the Federal Environment Agency (Umweltbundesamt, short: UBA), cannot be pursued. In principle, it would appear to be a possibility to collect and store this data together with the results data in future mapping rounds. When applying the method with noise mapping database, the 16 mapped federal states (possibly also up to 70 conurbations) should therefore be queried. In total, the data would be available for nationwide noise mapping, which has not yet been carried out in its entirety. However, in order to take into account the roads under 3 million vehicles per year that are not mapped within the framework of the Environmental Noise Directive, the model must be supplemented if the total pollution from all federal trunk roads is to be considered. The implementation is then similar in parts to the method mentioned in the following chapter.

A model setup based on nationally available data independent of the noise mapping is carried out for the Schleswig-Holstein model region. It will also be investigated which work steps would be necessary for a combination with the noise mapping model in order to supplement it with the roads below the mapping threshold. As a result, it will be shown to what extent a modeling independent of the noise mapping may have advantages, e.g. by being less labor-intensive overall than a supplement to the respective mapping models, and whether the reproducibility is better.

Two questions need to be analyzed in the statistical analysis: What proportion of federal trunk roads are covered by the mapped network? What proportion of federal trunk roads is covered by the mapped network? It can be expected that the proportion of federal trunk roads in the network is high, but the proportion of federal trunk roads covered is not sufficient (particularly in the case of federal highways). Based on the Schleswig-Holstein 2022 noise mapping model, a calculation was carried out that enables a separate evaluation by road class. A distinction was made here between federal roads, federal freeways and other roads (not federal trunk roads). This shows that the federal roads below 70 dB(A) L_{DEN} have a largely equal share of 27-29 % of the total pollution. A comparable figure is also found for below 60 dB(A) L_{Night} . For the federal highways, the share of the total exposure already decreases significantly from 60 dB(A) L_{DEN} and 55 dB(A) L_{Night} . Above 65 dB(A) L_{DEN} and 55 dB(A) L_{Night} , the contribution of the federal highways is very low (a total of 2 % and 6 % across all level classes). In order to estimate the pollution caused by the unmapped federal highways, three approaches are examined. The difference in emissions is initially greatly underestimated in a highly simplified approach. This results in additional impacts, which are around 54-83 % of the impact of the federal roads for each level class. Two further, more detailed approaches result in increases of 14-64 % and 13-69 % depending on the level class.

5 Comparison of methods

The methods developed are compared and provisionally evaluated on the basis of suitable criteria. The aim is to estimate the achievable quality and the associated effort. The (preliminary) criteria initially include the "effort", both in terms of work input (data queries, model setup) and computing time (use of computing capacity). The "reproducibility" is also assessed. The criterion "Representation of measures" assesses whether the noise abatement measures on federal highways (walls, embankments, road surfaces, etc.) can be evaluated completely and correctly in the calculation model. Under "Accuracy/completeness", it is also assessed how precisely such an assessment takes place, whether it is more of a statistical approximation or whether parts of the network may not be included in the assessment. Finally, "availability" is assessed, i.e. how much effort would be required to make it available.

Table 1: Comparison of the methods (preliminary) ; the numbers refer to the notes in the body text below

Method	Evaluation parameters					
	Effort (work)	Effort (computing time)	Reproducibility	Figure Measures	Accuracy/ Completeness	Availability (effort for this)
Noise mapping model Uniform data source		3	5	7	7	11
Model noise mapping Data collection	1	3	5	7	7	12
Federal data model	2	4		8	8	13
Statistical model noise mapping			6	9	9	14
Statistical model noise mapping B+BAB				10	10	15
Statistical model Extended noise mapping						16

OrangePoor rating Yellow Medium rating Green Good rating

In the evaluation, colors are to be understood relative to the other methods. A green rating therefore does not mean that this method is "good" and completely suitable in absolute terms.

In the evaluation, problems relating to the high workload for data procurement and model setup (1) and the workload for model setup (2) should be emphasized. The calculation time (3,4) also leads to high expenditure. The calculation results are largely reproducible in noise mapping. Deviations may occasionally occur if the data sources of the federal states differ, e.g. if different traffic figures are used from the SVZ (5). The statistical model is also susceptible to deviations resulting from model peculiarities of the individual federal states (6). The noise mapping models largely only include the federal trunk roads subject to mapping. This means that all federal trunk roads with insufficient traffic volumes are missing. Measures on these road sections cannot therefore be mapped (7). If the data were available in full, the Federal Data model would be able to provide an accurate depiction of all measures and determine precise results for noise impact (8). Measures on mapped federal trunk roads are represented in the statistical model. However, the proportion of federal trunk roads can only be determined statistically. Measures on routes with low traffic volumes cannot be mapped exactly (9). If the share of federal trunk roads is known, the accuracy is higher than in the variant with statistical determination of the share of federal trunk roads. Measures on stretches with low traffic volumes cannot be mapped exactly either, but correspond to those on the mapped roads (10).

A standardized data source (e.g. UBA) is not yet available and is not currently planned. The effort required to collect and make this data accessible would be high (11). The data from the federal states is basically available and should be accessible with reasonable effort. (12). The federal data is largely available. Information is lacking for the noise barriers datasets, but this may be accessible in the foreseeable future (location in the DLM) (13). The calculation results of the noise mapping (exposure figures) are available from the UBA (14). The calculation results of the noise mapping (exposure figures) separately only for federal trunk roads are not available (15). The effort required to generate these for recalculations in future mapping rounds is comparatively low. A corresponding requirement could be made for future mapping rounds. This could possibly be done by amending Section 4 (2) of the 34th BImSchV.

The calculation results of an extended noise mapping (exposure figures) for the entire network (below the mapping threshold) and separately only for federal trunk roads are also not available nationwide (16). The effort required to generate these for recalculations is high, as not every federal state is aiming for extended mapping and the data preparation for this requires greater effort. For future mapping rounds, in addition to an amendment to the 34th BImSchV, an amendment to BImSchG §47b, No. 3 would have to be made by providing for a lower mapping threshold only for federal trunk roads.

6 Summary

The results of the newly calculated noise mapping model and the scenarios in the model with nationally available data show that despite uncertainties in the model creation - particularly with regard to data on noise abatement structures, traffic volumes and maximum permissible speeds - an accuracy can be achieved that could be explained by changes in traffic volumes between different variants. The scenario comparison for the noise barriers shows that the sensitivity to noise abatement measures in periods of around 5 years is significantly lower than all other model variations (traffic, buildings, road network, ...).

It can be stated that although a calculable model can be built on nationally available data with a current database, without manual corrections the model quality is largely unable to meet the requirements of calculation models for noise mapping or even areas of application with higher quality requirements, e.g. noise prevention (“Lärmvorsorge”) and noise remediation (“Lärmsanierung”). The greatest problems arise from insufficient data, particularly in the field of noise barriers. It is recommended that the calculation results of noise mapping should initially be used to assess the noise impact on federal trunk roads. In the medium term, however, efforts should be made to optimize the provision of data. This data would then also be available for the application of the noise indicator on a nationwide basis.

If all the necessary data were available, a model of sufficient quality could be generated in a reproducible manner. A good data basis for the federal road network also offers advantages in the creation of noise mapping. This can significantly reduce the workload nationwide and reduce inconsistencies. In addition, other applications in the area of federal roads can also be covered very well.

Inhalt

1 Einleitung 14

2 Bewertungsmaßstäbe 15

2.1 Beurteilungszeiträume 15

2.2 Grenzen für die Bewertung 16

2.3 Auswirkungen von Pegeländerungen 16

2.4 Anzuwendende Berechnungsmethoden 17

2.5 Zusammenfassung 17

3 Konzeption einer zielführenden Berechnungsmethodik 19

3.1 Mögliche Methodiken 19

3.2 Notwendige Eingangsdaten 20

3.2.1 Unterschiede in den emissionsrelevanten Eingangsdaten 20

3.2.2 Emissionsrelevante Daten des Straßenverkehrs 22

3.2.3 Ausbreitungs- und bewertungsrelevante Daten 23

3.2.4 Auswirkungen von Änderungen in Datenparametern 24

3.2.5 Mögliche Datenquellen und Verfügbarkeit 26

3.2.6 Weitere Parameter ohne Datenquellen 31

3.3 Auswertung der ausgewählten Datensätze 33

3.3.1 Straßen 33

3.3.2 Gelände 38

3.3.3 Gebäude und Einwohnende 39

3.3.4 Schallschutzbauwerke 39

3.4 Zusammenfassung 46

4 Modellhafte Anwendung 47

4.1 Neuberechnung Modell Lärmkartierung 47

4.2 Neuberechnung Modell Bund 48

4.3 Statistisches Modell Lärmkartierung 49

4.3.1 Vorprüfungen zur statistischen Auswertung 49

4.3.2 Abschätzung der Bundesstraßen unterhalb der Kartierungsschwelle 57

4.3.3 Abschätzung der Abweichung durch geänderte Verkehrsmengen 65

4.3.4 Zusammenfassung zum statistischen Modell und mögliche Optimierung _ 66
4.4 Statistisches Modell SVZ _____ 67
4.5 Vergleich der Methoden _____ 68
4.5.1 Vergleich der Berechnungsergebnisse _____ 69
4.5.2 Vergleich nach Kriterien _____ 71

5 Fazit _____ 76

Literatur _____ 77

Bilder _____ 78

Tabellen _____ 80

1 Einleitung

In Deutschland sind seit 2007 im Rahmen der Umsetzung der EU-Umgebungslärmrichtlinie (Richtlinie 2002/49/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Juni 2002 über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm) Lärmkarten zu erstellen. Grundlage hierfür nach Umsetzung in nationales Recht sind sowohl das Bundes-Immissionsschutzgesetz (§ 47c) als auch die 34. Bundes-Immissionsschutzverordnung, die die Anforderungen an Lärmkarten nach § 47c BImSchG konkretisiert. Die Lärmkartierung hat alle 5 Jahre zu erfolgen wodurch zuletzt die Lärmkarten zum Juni 2022 zu erstellen waren. Zu kartieren sind im Bereich der Straßen alle Hauptverkehrsstraßen mit mehr als drei Millionen Kraftfahrzeugen pro Jahr sowie Ballungsräume, für letztere auch Straßen mit weniger als drei Millionen Kraftfahrzeugen.

Bei den Straßen wird neben der Bezeichnung „Hauptverkehrsstraßen“ bei den Auswertungen nicht weiter nach Baulastträger unterschieden. Hiermit sind keine getrennten Auswertungen der Lärmbelastung an Bundesfernstraßen (Bundesautobahnen und Bundesstraßen) möglich.

Die in der Lärmkartierung ermittelte Lärmbetroffenheit resultiert immer aus der Gesamtbelastung aus den hier zu untersuchenden Bundesfernstraßen und dem weiteren nachgelagerten Straßennetz. Da im Bereich von Geräuschüberlagerungen der Einfluss der einzelnen Straße nicht klar abtrennbar ist bzw. sich der resultierende Pegel erst aus der Addition der Quellen ergibt, ist auch eine abschätzende Auswertung der Lärmbelastung ausgehend von einer einzelnen Straße aus den Daten der Lärmkartierung nicht ohne weiteres möglich.

Für die bereits durch die Auftraggeberin BASt im Vorfeld des Projektes ermittelte anzuwendende Bewertungsgröße „Lärmbelastete in Personen oder Wohneinheiten an Strecken (Anzahl oder Anteil) über einem Grenzwert oder nach Pegelklasse“ soll eine entsprechende Methodik zur Erhebung an Bundesfernstraßen erarbeitet werden. Grundlage für die Erarbeitung sind verschiedene Grundlagenbetrachtungen zu Datenanforderungen und Datenverfügbarkeiten sowie Datenqualitäten. Ein besonderes Augenmerk wird auch auf die dauerhafte Verfügbarkeit der Daten gelegt. Idealerweise basiert die Erhebung auf konsistenten Daten, die laufend fortgeschrieben werden. Hiermit wird eine Reproduzierbarkeit erreicht. Andernfalls kann es beim (notwendigen) Wechsel der Datengrundlage zu Abweichungen im Lärmindikator kommen, die keine tatsächliche Entwicklung der Lärmbelastung an Bundesfernstraßen abbilden.

Aufbauend auf den Daten werden mögliche Methoden entwickelt, um die genannte Bewertungsgröße zu ermitteln. Hierzu wird eine exemplarische Ermittlung anhand der vorgestellten Methoden durchgeführt. Es wird auf ein Modellgebiet abgestellt, an dem die Anwendung und Erhebung erprobt wird.

Durch eine transparente Anwendung soll aufgezeigt werden, welche Methodik sowohl im Ergebnis eine ausreichende Qualität als auch einen vertretbaren Aufwand bei der Ermittlung hat. Die Methodiken für die Bestimmung des Lärmindikators werden verglichen und bewertet. Für die im Ergebnis bevorzugte Methode wird eine Handlungsempfehlung erstellt, die Hinweise für eine zukünftige regelmäßige Erhebung, im besten Fall aus bestehender Datengrundlage, gibt.

2 Bewertungsmaßstäbe

Die Bewertungsgröße „Lärmbelastete in Personen oder Wohneinheiten an Strecken (Anzahl oder Anteil) über einem Grenzwert oder nach Pegelklasse“ wurde bereits im Rahmen der Aufgabenstellung von der Auftraggeberin BASt vorgegeben. Hieran orientiert sich das weitere Vorgehen bei der Konzeption der Berechnungsmethodik. Es sind jedoch vorab einige Aspekte zu betrachten, die bisher nicht weiter konkretisiert wurden.

2.1 Beurteilungszeiträume

Zunächst ist der Bewertungszeitraum zu prüfen. Die Lärmberechnungen nach nationalen Vorschriften (z. B. im Rahmen der 16. BImSchV) finden getrennt für den Tagzeitraum (6:00 Uhr bis 22:00 Uhr) und Nachtzeitraum (22:00 Uhr bis 6:00 Uhr) statt. Im Rahmen der EU-Umgebungslärmrichtlinie findet eine Berechnung und Bewertung hingegen für einen abweichenden Tagzeitraum (6:00 Uhr bis 18:00 Uhr), den Abendzeitraum (18:00 Uhr bis 22:00 Uhr) sowie den Nachtzeitraum (22:00 Uhr bis 6:00 Uhr) statt. Ergänzend steht der Lärmindex L_{DEN} (Day-Evening-Night) zur Verfügung, der eine gewichtete Mittelung der drei Zeiträume mit Zuschlägen für den Abend- und Nachzeitraum darstellt.

Um eine Bewertung als Lärmindikator zu erreichen, sollten bevorzugt nur wenige Kenngrößen ausgegeben werden. Je nach Methode wären dies bei nationalen Methoden Tag und Nacht, bei Nutzung von Ergebnissen der Lärmkartierung bzw. bei Berechnungen in Anlehnung an diese Vorschriften könnte auch der Lärmindex L_{DEN} genutzt werden.

2.2 Grenzen für die Bewertung

Weiterhin wurde im Rahmen der Vorgabe noch nicht definiert, welcher Pegelbereich für die Ermittlung des Lärmindikators betrachtet werden soll. Je nach Wahl der unteren Pegelgrenze des Lärmindikators stellen sich jedoch unterschiedliche Anforderungen an die Genauigkeit der Modelle. Zudem ist zu erwarten, dass die Abbildung bestimmter Maßnahmen sich je nach unterer Grenze unterschiedlich darstellt.

Bei der Lärmkartierung wird nach 34. BImSchV die Belastung für den Index L_{DEN} ab 55 dB(A), für die Nacht ab 50 dB(A) ausgegeben. Bei den nationalen Berechnungen findet üblicherweise keine Ausgabe von Betroffenen in Pegelklassen statt. Als untere Grenze einer relevanten Betroffenheit können hier z. B. die Immissionsgrenzwerte der 16. BImSchV herangezogen werden. Diese sind nutzungsabhängig und betragen z. B. für Reine und Allgemeine Wohngebiete 59 dB(A) tags sowie 49 dB(A) nachts. Eine weitere Grenze, die für einen Lärmindikator herangezogen werden kann, sind die Auslösewerte für die Lärmsanierung. Diese sind ebenfalls nutzungsabhängig und betragen für Reine und Allgemeine Wohngebiete 64 dB(A) tags und 54 dB(A) nachts. Ebenfalls möglich wäre eine Bewertung nach Orientierungswerten der DIN 18005, die für Reine Wohngebiete 50 dB(A) tags und 40 dB(A) nachts ansetzen, für Allgemeine Wohngebiete 55 dB(A) tags und 45 dB(A) nachts.

Insgesamt kann damit für den Tagzeitraum eine untere Grenze von 50-64 dB(A) diskutiert werden, für den Nachtzeitraum 40-54 dB(A). Für den Lärmindex L_{DEN} steht eine Bewertung ab 55 dB(A) zur Verfügung. Da mit dem Lärmindikator vornehmlich Maßnahmen des Bundes an den Bundesfernstraßen bewertet werden sollen, die auch aus dem

Lärmsanierungsprogramm entstammen, bietet sich die Wahl der Auslösewerte der Lärmsanierung an. Hiermit würde auch verhindert, dass neu hinzukommende Belastungen knapp oberhalb der Grenzwerte der 16. BImSchV sich auf den Lärmindikator auswirken. Gegen die Orientierungswerte der DIN 18005 spricht, dass diese im Rahmen des Neu- und Ausbaus von Straßen, aber auch im Rahmen der Bauleitplanung nicht zwingend anzuwenden sind. Durch die allgemeine Entwicklung (Neubau von Straßen und Wohngebieten) würde damit der Lärmindikator steigen, obwohl nach jeweiliger Abwägung der Lärmschutz als ausreichend betrachtet wurde.

2.3 Auswirkungen von Pegeländerungen

Hinsichtlich der Auswirkungen einer Änderung z. B. in den Emissionspegeln wurde eine exemplarische Analyse anhand von Fassadenpegelergebnissen aus der Lärmkartierung Schleswig-Holstein 2022 durchgeführt. Die Ergebnisse hierfür liegen aus dem Berechnungsmodell mit berechneten, nicht klassifizierten Fassadenpegeln vor. Es wurde eine Klassifizierung in 0,1-dB-Schritten im Vergleich zu den üblichen 5-dB-Klassen durchgeführt. Dies ist in Abbildung 1 mit gestrichelter Kurve (0,1 dB) dargestellt. Bei einer Pegelminderung um 0,5 dB ergibt sich die durchgehend dargestellte Kurve. Die Auswirkungen auf die summierten Betroffenheiten in den 5-dB-Pegelklassen (>55 dB(A)) sind ebenfalls in der Abbildung dargestellt. Insbesondere in den höheren Pegelklassen (>75 dB(A)) ist die Abweichung aufgrund der sehr kleinen Zahlen Betroffener prozentual sehr hoch (hier: -30 %).

Es ist aufgrund der jeweils zu erwartenden Datenqualität sowie der zu erwartenden Abweichungen herauszuarbeiten, welche Genauigkeit ein bundesweiter Lärmindikator aufweisen kann. Es sollte verhindert werden, dass ein Lärmindikator dahingehend missverstanden wird, dass systematische Abweichungen durch die Eingangsdaten (bzw. Unterschiede zwischen zwei Erhebungsrunden) als ergebnisrelevante Veränderung interpretiert werden. Dies kann z. B. dadurch umgesetzt werden, dass der Indikator grundsätzlich nur gerundet ausgegeben wird.

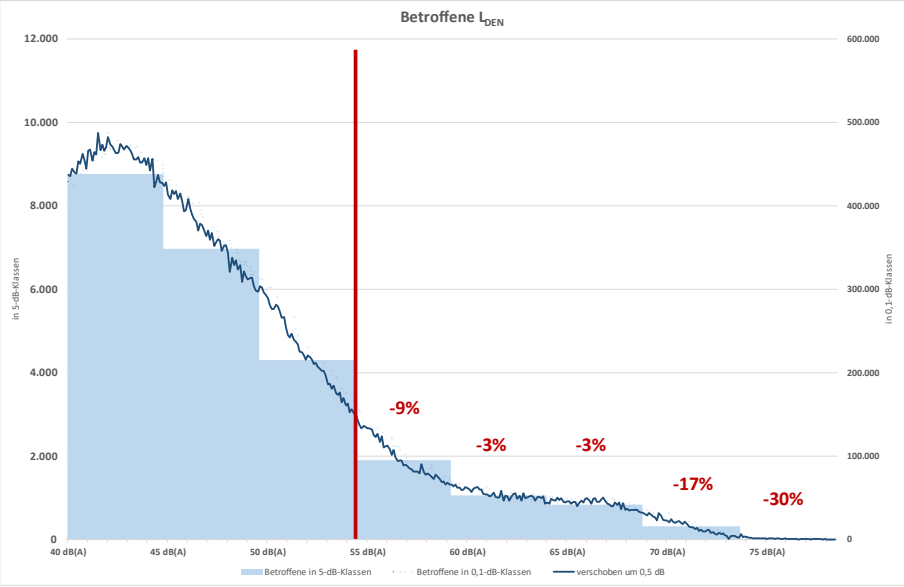

Abbildung 1: Verbleibende Betroffenenanzahl als Auswirkung einer Verschiebung der Betroffenen durch eine Pegelreduktion um 0,5 dB

2.4 Anzuwendende Berechnungsmethoden

Für die Ermittlung des Lärmindikators an Bundesfernstraßen stehen national zwei aktuelle Berechnungsmethoden zur Wahl. Zum einen ist dies die nationale Regelung in den RLS-19[1], zum anderen die auf der EU-Umgebungslärmrichtlinie und der auf der damit verbundenen Methode (CNOSSOS-EU) aufbauende BUB[2].

Grundsätzlich wäre für einen nationalen Anwendungszweck eher die RLS-19 heranzuziehen, die auch im Rahmen der Lärmvorsorge (16. BImSchV) oder der Lärmsanierung eingesetzt wird. Für die BUB spricht, dass die notwendigen Modelle bereits weitgehend flächendeckend im Rahmen der Lärmkartierung vorliegen und auch Berechnungsergebnisse direkt verfügbar sind. Die Unterschiede der Berechnungsmethoden hinsichtlich der Eingangsdaten unterscheiden sich in Details (siehe Kapitel 3.2.1). Ebenso fallen die Ergebnisse aufgrund von unterschiedlichen Berechnungsverfahren unterschiedlich aus.

Da ein Teil der Methoden auf die Modelle und Ergebnisse der Lärmkartierungen zurückgreifen wird, werden alle Berechnungen und Ergebnisse anhand der BUB durchgeführt. Für die Auswertungen kommt dabei auch der Lärmindex L_{DEN} zum Einsatz, der ein gewichtete Bewertung der Zeiträume Tag (6-18 Uhr), Abend (18-22 Uhr) und Nacht (22-6 Uhr) ermöglicht.

2.5 Zusammenfassung

Für die folgende Anwendung des Lärmindikators soll vorab ein geeigneter Bewertungsmaßstab definiert werden. Die Bewertung anhand eines Lärmindikators könnte, wie bereits von der BASt vorgegeben, anhand von Betroffenen in Pegelklassen oder oberhalb eines Grenzwerts erfolgen:

- Für eine Betrachtung in Pegelklassen spricht, dass auch geringere Entwicklungen sich abbilden lassen. Andererseits ist hier zu erwarten, dass bereits geringe Einflüsse zu einer Verschiebung zwischen den Pegelklassen führen, die keine eigentlich zu bewertende Entwicklung (Lärmschutz an Bundesfernstraßen) abbilden.
- Für eine Betrachtung nur der Anzahl der Betroffenheit oberhalb eines Grenzwerts spricht daher, dass hiermit das eigentliche Ziel des Lärmschutzes abgebildet werden kann. Je nach Wahl des Grenzwertes (z. B. „Auslösewert Lärmsanierung“) würden z. B. Betroffenheiten, die keinen Anspruch auf Lärmschutz im Rahmen der Lärmsanierung haben, als „gelöst“ betrachtet. Bei Wahl dieses Auslösewertes würden jedoch Belastungen oberhalb der Grenzwerte der Lärmvorsorge (16. BImSchV) als unproblematisch erfasst. Für allgemeine Wohngebiete tags wäre zum Beispiel bereits der Pegelbereich zwischen 64 dB(A) (Lärmsanierung) und 59 dB(A) (Lärmvorsorge) „unkritisch“.

Die Wahl der Bewertungsmethode sollte sich zudem daran orientieren, welcher Berechnungsansatz gewählt wird:

- Bei einer Berechnung nach nationalen Methoden, RLS-19, steht der Lärmindex L_{DEN} nicht zur Verfügung. Grundsätzlich könnte dieser berechnet werden, es fehlen aber in der RLS-19 z. B. die getrennten Verteilungen der Verkehre auf den Tag- und

[1] Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen“ (RLS 19)

[2] Berechnungsmethode für den Umgebungslärm von bodennahen Quellen (Straßen, Schienenwege, Industrie und Gewerbe) (BUB)

Abendzeitraum. Es wären somit beide Werte (Tag und Nacht) zu betrachten. Eine Bewertung ist sowohl in Pegelklassen als auch mit Grenzwerten möglich.

- Sofern die BUB als Berechnungsgrundlage genutzt wird, liegt eine Diskrepanz zwischen möglichen Grenzwerten und den Berechnungsergebnissen vor. Die Grenzwerte orientieren sich am 6:00 Uhr bis 22:00 Uhr Tagzeitraum, den die BUB nicht abbildet. Es sollte daher eine Bewertung nur nach Pegelklassen erfolgen.

Nach Auswertung typischer Betroffenenanzahlen in den 5-dB-Pegelklassen und der hohen Sensitivität in hohen Pegelklassen (>70 dB(A)) ist zu empfehlen, die Grenzen eines Lärmindikators nicht zu hoch anzusetzen. Daher fällt aus unserer Sicht z. B. die Schwelle zur Gesundheitsgefährdung (bis zu 70 dB(A)) als untere Grenze aus. Eine zu geringe Schwelle würde wiederum Betroffene in die Bewertungsgröße des Lärmindikators aufnehmen, die keine relevante Lärmbetroffenheit im Sinne der Lärmvorsorge oder Lärmsanierung aufweisen.

Insgesamt empfehlen wir, dass eine Auswertung nach Pegelklassen zusammen mit einer Eingrenzung der betrachteten Pegelbereiche vorgenommen wird. Die Wahl der unteren Grenze könnte sich grob an den Werten der Lärmvorsorge (16. BImSchV) für Reine und Allgemeine Wohngebiete (59 dB(A) tags, 49 dB(A) nachts) orientieren. Aufgrund der zu erwartend geringen Betroffenheiten in höheren Pegelklassen und der damit höheren relativen Änderungen auch bei kleineren Pegeländerungen sollte eine Bewertung zudem die Betroffenen der höheren Pegelklassen (z. B. oberhalb 70 dB(A) tags, 60 dB(A) nachts) zusammenfassen. Bei der Nutzung von Lärmkartierungsergebnissen sollte der Lärmindex L_{DEN} gewählt werden. Sofern bei Anwendung nationaler Berechnungsmethoden nicht der Lärmindex L_{DEN} gewählt wird, sind Tag- und Nachtzeitraum getrennt zu bewerten.

3 Konzeption einer zielführenden Berechnungsmethodik

Für die Erarbeitung einer zielführenden, empfohlenen Methodik werden zunächst verschiedene Varianten ermittelt werden, die für eine Ermittlung des Lärmindikators herangezogen werden können. Es erfolgt vorab eine Prüfung auf Durchführbarkeit und eine Bewertung der Methoden. Für einzelne Methoden werden die notwendigen Eingangsdaten dargestellt und final die ausgewählten, zu verwendenden Datenquellen ausgewertet.

3.1 Mögliche Methodiken

Bereits frühzeitig im Projekt wurden erste Vorschläge für Methodiken erarbeitet, die sich wie in folgender Abbildung 2 dargestellt gliedern lassen. Es ergeben sich hierbei zwei mögliche Ansätze: Neuberechnung (rot) und statistischer Ansatz (grün). Für die jeweiligen Methodenansätze sind wiederum unterschiedliche Varianten möglich. Im Folgenden werden die Ansätze genauer vorgestellt und die notwendigen Datenanforderungen und Datengrundlagen genannt. Hierauf aufbauend werden dann in den Kapiteln 3.2 und 3.3 die notwendigen Daten und die ausgewählten Datenquellen aufgezeigt.

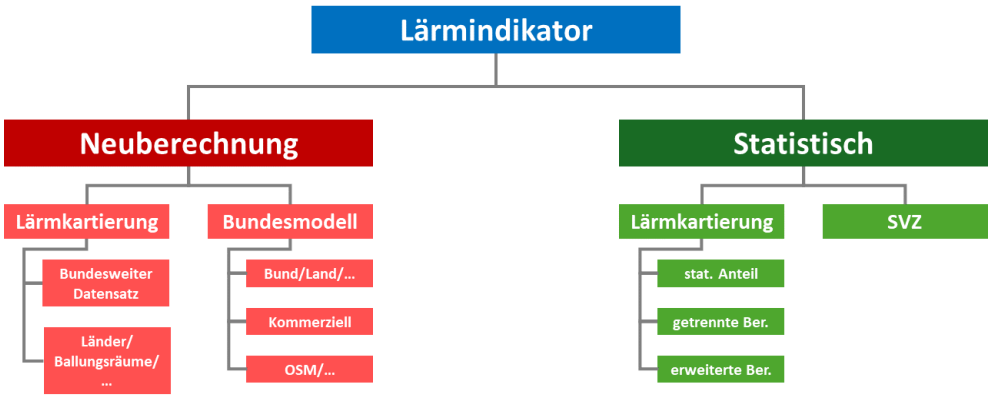

Abbildung 2: Gliederung der Methoden für den Lärmindikator

Neuberechnung: Modelldaten aus der Lärmkartierung

Im ersten Vorschlag wird auf Eingangsdaten der Lärmkartierung zurückgegriffen. Mit Hilfe dieser Datenbasis lässt sich ein Berechnungsmodell aufbauen, das die kartierten Bundesfernstraßen (mit mehr als 3 Mio. Fahrzeugen pro Jahr) umfasst.

Neuberechnung: Modelldaten von der Lärmkartierung (teilweise) unabhängig (Bundesmodell)

Der zweite Vorschlag nutzt ein Modell, das (zumindest teilweise) unabhängig von der Lärmkartierung ist. Es werden frei verfügbare (z. B. im Rahmen der INSPIRE-Richtlinie

veröffentlichte) Daten herangezogen. Dieser Ansatz ist auch notwendig, um z. B. die Lärmkartierung um die bisher nicht kartierten Bundesfernstraßen zu ergänzen.

Statistisch: Lärmkartierung mit Auswertung der Bundesfernstraßen

Der dritte Vorschlag baut darauf auf, die Rechenläufe der Lärmkartierung zu nutzen, um Teilergebnisse für die Quellen der Bundesfernstraßen zu erhalten. Es kommen sowohl eine Nutzung der Berechnungsergebnisse aller Straßen und eine statistische Abschätzung des Anteils der Bundesfernstraßen als auch eine getrennte Berechnung dieser (ggf. bei zukünftigen Neuberechnungen) in Frage. Der letztgenannte Vorschlag würde die Kooperation der kartierenden Institutionen bedingen bzw. Anpassungen an der 34. BImSchV bedeuten. Eine erweiterte Lärmkartierung wäre notwendig, um auch die bisher nicht kartierten Straßen im Rahmen der Lärmkartierung zu erfassen. Dies wird in Kapitel 4.3.2 kurz dargestellt.

Statistisch: SVZ (Straßenverkehrszählung)

Eine weitere statistische Betrachtung wäre z. B. über die Daten der SVZ möglich. Hiermit könnte eine sehr stark vereinfachte Betrachtung erfolgen, bei der vorrangig die in diesem Datensatz enthaltenen Daten genutzt werden.

3.2 Notwendige Eingangsdaten

Wie in Kapitel 2.4 bereits dargestellt, stehen national zwei aktuelle Berechnungsmethoden zur Wahl: RLS-19 (national) sowie BUB (gemäß der EU-Umgebungslärmrichtlinie). Die beiden Methoden ähneln sich in der notwendigen Datenbasis, die notwendigen Eingangsdaten für die Straßen weichen bei der RLS-19 in einigen Punkten von denen der BUB ab.

Im Folgenden werden zuerst die Unterschiede in den emissionsrelevanten Eingangsdaten verkürzt dargestellt (Kapitel 3.2.1). Exemplarisch werden dann für die BUB die notwendigen Eingangsdaten für die Straßenverkehrsquellen dargestellt (Kapitel 3.2.2). Die übrigen notwendigen Eingangsdaten für die Modellbildung unterscheiden sich weitgehend nicht (Kapitel 3.2.3). Mögliche Datenquellen werden zusammenfassend in Kapitel 3.2.4 dokumentiert. Hierbei erfolgt eine verkürzte Bewertung der jeweiligen Quellen hinsichtlich Verfügbarkeit und Datenqualität.

3.2.1 Unterschiede in den emissionsrelevanten Eingangsdaten

Der Unterschied in den emissionsrelevanten Eingangsdaten zwischen RLS-19 und BUB betrifft die Fahrzeugklassen, die Klassifizierung der Straßenoberflächen sowie die relevante Längsneigung. Eine genaue Darstellung ist in einem UBA-Bericht (UBA, 2021) veröffentlicht. Die wesentlichen Parameter werden hier kurz in Form von zusammenfassenden Tabellen vorgestellt. Für die Straßenoberflächen sind die Deckschichtkorrekturen in dB in Tabelle 2 für die RLS-19 dargestellt. Nach BUB liegen diese in Terzen vor, sind somit nicht (einfach) mit der RLS-19 zu vergleichen, die Wirkung ist abhängig vom Verkehr (Geschwindigkeit, Pkw/Lkw). In Tabelle 3 ist daher zum Vergleich nur eine Auflistung der Deckschichttypen dargestellt. Insgesamt zeigt sich, dass die Datenanforderungen im Wesentlichen gleich sind, sich jedoch in Details z. B. der Klassifikation unterscheiden.

Tabelle 1: Klassifikation der Fahrzeuge, Auszug aus (UBA, 2021)

Vorschrift	Pkw	Lkw		Krafträder
RLS-19	**Pkw** Pkw/Lieferwagen ≤ 3,5 t, auch mit Anhänger	**Lkw1** Lkw > 3,5 t ohne Anhänger, Busse	**Lkw2** Lkw > 3,5 t mit Anhänger, Sattelkraftfahrzeuge	Emissionsberechnung wie Lkw2, jedoch mit v_{Pkw} und D_{DSD} = 0 dB
BUB	**Klasse 1** Pkw, Lieferwagen ≤ 3,5 t mit Anhänger	**Klasse 2** Lieferwagen > 3,5 t, Busse, Wohnmobile usw. mit 2 Achsen	**Klasse 3** schwere Nutzfahrzeuge, Reisebusse, Busse mit mehr als 2 Achsen	**Klasse 4a** Mopeds **Klasse 4b** leistungsstärkere Krafträder

Tabelle 2: Straßendeckschichtkorrekturen RLS-19 (außer Pflasterbelägen)

Straßendeckschicht	Pkw		Lkw	
	≤ 60 km/h	> 60 km/h	≤ 60 km/h	> 60 km/h
nicht geriffelter Gussasphalt	0,0 dB	0,0 dB	0,0 dB	0,0 dB
Splittmastixasphalte SMA 5 nach ZTV Asphalt-StB 07/13 und Abstumpfung mit Abstreumaterial der Lieferkörnung 1/3	-2,6 dB		-1,8 dB	
Splittmastixasphalte SMA 8 nach ZTV Asphalt-StB 07/13 und Abstumpfung mit Abstreumaterial der Lieferkörnung 1/3	-2,6 dB	-1,8 dB	-1,8 dB	-2,0 dB
Splittmastixasphalte SMA 11 nach ZTV Asphalt-StB 07/13 und Abstumpfung mit Abstreumaterial der Lieferkörnung 1/3		-1,8 dB		-2,0 dB
Asphaltbetone ≤ AC 11 nach ZTV Asphalt-StB 07/13 und Abstumpfung mit Abstreumaterial der Lieferkörnung 1/3	-2,7 dB	-1,9 dB	-1,9 dB	-2,1 dB
Offenporiger Asphalt aus PA 11 nach ZTV Asphalt-StB 07/13		-4,5 dB		-4,4 dB
Offenporiger Asphalt aus PA 8 nach ZTV Asphalt-StB 07/13		-5,5 dB		-5,4 dB
Betone nach ZTV Beton-StB 07 mit Waschbetonoberfläche		-1,4 dB		-2,3 dB
Lärmarmer Gussasphalt nach ZTV Asphalt-StB 07, Verfahren B		-2,0 dB		-1,5 dB
Lärmtechnisch optimierter Asphalt aus AC D LOA nach E LA D	-3,2 dB		-1,0 dB	
Lärmtechnisch optimierter Asphalt aus SMA LA 8 nach E LA D		-2,8 dB		-4,6 dB
Dünne Asphaltdeckschichten in Heißbauweise auf Versiegelung aus DSH-V 5 nach ZTV BEA-StB 07/13	-3,9 dB	-2,8 dB	-0,9 dB	-2,3 dB

Hinweise: In den RLS-19 sind die Splittmastixasphalte SMA 8 je nach Geschwindigkeitsbereich mit einer der anderen Splittmastixasphalte (SMA 5 und SMA 11) zusammengefasst. Das wurde zur besseren Übersichtlichkeit hier geändert. Die ausgegrauten Felder zeigen Kombinationen von Deckschichten und Geschwindigkeiten, die in der Praxis nicht vorkommen (nicht zulässig sind) oder für die keine Korrekturfaktoren vorliegen.

Tabelle 3: Straßendeckschichtkorrekturen BUB

Straßenoberfläche
Referenzoberfläche (virtuell)
nicht geriffelter Gussasphalt (nationale Referenz)
Splittmastixasphalte SMA 5 und Abstumpfung mit Abstreumaterial der Lieferkörnung 1/3[1]
Splittmastixasphalte SMA 8 und Abstumpfung mit Abstreumaterial der Lieferkörnung 1/3[1]
Splittmastixasphalte SMA 11 und Abstumpfung mit Abstreumaterial der Lieferkörnung 1/3
Asphaltbetone ≤ AC 11 abgestumpft mit Abstreumaterial der Lieferkörnung 1/3
Offenporiger Asphalt aus PA 11
Offenporiger Asphalt aus PA 8
Betone mit Waschbetonoberfläche
Lärmarmer Gussasphalt, Verfahren B
Pflaster mit ebener Oberfläche mit Fugenbreite ≤ 5,0 mm und Fase ≤ 2,0 mm
sonstiges Pflaster mit Fugenbreite > 5,0 mm oder Fase > 2,0 mm oder Kopfsteinpflaster

Hinweise: In der BUB sind die Splittmastixasphalte SMA 8 je nach Geschwindigkeitsbereich mit einer der anderen Splittmastixasphalte (SMA 5 und SMA 11) zusammengefasst. Das wurde zur besseren Übersichtlichkeit hier geändert.

3.2.2 Emissionsrelevante Daten des Straßenverkehrs

Die notwendigen Eingangsdaten für den Straßenverkehr leiten sich aus den Datenanforderungen der jeweiligen Berechnungsmethoden hinsichtlich Emissionsermittlung und Ausbreitungsberechnung ab. Exemplarisch werden hier die Anforderungen nach BUB dargestellt.

Zu den emissionsrelevanten Daten des Straßenverkehrs zählt vorrangig die Verkehrsmenge in den Referenzzeiträumen Tag (6:00-18:00 Uhr) / Abend (18:00-22:00 Uhr) / Nacht (22:00-6:00 Uhr). Diese sind nach den folgenden Fahrzeugklassen zu unterscheiden:

- Leichte Kraftfahrzeuge (Kfz ≤ 3,5t zul. Gesamtgewicht)
- Mittelschwere Fahrzeuge (> 3,5 t zul. Gesamtgewicht mit zwei Achsen)
- Schwere Fahrzeuge (> 3,5 t zul. Gesamtgewicht mit drei oder mehr Achsen)
- Zweirädrige Kraftfahrzeuge[3] (unterteilt nach 4a Mopeds und 4b Motorräder).

Weiterhin werden für die Ermittlung der Emissionen die Streckenhöchstgeschwindigkeiten nach Fahrzeugklassen, Fahrbahnoberflächen gemäß Tabelle A-3 der BUB-D und Längsneigungen benötigt.

Die Längsneigung berücksichtigt den Einfluss auf die Antriebsgeräusche der Fahrzeuge, unterschieden nach Fahrzeugklasse bereits ab Steigungen > 0% sowie Gefällen < -4 %. Der Einfluss der Steigungen und Gefälle ist auf maximal 12% begrenzt.

Die Korrekturen für lärmmindernde Straßenoberflächen werden schon bei Geschwindigkeiten ab 30 km/h vergeben. Diese werden darüber hinaus je nach Fahrzeugklasse unterschieden. Die folgenden Straßenoberflächen sind in Tabelle A-3 der Datenbank für die BUB (BUB-D) aufgelistet:

[3] Die Klasse der zweirädrigen Kraftfahrzeuge wird dabei mangels Eingangsdaten in der Regel nicht getrennt betrachtet.

- Nicht geriffelter Gussasphalt
- Splittmastixasphalte SMA 5 und Abstumpfung mit Abstreumaterial der Lieferkörnung 1/3 (30 – 60 km/h)
- Splittmastixasphalte SMA 8 und Abstumpfung mit Abstreumaterial der Lieferkörnung 1/3 (30 – 130 km/h)
- Splittmastixasphalte SMA 11 und Abstumpfung mit Abstreumaterial der Lieferkörnung 1/3 (70 – 130 km/h)
- Asphaltbetone <= AC 11 abgestumpft mit Abstreumaterial der Lieferkörnung 1/3 (30 – 130 km/h)
- Offenporige Asphalte aus PA 11 (70 – 130 km/h)
- Offenporige Asphalte aus PA 8 (70 – 130 km/h)
- Betone mit Waschbetonoberfläche (70 – 130 km/h)
- Lärmarmer Gussasphalt, Verfahren B (70 – 130 km/h)
- Lärmtechnisch optimierter Asphalt aus AC D LOA nach E LA D (30 – 60 km/h)
- Lärmtechnisch optimierter Asphalt aus SMA LA 8 nach E LA D (70 – 130 km/h)
- Pflaster mit ebener Oberfläche mit Fugenbreite <= 5 mm und Fase <= 2 mm (30 – 60 km/h)
- Sonstige Pflaster mit Fugenbreite > 5 mm oder Fase > 2 mm oder Kopfsteinpflaster (30 – 60 km/h)

Weiterhin führen Kreisverkehre und Lichtsignalanlagen zu Zuschlägen, so dass diese in ihrer Lage ebenfalls relevant sind.

3.2.3 Ausbreitungs- und bewertungsrelevante Daten

Zu den notwendigen Daten, die die Transmission, d. h. Ausbreitung des Lärms hin zu den Immissionsorten beeinflussen, gehören in der Regel geometrische Hindernisse. Dies sind neben dem Geländemodell auch Gebäude einschließlich Höhen und Reflexionseigenschaften, insbesondere aber auch Schallschutzbauwerke (Wände sowie Wälle, sofern nicht im Geländemodell abgebildet, jeweils mit Höhe, Wände auch mit Reflexionseigenschaften). Änderungen an Gebäudegeometrien können über die abschirmende Wirkung hinaus auch Einfluss auf einen Mehrfachreflexionszuschlag haben. Abweichungen an den Absorptionseigenschaften von Lärmschutzwänden können durch unterschiedliche Reflexion ebenfalls einen lokal relevanten Einfluss haben.

Die genaue Lage der Lärmquellen ist ebenfalls relevant, insbesondere bei geringen Abständen von Quelle zu Bebauung. Notwendig ist die Kenntnis der Lage der Verkehrsachsen, richtungsabhängig mit Angabe der Anzahl der richtungsabhängigen Fahrstreifen und der Fahrstreifenbreiten zur Ermittlung der Lage der emittierenden Linienquellen.

Zur Berechnung einer Betroffenheit – wie hier im mit der Bewertungsgröße „Lärmbelastete in Personen oder Wohneinheiten an Strecken (Anzahl oder Anteil) über einem Grenzwert oder nach Pegelklasse“ gegeben – sind neben der reinen Gebäudegeometrie auch die Nutzung (schützenswertes Wohngebäude oder nicht) sowie die Anzahl der potenziell Betroffenen pro Gebäude notwendig.

3.2.4 Auswirkungen von Änderungen in Datenparametern

Für eine vollständige Bewertung der Belastungshöhe ist unerlässlich, dass die Eingangsdaten eine ausreichende Genauigkeit aufweisen, damit die Abschätzung den notwendigen Ansprüchen entspricht. Hierbei ist jedoch nicht von einem quantifizierten Qualitätsanspruch in dB auszugehen, sondern aufgrund des möglichen Einsatzes des Lärmindikators eine allgemeine Zielvorstellung und damit ein Qualitätsanspruch abzuleiten. In Kombination der ermittelten Belastungen pro Pegelklasse und der hier genannten Pegelabweichungen können jedoch die möglichen Auswirkungen auf die Belastungen prognostiziert werden.

Folgende Aspekte sind hinsichtlich Datengenauigkeit zu beachten:

Verkehrsmenge

Eine Verdoppelung oder Halbierung der Verkehrsmenge führt zu Abweichungen von ±3 dB. Änderungen von ±10% führen zu einer Abweichung von ≤ ±0,5 dB. Die Verkehrsmenge ist also üblicherweise nicht sehr sensitiv. Abweichungen z. B. aus verschiedenen Verkehrszählungen und resultierender Zuwachs/Abnahme wirken sich nur gering aus.

Geschwindigkeit

Die Abweichung unterscheidet sich je nach Geschwindigkeitsbereich stark:

- 100 km/h statt 130 km/h führt zu einer Abweichung von ~1 dB
- 70 km/h statt 100 km/h führt zu einer Abweichung von ≥ 3 dB
- 50 km/h statt 70 km/h führt zu einer Abweichung von ≥ 3 dB

Für Bundesautobahnen (mir relevanten Lkw-Anteilen) wirkt sich eine falsch ermittelte Höchstgeschwindigkeit somit in der Regel geringer aus als in Bereichen mit relevanten Geschwindigkeitsbegrenzungen bzw. auf Bundesstraßen innerorts.

Lagegenauigkeit / Fahrspuren

Abweichungen bei der Lagegenauigkeit und der Anzahl der Fahrspuren können in dicht bebauten Gebieten zu deutlichen Abweichungen führen. Außerorts bei üblichen Abständen (> 100m) ist dies eher irrelevant bzw. bei lauten Emittenten eher ein Einzelfall (wenige Gebäude in direkter Nähe zu vielbefahrenen Bundesfernstraßen ohne aktive Lärmschutzeinrichtungen und nur passiv geschützt).

Im Zusammenspiel mit Lärmschutzwällen oder Wänden ist eine genauere Lagebeschreibung erforderlich, da die Minderungswirkung wesentlich von den Abständen zwischen Fahrstreifen und Lärmschutzeinrichtung beeinflusst wird.

Straßenoberflächen

Typische lärmarme Asphalte liegen bei ca. -2,5 dB innerorts und -2,0 dB außerorts, offenporige Asphalte (OPA) bei ca. -5 dB außerorts. Der Effekt ist somit im Vergleich zur Verkehrsmenge und der Geschwindigkeit relativ hoch. Sofern lärmarme Asphalte (insb. OPA) nicht erfasst werden, fehlt ein wichtiger Einfluss zur Lärmminderung.

Einwohnendenzahlen

Lokale oder systematische Abweichungen bei den Einwohnendenzahlen zwischen zwei Erhebungen des Lärmindikators können sich direkt auf den Lärmindikator auswirken. Es können Veränderungen im Lärmindikator resultieren, die keinen lärmursächlichen Hintergrund haben. Unterschiedliche Quellen für die Einwohnendenzahlen können deutlich voneinander abweichen. Daher sollte für aufeinanderfolgende Erhebungen immer dieselbe Quelle verwendet werden.

Gebäudedaten und Gelände

Es sind nur geringe systemische Abweichungen bei den Gebäuden und Gelände zu erwarten. Die Auswirkung wäre lokal (ggf. am einzelnen Gebäude) ggf. hoch, aber in der Regel räumlich stark begrenzt.

Brücken

Bei Brücken ist zum einen die abschirmende Wirkung des Brückenbauwerks, zum anderen die Hochlage der Straße oberhalb des Geländes zu berücksichtigen. Eine automatisierte Auswertung könnte anhand von Datensätzen zu Brückenbauwerken erfolgen, wurde im Rahmen des Projektes aber aufgrund des hohen Aufwands nicht vorgenommen.

Wände/Wälle

Durch Wände und Wälle können bereits bei Höhen von 4 m Minderungen von über 9 dB im Nahbereich und noch über 3 dB im Fernbereich erreicht werden. Wälle sind teilweise in den Geländedaten enthalten, nicht jedoch in jedem Fall. Es ist nicht ohne weiteres ersichtlich, wo dies der Fall ist. Sofern Abschirmungen nicht erfasst werden, fehlt ein wichtiger Einfluss zur Lärmminderung.

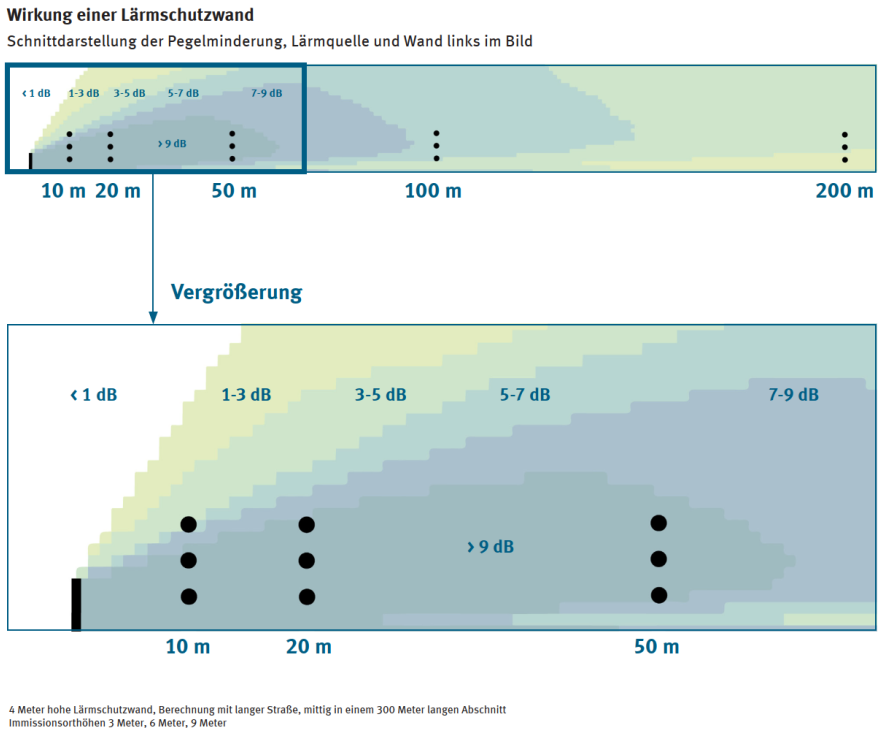

Abbildung 3: Wirkung einer Lärmschutzwand, eigene Abbildung aus (UBA 2023)

3.2.5 Mögliche Datenquellen und Verfügbarkeit

Für die ermittelten notwendigen Eingangsdaten wurden mögliche Datenquellen recherchiert. Hierbei wurden zunächst frei verfügbare Quellen bzw. amtliche Quellen berücksichtigt. Weitgehend nicht berücksichtigt wurden kommerziell verfügbare Datenquellen.

Die Bewertung der Verfügbarkeit umfasst sowohl die räumliche Verfügbarkeit („Werden alle notwendigen Gebiete abgedeckt?“) als auch die vollständige Abdeckung der notwendigen Daten („Liegen Verkehrsmengen für alle Streckenabschnitte in ausreichender Auflösung vor?“) sowie die zeitliche Verfügbarkeit („Sind die Datensätze auch in Zukunft noch verfügbar und werden diese regelmäßig aktualisiert?“). Die Bewertung der Datenqualität soll sowohl die Verlässlichkeit der Daten („Ist der Eintrag zu Straßendeckschichten korrekt?“) als auch die sachliche Qualität der Daten („Liegen neben der Lage von Wänden auch Angaben zu Höhen oder Absorption vor?“) darstellen.

Die Bewertungsskala ist eine grobe Einteilung („Niedrig“, „Mittel“, „Hoch“) und bezieht sich auf den geplanten Einsatzzweck „Lärmindikator“:

Orange **Schlechte Bewertung**

Gelb **Mittlere Bewertung**

Grün **Gute Bewertung**

Bei der Auftaktbesprechung mit dem Begleitkreis wurde festgestellt, dass bei der Bewertung der jeweilige Einsatzzweck ausschlaggebend für die Bewertung ist. Bei einem geplanten Einsatz zum Beispiel zu einer Priorisierung von Lärmsanierungsabschnitten ist die Datenqualität anders zu bewerten: Hier ist im jeweiligen Einzelfall eine hohe Datenqualität notwendig, weil lokale Abweichungen aufgrund mangelnder Qualität eine Veränderung der Priorisierung und damit eine falsche Bewertung bewirken. Beim Lärmindikator ist jedoch eine statistische Erfassung bundesweit durchzuführen. Abweichungen in einzelnen lokalen Bereichen können hingenommen werden, wenn diese nicht systematisch sind (z. B. grundsätzliche Über- oder Unterschätzung) und sich im Mittel nicht wesentlich auf das Ergebnis auswirken werden. Zum Beispiel werden Abweichung auf weniger als 1 % der Strecken tendenziell zu einem Fehler kleiner 1 % führen. Je nach Parameter führt eine Abweichung auch zu unterschiedlichen Effekten in der Schallemission bzw. Lärmimmission (siehe auch Kapitel 3.2.4).

Zu Beginn des Projektes erschien es, dass keine ausreichende Daten zu den relevant zu bewertenden Lärmminderungsmaßnahmen (Straßenoberflächen, Lärmschutzwände) vorliegen. Im Begleitkreis wurde festgestellt, dass die Autobahn GmbH für die Erstellung der Priorisierung der Lärmsanierung auf vergleichbare Probleme bei der Datenerhebung gestoßen ist. Die Autobahn GmbH verfügt (noch) über keine eigenen Daten und kann deswegen zunächst nur auf die bereits vorhandenen Daten der einzelnen Bundesländer aufbauen. Diese sind jedoch teilweise lücken- und fehlerhaft und zudem oftmals nicht georeferenziert. Ein Modell, das eine vollständige Neuberechnung auf von der Lärmkartierung unabhängigen Datenquellen vornimmt, wurde daher vorerst ausgeschlossen. Im November und Dezember 2023 wurden bereits während der Bearbeitung der modellhaften Anwendung von Seiten der BASt bundesweite Datensätze zu Lärmschutzbauwerken als auch Straßenoberflächen bereitgestellt. Die Datensätze wurden gesichtet und hinsichtlich ihrer Eignung bewertet. Der Modellaufbau wurde hierauf aufbauend nachträglich durchgeführt und nimmt somit Eingang in die Bewertungen.

In den folgenden Tabellen sind die möglichen Datenquellen aufgeführt. Die für einen Modellaufbau verwendeten Quellen sind **fett** hervorgehoben. Teilweise erfolgt eine Verwendung zusammen mit weiteren Quellen, dann sind diese zusätzlich ***kursiv*** markiert. Eine genauere Betrachtung der verwendeten Daten erfolgt für die ausgewählten Datensätze in Kapitel 3.3.

Tabelle 4: Zusammenfassung möglicher Datenquellen

Daten	Datenquelle	Verfügbarkeit	Datenqualität	Bewertung
Emissionsrelevante Daten				
Verkehrsmenge	Automatische Straßenverkehrszählung (BASt)	BAB: Mittel B: Niedrig	Hoch	Geeignet, frei verfügbar, größere Interpolation notwendig, Verknüpfung BISStra möglich
	Straßenverkehrszählung (BMDV)	**Hoch**	**Hoch**	**Geeignet, frei verfügbar, Interpolation teilweise notwendig, Verknüpfung BISStra möglich**
	Lärmkartierungen Länder und Ballungsräume	Hoch	Hoch	ggf. innerhalb Ortschaften genauere Daten, Verknüpfung schwierig, keine zentrale Datenhaltung: Aufwand bei der Akquise!
Geschwindigkeit	Lärmkartierungen Länder und Ballungsräume	Hoch	Hoch	Geeignet, Aufwand bei der Akquise!
	OpenStreetMap	**Hoch**	**Mittel-Hoch**	**ggf. geeignet, frei verfügbar**
	Datendienstleister (TomTom o.ä.)	Hoch	Hoch	Lizenzkosten!
	Autobahn GmbH, DEGES,…?	im Aufbau	vsl. Hoch	Stand 12/2023 nicht verfügbar

Daten	Datenquelle	Verfüg-barkeit	Daten-qualität	Bewertung
Straßenober-flächen	Lärmkartierun-gen Länder und Ballungs-räume	Hoch	Mittel-Hoch	Geeignet, aber ggf. unvollständig, Aufwand bei der Akquise!
	OKSTRA	-	-	Nicht geprüft, verworfen
	BASt	**Hoch**	**Hoch (?)**	**Umfänglicher Daten-satz auf BISStra-Netz, Zusammenfas-sung notwendig**
	Autobahn GmbH, DEGES,…?	im Aufbau	vsl. Mittel	Stand 12/2023 nicht verfügbar
Ausbreitungsrelevante Daten				
Gelände	**DGM1 (BKG[4])**	**Hoch**	**Hoch**	**Geeignet, verfügbar**
	DGM5 (BKG)	Hoch	Mittel	Teilweise geeignet
	DGM10 (BKG)	Hoch	Gering	Kritische Auflösung, weitgehend nicht geeignet
	Lärmkartierun-gen Länder und Ballungs-räume	Räumlich: Hoch Zugang: Gering	-	Weitgehend aus allg. DGM abgeleitet, nicht relevant
Gebäude	Lärmkartierun-gen Länder und Ballungs-räume	Hoch	Hoch	Geeignet, Aufwand bei der Akquise!
	LoD1 (BKG)	**Hoch**	**Hoch**	**Geeignet, verfügbar**

[4] Bundesamt für Kartographie und Geodäsie

Daten	Datenquelle	Verfüg-barkeit	Daten-qualität	Bewertung
Lage Fahrbahnmitte	**BISStra (BASt)**	**Hoch**	**Hoch**	**Geeignet, frei verfügbar**
	Digitales Land-schaftsmodell DLM (BKG)	-	-	Nicht geprüft, verworfen
	ATKIS (Länder)	-	-	Nicht geprüft, verworfen
	OpenStreet-Map	Hoch	Hoch	Geeignet, frei verfügbar
Lage/Flä-che/Anzahl Fahrspuren	Digitales Land-schaftsmodell DLM (BKG)	-	-	Nicht geprüft, verworfen
	ATKIS (Länder)	-	-	Nicht geprüft, verworfen
	BISStra (BAST)	**Hoch**	**Mittel**	**Getrennte Rich-tungsfahrbahnen[5]**
	Straßenober-flächen (BASt)	Hoch	Hoch	Anzahl Fahrspuren vorliegend, Auswertungsauf-wand[5]
	OKSTRA	-	-	verworfen
	OpenStreet-Map	Mittel	Mittel	ggf. getrennte Richtungsfahrbah-nen?

[5] Der Datensatz zu den Straßenoberflächen lag erst zum Ende des Aufbaus des Straßennetzes vor. Daher wurden diese Angaben in den Berechnungen nicht mehr berücksichtigt.

Daten	Datenquelle	Verfügbarkeit	Datenqualität	Bewertung
Schallschutzwände	Lärmkartierungen Länder und Ballungsräume	Hoch	Hoch	Keine zentrale Datenhaltung: Aufwand bei der Akquise!
	OpenStreetMap	***Niedrig***	***Niedrig***	***Nur vereinzelt vorhanden, ggf. keine Höhen***
	Digitales Landschaftsmodell DLM (BKG/Länder)	-	-	Stichprobe SH: nur unvollständig vorhanden; noch in Bearbeitung beim Land, zukünftig Datenlage ggf. besser
	ATKIS (Länder)	-	-	
	OKSTRA	-	-	Nicht geprüft, verworfen
	SIB, Bauwerksdatenbank (BASt)	**Hoch (?)**	**Mittel**	**Informationen zu Absorption sowie Länge und Fläche, Höhe kann abgeleitet werden, keine ausreichende Lage/Geometrie!**
	Aus Projekt PV an Bundesfernstraßen (BASt)	Niedrig	Mittel (2013)	Datenstand 2013 ist bereits veraltet, 2022 noch nicht verfügbar; basiert auf Abfrage bei den Ländern zur Lärmkartierung, daher nicht zyklisch aktualisiert; nur im Bereich kartierter Straßen!
	Autobahn GmbH, DEGES,…?	im Aufbau	vsl. Mittel	Stand 12/2023 nicht verfügbar

Daten	Datenquelle	Verfüg-barkeit	Daten-qualität	Bewertung
Schallschutz-wälle	**(aus DGM1)**	**Hoch**	**Hoch**	**Geeignet, verfügbar**
	(aus DGM5)	Hoch	Mittel	Kritische Auflösung, weitgehend nicht geeignet
	(aus DGM10)	Hoch	Gering	Zu grobe Auflösung, nicht geeignet
	Digitales Land-schaftsmodell DLM (BKG)	?	?	Nicht geprüft, verworfen
	ATKIS (Länder)	?	?	Nicht geprüft, verworfen
	Lärmkartierun-gen Länder und Ballungs-räume	Hoch	?	Keine zentrale Daten-haltung: Aufwand bei der Akquise!
	OKSTRA	?	?	Nicht geprüft, verworfen
	BASt	-	-	tlw. Informationen zu Schallschutzwällen unter Schallschutz-wänden vorhanden; nicht verwendet
	Autobahn GmbH, DE-GES,…?	im Aufbau	vsl. Mittel	Stand 12/2023 nicht verfügbar

Daten	Datenquelle	Verfüg-barkeit	Daten-qualität	Bewertung
Bewertungsrelevante Daten				
Einwohnen-dendaten	**Haushalte Einwohner Bund (BKG)**	**Hoch**	**Mittel-Hoch**	**Geeignet, verfügbar**
	Lärmkartierun-gen Länder und Ballungs-räume	Hoch	Hoch	Geeignet, ggf. genauer als BKG-Datensatz, Aufwand bei der Akquise!

3.2.6 Weitere Parameter ohne Datenquellen

Weiterhin sind folgende emissionsrelevante Parameter zu betrachten, für die keine Datenquellen ermittelt wurden. Mehrere ergeben sich teilweise aus den zuvor genannten Daten, anderes wurden diese im Rahmen der Modellierung nicht berücksichtigt. Bei der Bewertung der Methoden wird hierauf erneut eingegangen.

Längsneigungen

Es wird davon ausgegangen, dass die Längsneigung auf Basis des digitalen Geländemodells (DGM) ausreichend genau abgebildet wird. Ungenauigkeiten können sich ggf. im Bereich von Auf- und Abfahrten kreuzungsfrei ausgebauter Bundesstraßen und Bundesautobahnen ergeben. Hier ist jedoch zu erwarten, dass die Steigungsstrecken (Auf- und Abfahrten) gegenüber den übrigen Strecken relativ geringe Verkehrsmengen aufweisen und somit nur ein geringer Einfluss auf die Schallpegel zu erwarten ist.

Mehrfachreflexionen

Die Mehrfachreflexionen lassen sich anhand des Straßen- und Gebäudemodells ermitteln.

Knotenpunkte

Eine Datenerhebung für Lichtsignalanlagen und Kreisverkehre wurde im Rahmen des Projekts nicht durchgeführt. Die Knotenpunktzuschläge wurden in der exemplarischen Modellierung nicht berücksichtigt.

Brücken / vertikale Lage von Straßen

Brücken als abschirmende Hindernisse wurden in der exemplarischen Modellierung nicht berücksichtigt. Ebenso wurde eine eventuelle Hochlage von Straßen in der Modellierung nicht abgebildet, sofern sich diese nicht aus dem Geländemodell ergibt. Für das Modellgebiet Schleswig-Holstein beschränkt sich der Einfluss im Wesentlichen auf Bereiche am Nord-Ostsee-Kanal (Kreuzung von Bundesautobahn A23 und A7 sowie Bundesstraßen B5, B76 und B503). In solchen Bereichen, auch bei Talbrücken, können deutliche Fehler auftreten. Im Modellgebiet ist der Einfluss auf das Gesamtergebnis aber absehbar zu vernachlässigen.

3.3 Auswertung der ausgewählten Datensätze

Die anhand der Kriterien „Verfügbarkeit“ und „Datenqualität“ bevorzugten Datensätze werden dargestellt und bei Bedarf genauer erläutert. Für einzelne Datensätze erfolgt ein Abgleich mit Daten aus dem Modellgebiet Schleswig-Holstein.

3.3.1 Straßen

Das Straßennetz mit seinen emissionsrelevanten Parametern hat einen wesentlichen Einfluss auf den Lärmindikator. Zugleich sollen sich Änderungen in diesen Parametern auch in der Bewertung niederschlagen. Daher sind die jeweiligen Parameter mit hoher Genauigkeit zu ermitteln.

Verkehrsmengen

Für die Verkehrsmengen der Bundesstraßen sowie Bundesautobahnen wurde der auf der Seite der BASt veröffentlichte Datensatz der „Manuellen/Temporären Straßenverkehrszählung“ SVZ mit Datenstand 2021 herangezogen. Im Ergebnisbericht zur SVZ 2021 (BASt, 2023) wird in einer Statistik dargestellt, wie der Abdeckungsgrad der Zählabschnittslängen zur Länge des Straßennetzes sein soll (siehe Tabelle 5). Aus dem Begleitkreis liegt die Anmerkung seitens der Autobahn GmbH vor, dass die Abdeckung der SVZ nicht vollständig sein soll. Die Anzahl der Datensätze ohne bzw. mit unvollständigen Daten soll bei der SVZ 2021 bei rund 10 % liegen. Für das Modellgebiet Schleswig-Holstein wird eine Abdeckung von 100,8 % der Autobahnen sowie 99,5 % der Bundesstraßen aufgeführt.

Tabelle 5: Statistik zu Zählstellen, u. a. zum Abdeckungsgrad, aus (BASt, 2023)

Land	Zählabschnittslängen (ZL), Längen des Straßennetzes (TL) und Abdeckungsgrade (ZL/TL)							
	Autobahnen				Bundesstraßen			
	Anzahl Zählstellen	ZL in km	TL in km	ZL/TL	Anzahl Zählstellen	ZL in km	TL in km	ZL/TL
Baden-Württemberg	165	1.040	1.055	98,6%	860	3.323	3.475	95,6%
Bayern	494	2.512	2.548	98,6%	1288	5.190	5.216	99,5%
Berlin *	47	61	75	81,8%	10	21	18	122,3%
Brandenburg	125	817	806	101,4%	392	2.162	2.175	99,4%
Bremen	26	72	73	98,8%	29	27	26	103,5%
Hamburg	28	61	76	80,2%	6	5	28	16,7%
Hessen	207	921	994	92,7%	874	2.384	2.492	95,7%
Mecklenburg-Vorpommern	63	539	578	93,2%	228	1.564	1.606	97,4%
Niedersachsen	295	1.442	1.447	99,7%	934	3.983	4.034	98,7%
Nordrhein-Westfalen	566	2.048	2.256	90,8%	1336	3.242	3.475	93,3%
Rheinland-Pfalz	159	778	879	88,5%	844	2.392	2.437	98,1%
Saarland	62	186	240	77,3%	122	200	210	95,2%
Sachsen	92	549	575	95,4%	431	1.471	1.495	98,4%
Sachsen-Anhalt	77	463	507	91,3%	431	1.559	1.576	98,9%
Schleswig-Holstein	109	550	545	100,8%	320	1.277	1.284	99,5%
Thüringen	65	471	521	90,5%	426	1.093	1.119	97,7%
Bundesgebiet	2580	12.509	13.174	95,0%	8531	29.893	30.661	97,5%

Tab. 1: Anzahl Zählstellen, Zählabschnittslängen (ZL), Längen des Straßennetzes (TL) am 01.07.2021 und Abdeckungsgrade (ZL/TL) der Freien Strecken der Bundesfernstraßen (*Berlin, Bundesstraßen: TL zum 01.01.2019 21 km, ab 01.01.2020 17 km, ab 01.01.2022 18 km)

Eine grafische Darstellung der in der Zählung benannten Abschnitte im Vergleich zum BISStra-Netz zeigt für das Modellgebiet, dass die Datenlage bei den Bundesstraßen stark lückenhaft ist (siehe Abbildung 4, graue Abschnitte ohne Überlagerung). Bei den Bundesautobahnen liegen für das Modellgebiet die DTV-Daten weitgehend vollständig vor (Ausnahme z. B. in Abbildung 5 erkennbar, markiert mit rotem Pfeil).

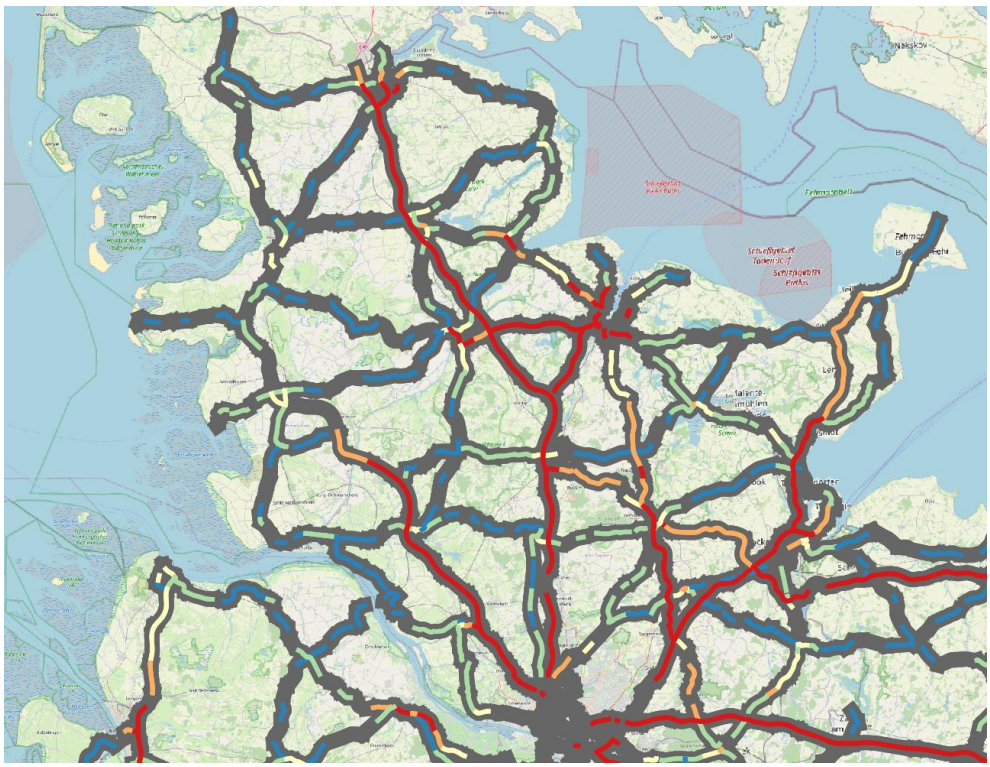

Abbildung 4: Vergleich Zählabschnitte und BISStra-Netz (Bundesstraßen und Autobahnen) – BISStra-Netz grau hinterlegt, Zählabschnitte nach Verkehrsmenge farbig überlagert
Bildhintergrund: © OpenStreetMap, openstreetmap.org/copyright

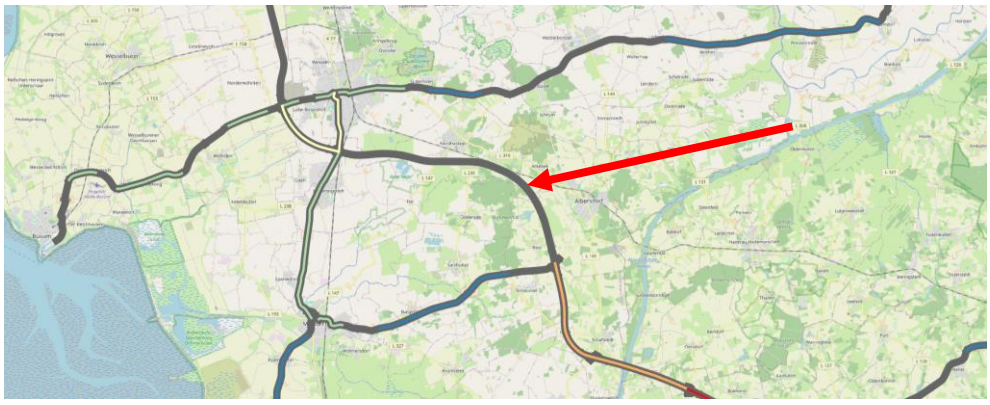

Abbildung 5: Vergleich Zählabschnitte und BISStra-Netz (Ausschnitt, Bundesstraßen und Autobahnen) – BISStra-Netz grau hinterlegt, Zählabschnitte nach Verkehrsmenge farbig überlagert, Roter Pfeil: BAB ohne Verkehrsmenge
Bildhintergrund: © OpenStreetMap, openstreetmap.org/copyright

Für den Modellaufbau in der modellhaften Anwendung (siehe Kapitel 4.2) wird eine Interpolation des Datensatzes durchgeführt. Hierfür werden die Verkehrsmengen auf die jeweiligen Netzknoten übertragen:

- Für einen Abschnitt, der keine Verkehrsmenge enthält, wird primär die Verkehrsmenge eines angrenzenden Straßenabschnitts gleicher Straßenkennung (z. B. „B77“) gewählt.
- Sofern mehrere Abschnitte mit Verkehrsmengen angrenzen (zum Beispiel bei einem Abschnitt ohne Verkehrsmengen zwischen zwei Abschnitten gleicher Kennung mit Verkehrsmengen), kann das Maximum, das Minimum oder der Mittelwert der Belastungen herangezogen werden. Zur sicheren Seite wird im Modell das Maximum gewählt.
- Sofern ein Abschnitt nicht an Abschnitte mit gleicher Straßenkennung grenzt, wird die Verkehrsmenge eines Straßenabschnitts mit abweichender Straßenkennung herangezogen. Auch hier wird zur sicheren Seite die maximale Verkehrsmenge gewählt.

Die Ermittlung der anzusetzenden Verkehrsmenge (Minimum/Maximum/Mittelwert) ist aus Sicht der Schallemissionen eigentlich komplexer, da Straßen mit geringerem Gesamtverkehr bei höherem SV-Anteil höhere Emissionen aufweisen können. Die Wahl „zur sicheren Seite“ anhand des täglichen Gesamtverkehrs (DTV) kann diesen Umstand in gewissem Maße auffangen. Insgesamt ist aber bei Lücken im Zählnetz zu erwarten, dass diese (zu einem gewissen Teil) bewusst akzeptiert werden. In Abbildung 6 ist ein Beispiel dargestellt: Von der BAB A23 im Osten führt die B203 westlich Heide bis Büsum. Es gibt wenige relevante Verknüpfungen mit weiteren Straßennetzen. Rot markiert ist die Kreuzung (Kreisverkehr) mit der L 153. Der Abschnitt direkt östlich weist keine Verkehrsmenge auf, diese kann aber aus dem wiederum östlich angrenzenden Abschnitt abgeleitet werden. Ebenso ergibt sich die Verkehrsmenge westlich der Kreuzung aus dem Abschnitt wiederum westlich. Von der Verkehrsmenge unterscheiden sich die Abschnitte nur geringfügig.

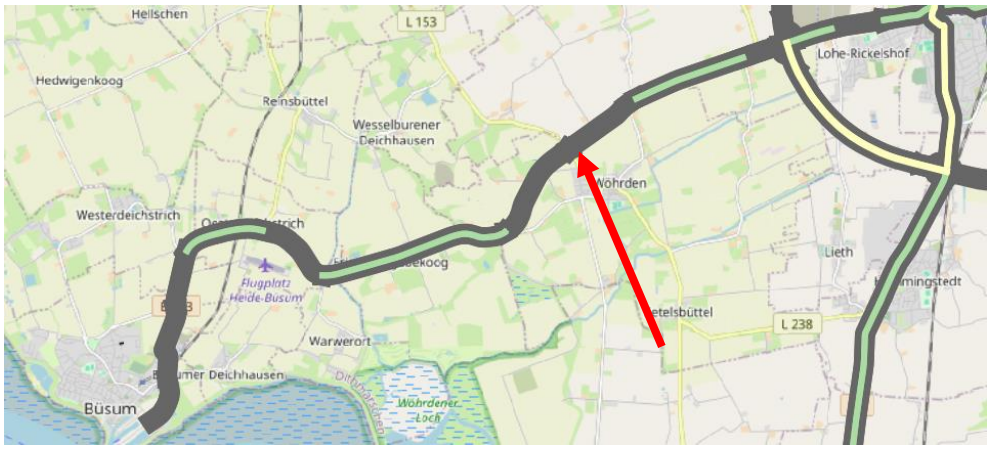

Abbildung 6: Detail von Lücken der SVZ-Daten im BISStra-Netz
Bildhintergrund: © OpenStreetMap, openstreetmap.org/copyright

An anderen Stellen, insbesondere im Bereich von Verkehrsknoten (z. B. Autobahnkreuzen), kann die gewählte Methode nicht ausreichend genau sein. Hier wäre eine ggf. händische Korrektur notwendig, die jedoch (insbesondere bundesweit) einen sehr hohen Bearbeitungsaufwand und ggf. auch eine Bearbeitungsunschärfe darstellt. Anzustreben wäre, dass für alle relevanten Netzbeziehungen einheitlich Verkehrsdaten vorliegen.

Geschwindigkeiten

Die Geschwindigkeiten des Straßennetzes werden aus dem OSM-Datensatz ausgelesen und für die Straßen übernommen. Frühere Erfahrungen zeigen, dass diese Daten hierfür ausreichend geeignet sind, lokal aber Fehler z. B. an Kreuzungsbereichen auftreten können. Zur Vermeidung von gröberen Fehlern wird eine Begrenzung der zuzuordnenden Geschwindigkeiten vorgenommen, sodass z. B. für Bundesautobahnen keine Geschwindigkeiten ≤ 60 km/h zugewiesen werden. Weitere Eingrenzungen werden geprüft, grundsätzlich ist es jedoch schwierig, z. B. innerorts Geschwindigkeiten von 30 km/h auf Bundesstraßen auszuschließen. Auch hier wäre eine händische Bearbeitung notwendig, die bundesweit einen sehr hohen Bearbeitungsaufwand darstellt.

Straßendeckschichten

Von der BASt wurde ein Datensatz zu den Straßendeckschichten für alle Bundesfernstraßen zur Verfügung gestellt. Die Deckschichten sind nach ASB (Anweisung Straßeninformationsbank) klassifiziert. Für den ASB-Typ wiederum gibt es von der BASt eine Dokumentation, die eine Zuordnung zu Straßenbelagstypen nach RLS-19 bzw. BUB ermöglicht. Bei der Detaillierung liegt eine höhere Genauigkeit vor, als in den Berechnungen verwendet werden kann. Die Angaben der Deckschichten sind pro Fahrspur und Fahrtrichtung getrennt aufgeführt. In Lärmberechnungen wird üblicherweise jedoch die Straße mit beiden Fahrtrichtungen, in jedem Fall aber alle Fahrspuren einer Richtung, einheitlich modelliert. Für eine Berechnung nach RLS-19 könnte die abschnittsweise, fahrspurgenaue Deckschichtkorrektur in dB ermittelt und dann der Straße zugewiesen werden. Bei einer Berechnung nach BUB gehen jedoch spektrale Änderungen ein, die nicht mit diesem Verfahren zu mitteln sind. Für die Modellanwendung wird die auf der Mehrheit der Fahrstreifen vorliegende Klassifizierung aus dem detaillierten Datensatz genutzt, um einen entsprechenden Straßenbelag nach BUB für einen Abschnitt über alle Fahrspuren einheitlich zuzuweisen.

Lage Fahrbahnmitten und Anzahl Fahrspuren

Im BISStra-Datensatz sind die Bundesfernstraßen sowohl mit einer Bestandsachse als auch mit einer Haupt- und Nebenachse dokumentiert. Eine Auswertung hat ergeben, dass bei der Modellierung auf die Haupt- und falls vorhanden die Nebenachse zurückgegriffen werden kann. Teilweise zeigten sich jedoch auch bei der Lage der Hauptachse Konflikte mit Bestandsgebäuden (siehe Abbildung 7). Nicht in jedem Fall können mit der vorliegenden Aufteilung (Haupt-/Nebenachse) mehrspurige Straßen ohne getrennte Richtungsfahrbahnen abgebildet werden. Diese können vor allem innerorts auftreten, in denen der Abstand zur Bebauung gering ist. Die Lage der Straßen wurde final anhand der Bestandsachse modelliert, da im Rahmen der Modellbearbeitung eine umfangreichere Auswertung der Achsen nicht möglich war. Insbesondere hätte eine Verteilung der Verkehrsmengen auf Haupt- und Nebenachsen stattfinden müssen. Auf eine Auswertung der Anzahl der Fahrspuren aus dem Vorliegen von Haupt- und Nebenachsen bzw. dem Datensatz zu Fahrbahnoberflächen wurde aufgrund des Aufwands ebenfalls verzichtet. Es wurde für Bundesstraßen pauschal ein RQ 10,5, für Bundesautobahnen ein RQ 31 (Autobahnen mit vier Fahrstreifen) berücksichtigt.

Bei der Modellierung nicht berücksichtigt werden z. B. Auf- und Abfahrten (siehe Abbildung 8). Diese sind im Datensatz als Subtyp „Ast“ dokumentiert. Für diese liegen in der SVZ auch keine Verkehrsmengen vor, sodass eine vollständige Modellierung mit emissionsrelevanten Daten nicht möglich ist.

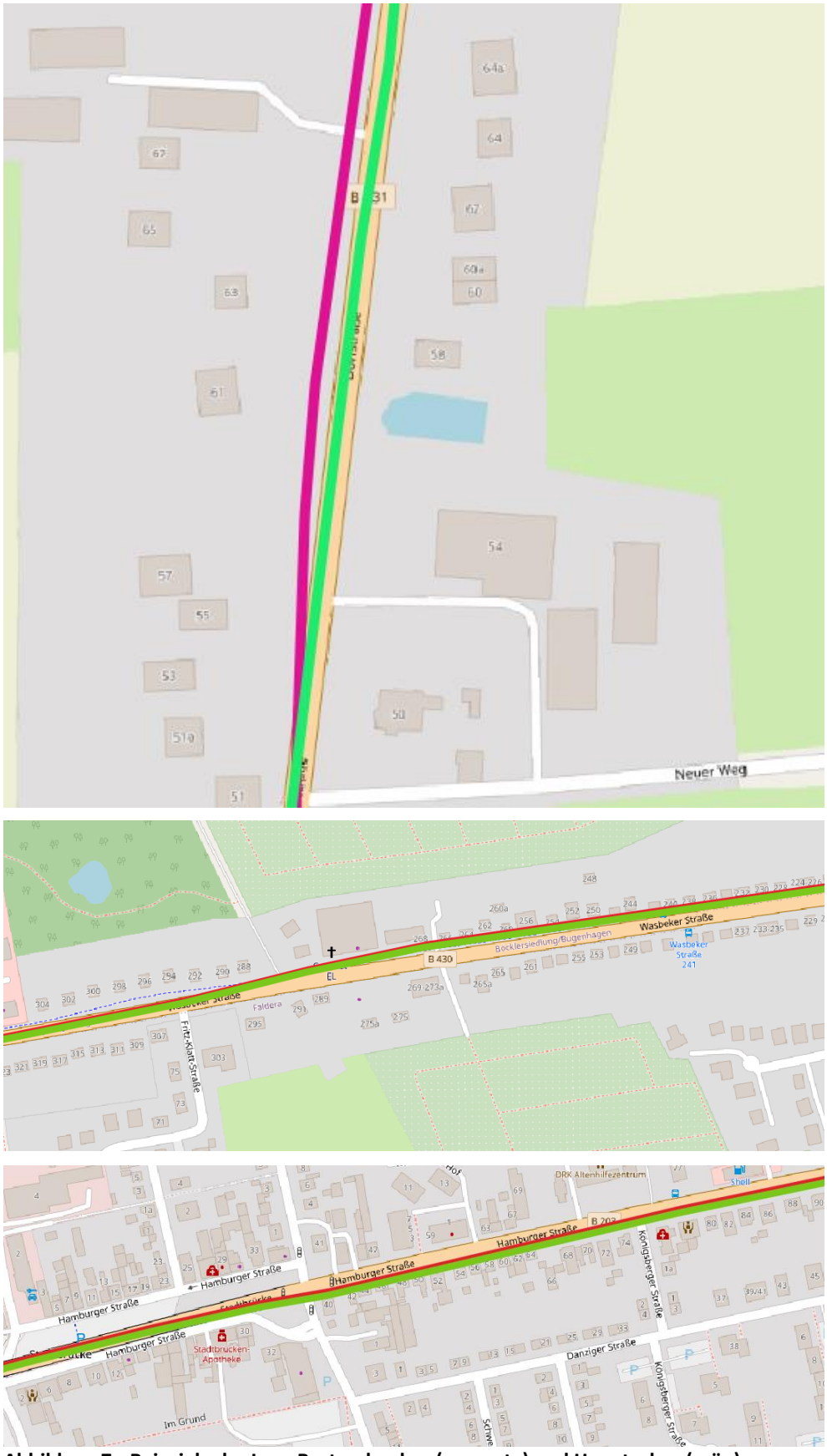

Abbildung 7: Beispiele der Lage Bestandsachse (magenta) und Hauptachse (grün) im BISStra-Datensatz
Bildhintergrund: © OpenStreetMap, openstreetmap.org/copyright

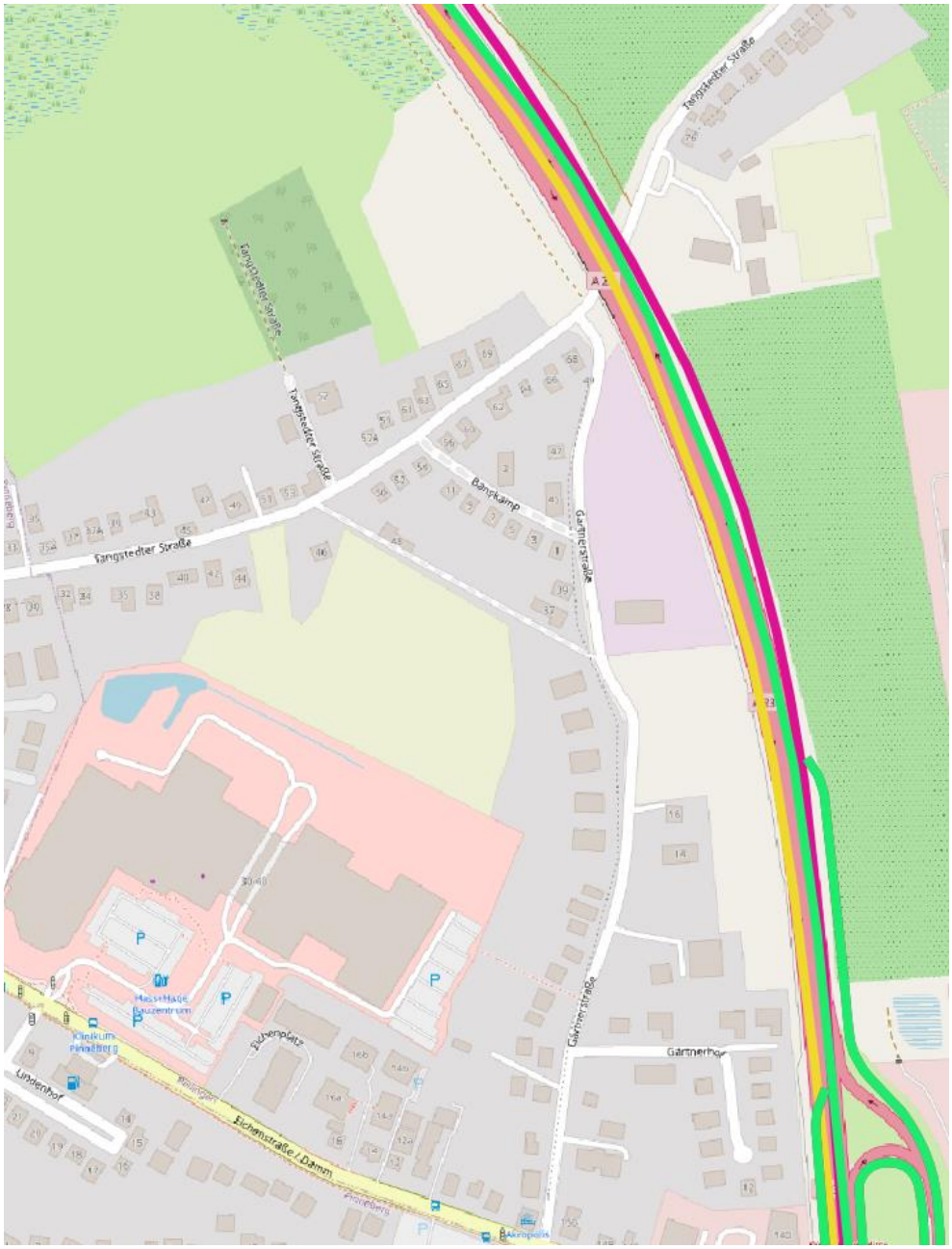

Abbildung 8: Beispiel der Lage Bestandsachse (magenta), Haupt- (grün) und Nebenachse (gelb) im BISStra-Datensatz, im Süden auch „Ast“ (grün, Auf- und Abfahrt) Bildhintergrund: © OpenStreetMap, openstreetmap.org/copyright

3.3.2 Gelände

Für das Gelände wird der DGM1-Datensatz genutzt. Dieses bildet das Gelände in horizontaler Schrittweite von 1 m ab und ist ausreichend genau. Im Modellgebiet Schleswig-Holstein ergeben sich rund $1{,}6*10^{10}$ Datenpunkte. Für die Berechnungen findet in der Regel eine Vereinfachung des Modells statt, mit der die Datenmenge bei weitgehend gleichbleibender Genauigkeit drastisch verringert werden kann. Eine Begrenzung des Modellgebiets kann des Weiteren vorgenommen werden, wenn die zu kartierenden Korridore der Straßen feststehen.

3.3.3 Gebäude und Einwohnende

Die Gebäude stehen als LoD1-Datensatz (Grundfläche und Höhe) des Bundesamts für Kartographie und Geodäsie (BKG) zur Verfügung. Die Einwohnenden stehen im Datensatz Haushalte Einwohner Bund vom BKG zur Verfügung. Über die Verknüpfung der Datensätze können die relevanten Gebäude ermittelt werden, für die Belastete zu berechnen sind.

3.3.4 Schallschutzbauwerke

Wir gehen davon aus, dass Schallschutzwälle ausreichend genau im DGM1 abgebildet sind. Dieses wurde in Stichpunkten geprüft. Für die Schallschutzwände wurden verschiedene Datensätze bewertet, die im Folgenden dargestellt werden.

Schallschutzwände aus dem Basis-DLM

Für die Berücksichtigung der Schallschutzwände wurde zunächst das Basis-DLM des Landes Schleswig-Holstein geprüft, wobei nach Aussage des Landesamtes für Vermessung und Geoinformation Schleswig-Holstein die Lärmschutzwände noch nicht vollständig in diesem enthalten sind. In einem Testgebiet waren nach Prüfung die Lärmschutzwände nicht enthalten. Nach Aussage des Landesamts für Umwelt des Landes Schleswig-Holstein (LfU) besteht Kontakt zum Landesamt für Vermessung und Geoinformation. Der Datensatz Lärmschutzbauwerke der letzten Lärmkartierung wurde übergeben, bisher erfolgte aber nach Kenntnisstand des LfU keine Berücksichtigung im DLM. Nach Aussage des LfU wurde die genannte Thematik, „Übernahme der Lärmschutzbauwerke in das Basis-DLM“, auf Länderebene besprochen, jedoch keine einheitliche Regelung beschlossen. Die Aufnahme der Lärmschutzbauwerke in das Basis-DLM ist jeweils „freiwillig“. Eine ergänzende Stichprobenprüfung für Niedersachsen zeigte, dass in diesem Basis-DLM Wände enthalten sind, der Datenbestand jedoch scheinbar nicht vollständig oder nicht aktuell ist. Der Datensatz Basis-DLM bietet grundsätzlich eine gute Lagegenauigkeit und Angaben zur Höhe, jedoch keine Eigenschaften zur Absorption.

Schallschutzwände aus OpenStreetMap

Ebenfalls geprüft wurde der Datensatz zu Lärmschutzbauwerken aus OpenStreetMap (OSM). Mit den Tags „barrier=wall“ und „wall=noise_barrier“ ist grundsätzlich eine Klassifizierung vorgesehen. In der Prüfung zeigten sich jedoch an vielen Stellen fehlende Lärmschutzbauwerke, sodass dieser Datensatz als nicht ausreichend bewertet wird. Zudem fehlt im Datensatz eine Angabe zur Höhe sowie zur Absorption.

Schallschutzwände aus Projekt zu Photovoltaik

Ein Datensatz der BASt zu Schallschutzbauwerken aus einem Projekt zu Photovoltaik auf Lärmschutzwänden mit Stand 2013 kann aufgrund des Alters nicht genutzt werden. Eine aktuellere Fassung war zur Projektdurchführung noch nicht freigegeben. Die Datensätze entstammen nach derzeitiger Kenntnis einer Datenabfrage bei den Bundesländern aus Daten der Lärmkartierung und bieten damit keinen Erkenntnisgewinn gegenüber den Daten aus der Lärmkartierung. Im Modellgebiet Schleswig-Holstein sind insbesondere der 6-streifige Ausbau der Bundesautobahn BAB A7 und die damit verbundenen umfangreichen Lärmschutzbauwerke nicht enthalten. Exemplarisch wird dieser jedoch in den folgenden Abbildungen genutzt, um die Lage der Schallschutzwände an anderer Stelle mit einem weiteren Datensatz zu vergleichen.

Schallschutzwände aus SIB der BASt

Aktueller liegt durch die BASt ein Datensatz der Bauwerke an Bundesfernstraßen vor, der insbesondere zu Wandtyp (Absorption) und auch Höhe ausreichende Daten liefert. Der Datensatz selbst umfasst (bundesweit) mehr als 360.000 Einträge, wobei nur rund 18.000 eindeutige Bauwerks- und Teilbauwerksnummern aufweisen. Bei einer Auswertung des Baujahrs (nach Teilbauwerksnummer, siehe Abbildung 9) ergibt sich, dass die noch bestehenden Wände vornehmlich ab ca. 1980 errichtet wurden. Der Datensatz umfasst auch neuere Bauwerke (2023) sowie teilweise erkennbar auch wenige geplante bzw. im Bau befindliche Bauwerke (Baujahr > 2023, Stand der Datenabfrage).

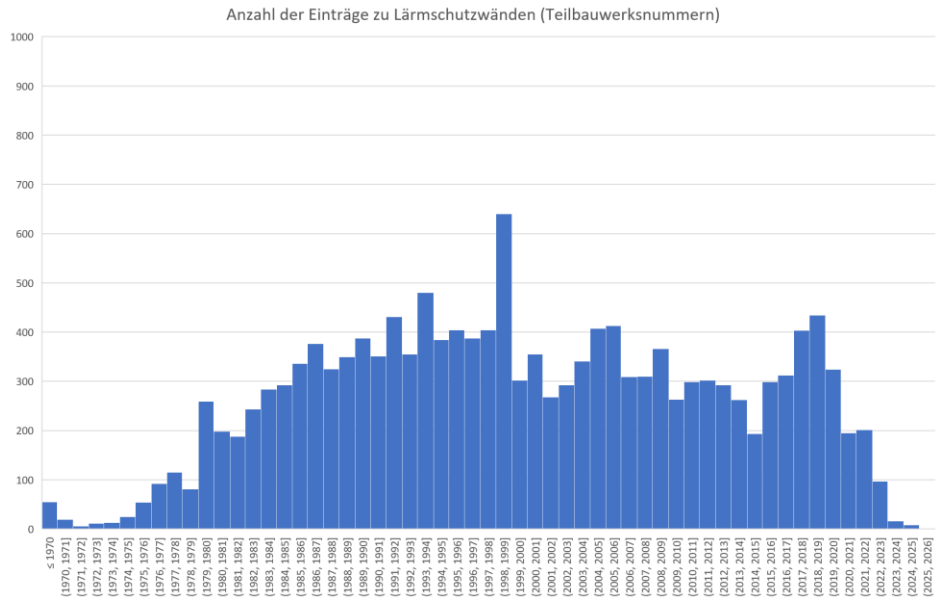

Abbildung 9: Statistik zum Baujahr, Anzahl der Einträge (y-Achse) über Baujahr (x-Achse)

Die Schwäche des Datensatzes liegt darin, dass zur Geometrie selbst keine ausreichenden Informationen zur Verfügung stehen. Gegeben ist nur eine Punktkoordinate auf der Achse des BISStra. Die Entfernung der Geometrie von der Fahrbahn ist nicht angegeben. Ebenso ist die Information, auf welcher Seite der Fahrbahn das Bauwerk steht, nicht einheitlich dokumentiert. Je nach Datensatz ist dies zum Teil textlich im Bauwerksnamen angegeben, z.B.:

- „Rifa FL – HH“, „Rifa HH – FL“, „Rifa Hannover“, „Rifa Kassel“
- „südlich BW-NR. xxxxxxxx“, „steht auf dem BW-NR. xxxxxxxx“
- „östl.Seite“, „Nord“, „Süd“
- „km xxx,xxx bis BW xxxx“
- „km xxx,xxx bis km xxx,xxx“ (Auf- oder Absteigend als Indiz der Lage)

Anhand der Angaben könnte mit gewissem Aufwand eine Verortung durchgeführt werden. Durch die nicht einheitliche Benennung ist dies aber derzeit noch mit Aufwand verbunden. Eine einheitliche Ortsbenennung anhand der Kilometrierung könnte helfen, die genaue Lage entlang der Straßenachse als auch die Richtungsfahrbahn zu dokumentieren.

Vergleich der Datensätze

Ein Vergleich der drei betrachteten Modelle ist in den folgenden Ausschnitten der Abbildung 10 dargestellt. Ein Vergleich erfolgt des Weiteren mit der Ortskenntnis zu den Bauwerken bzw. Auswertungen von Straßen- und Luftbildern. Die Daten aus der Bauwerksdatenbank sind als Punkte auf der Straßenachse erkennbar (rote Punkte). Der Datensatz 2013 ist weitgehend umfassend (dunkelrote gestrichelte Linie) und umfasst auch Bauwerke, die nicht den Bundesfernstraßen zuzuordnen sind (unterster Kartenabschnitt, westliche Bauwerke). Das Basis-DLM (rote Linie) stimmt teilweise gut mit dem Datensatz 2013 überein, weist aber deutliche Lücken auf. Auffällig ist, dass die Lokalisierung aus dem Bauwerksdatensatz nicht immer mit der tatsächlichen Lage übereinstimmt (unterster Kartenabschnitt, östliche Bauwerke).

Insgesamt ergibt sich bei den Schallschutzwänden weiterhin eine unzureichende Datenlage hinsichtlich der Geometrien. Absehbar könnte eine ausreichende Datenlage zukünftig durch eine Verknüpfung von Basis-DLM und Bauwerksdatenbank gegeben sein. In jedem Fall scheint aber eine Datenabfrage der Schallschutzbauwerke bei den jeweiligen Ländern zur Nutzung in eigenen Berechnungen zum Lärmindikator praktikabel.

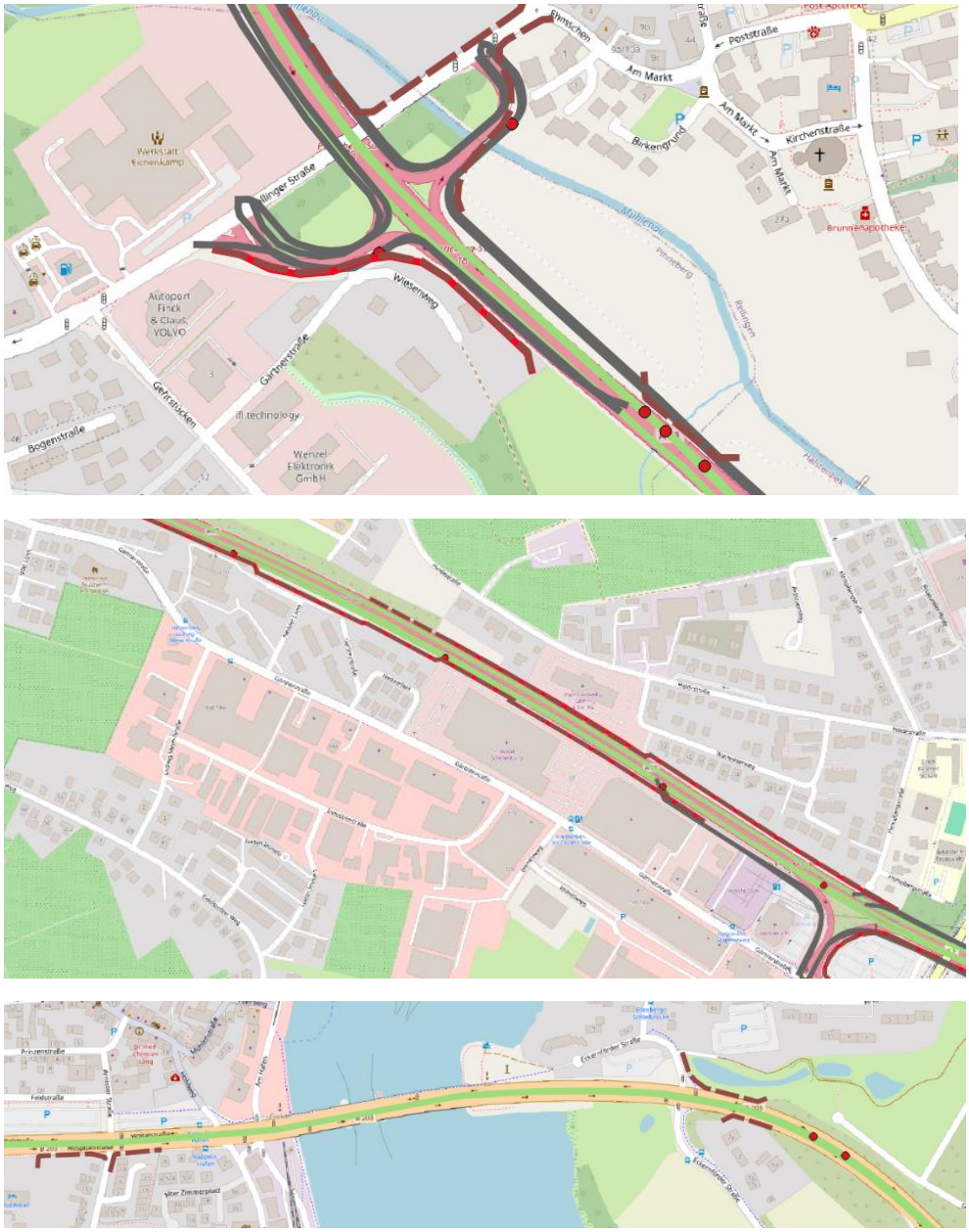

Abbildung 10: **Darstellung Schallschutz - Bauwerksdatenbank (rote Punkte), Datensatz 2013 (gestrichelt dunkelrote Linien), Basis-DLM (rote Linie) Bundesautobahn: Haupt- und Nebenachse (grün), Ast (grau) Bildhintergrund: © OpenStreetMap, openstreetmap.org/copyright**

Pauschalisierte Modellierung der Datensätze der SIB

Zur Prüfung der Nutzbarkeit des Datensatzes der SIB wurde für Vergleichsrechnungen eine pauschalisierte Modellierung vorgenommen. Hiermit sollte, trotz fehlender Geometrie des Datensatzes, die Sensitivität des Modells auf den Datensatz Lärmschutz untersucht werden. Überprüft wurde zunächst die Auswirkung der unterschiedlichen Datensätze „Lärmkartierung“ und „SIB pauschalisiert“. Da in der SIB auch das Baujahr dokumentiert ist, wurde zudem eine Begrenzung auf „Baujahr bis 2017“ vorgenommen. Mit diesem Datensatz erfolgt eine Überprüfung, wie groß die Modellunterschiede bei Verzicht der Wände der letzten 5 Jahre (ausgehend von der Lärmkartierung 2022) sind. Die Datensätze liegen mit ihrer Lage jeweils als ein Punkt auf dem BISStra-Netz vor. Diese Lage allein reicht noch nicht aus, eine Geometrie zu erzeugen, die als Linie benötigt wird. Auf Basis der pauschalisiert angenommenen Straßenbreiten (RQ 10,5 für Bundesstraßen, RQ 31 für Bundesautobahnen) im Modell Bund kann die Lage der Schallschutzbauwerke ebenfalls über eine Pauschalisierung passend zur Emissionsachse angenommen werden. In diesem Fall heben sich die Ungenauigkeiten aus der Lage der Wand, der Lage der Straße sowie der Breite der Straße teilweise auf. Nicht ausreichend dokumentiert ist die Lage der Wand bezogen auf die Fahrtrichtung bzw. Himmelsrichtung. Dies erfolgt nur im Fließtext und ist damit nicht für eine Automatisierung auswertbar. Für die Modellierung wurde daher folgendes Vorgehen gewählt:

- Linie parallel zum äußeren Fahrbahnrand (nach RQ)
- Lage entlang der Straße: Mittelpunkt durch Punktgeometrie SIB gegeben
- Länge: aus SIB-Daten
- Höhe: aus SIB-Daten abgeleitet (mittlere Höhe aus „Fläche / Länge“)
- Absorptionseigenschaft: aus SIB-Daten

Da die Lage der Wand bezogen auf die Fahrrichtung nicht eindeutig ist, wurden Lärmschutzwände auf beiden Straßenseiten erzeugt. Dies ergibt prinzipiell eine Überschätzung. Es ist jedoch davon auszugehen, dass hierbei eine Wand entweder einen Bereich schützt, der nicht schutzbedürftig ist (Gewerbe o. ä.), sich somit nicht wesentlich auf das Berechnungsergebnis (Betroffenenanzahl) auswirkt, oder einen Bereich schützt, der schutzbedürftig ist. In letzterem Fall ist davon auszugehen, dass hier in der Regel ebenfalls eine Wand vorliegen müsste, wenn sich eine Notwendigkeit z. B. im Rahmen der Lärmsanierung oder Lärmvorsorge ebenfalls ergeben hätte. Oberhalb dieser Grenz- bzw. Auslösewerte sollte der Einfluss der zusätzlichen Wände somit gering sein. Bei der Prüfung wurden Geometrien entfernt, die das Straßennetz schneiden. Es handelte sich dabei um weniger als 25 potenzielle Lärmschutzwände. In Abbildung 11 sind die bereits in Abbildung 10 dargestellten Situationen mit den pauschalisierten Wänden abgebildet. Es zeigt sich, dass im Bereich von Auf- und Abfahrten Komplikationen entstehen können. Bei der Prüfung wurden vergleichbare Geometrien, die das Straßennetz schneiden, entfernt. Es handelte sich um weniger als 25 Datensätze. Ebenfalls sichtbar sind die jeweils beidseitig der Straße angenommenen Wände, obwohl nur eine einseitige Struktur vorliegt. In der unteren Darstellung in Abbildung 11 ist eine Lageungenauigkeit zu erkennen, die bereits in Abbildung 10 zu erahnen war. Weitere Beispiele sind in Abbildung 12 dargestellt. Im Datensatz ergibt sich eine recht gute Abdeckung des Lärmschutzes an Bundesfernstraßen. Teilweise sind die Geometrien „gut“ in Lage und Höhe, teilweise stark überschätzend. In Einzelfällen ist der Datensatz nicht ausreichend, was offensichtlich an den fehlenden Einträgen in der SIB liegt. Zudem sind Bauwerke außerhalb der Baulast des Bundes nicht abgebildet.

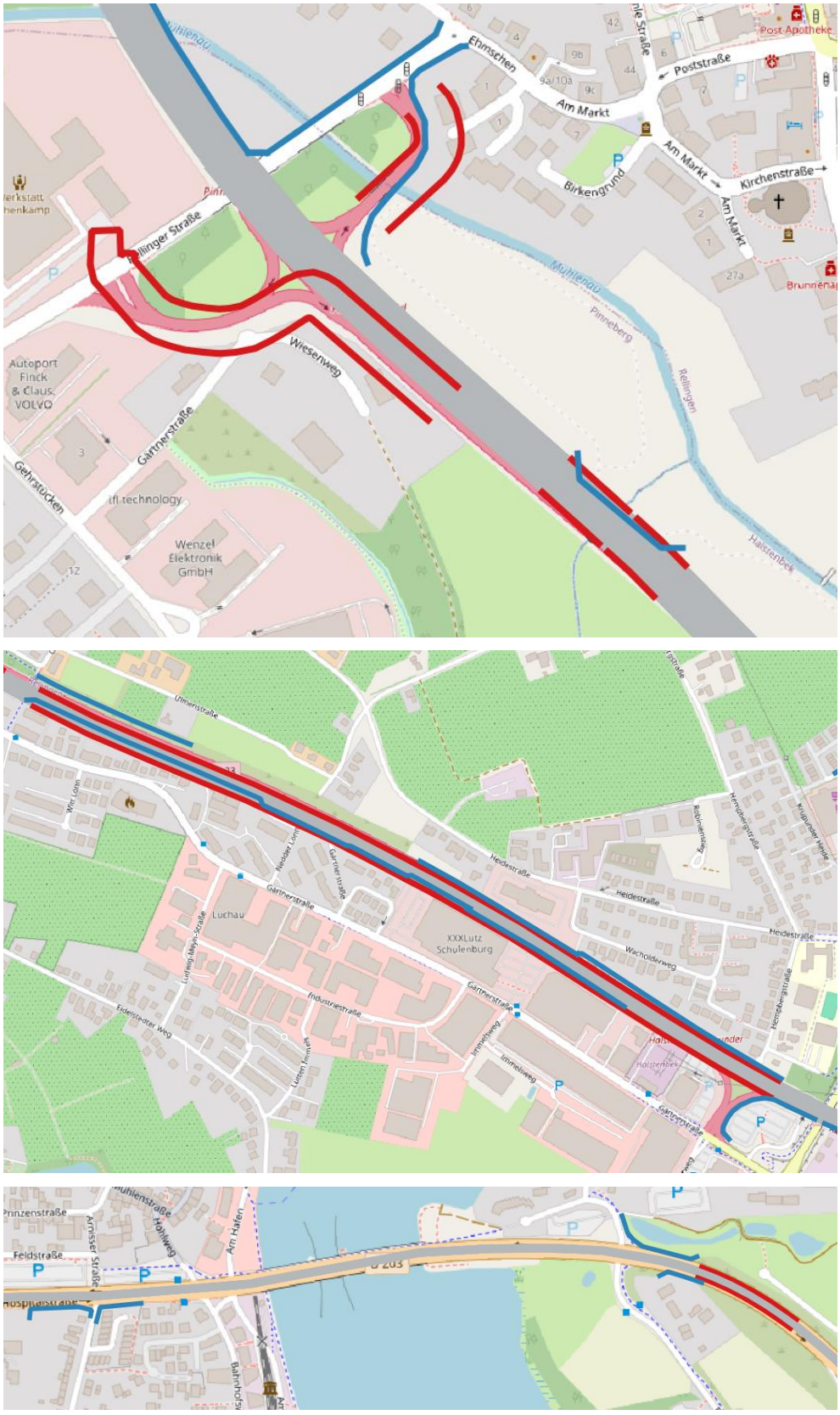

Abbildung 11: Darstellung Schallschutz – abgeleitet aus Bauwerksdatenbank (rote Linie), Datensatz Lärmkartierung (blaue Linien)
Straße mit pauschalisierter Breite (graue Linie)
Bildhintergrund: © OpenStreetMap, openstreetmap.org/copyright

Abbildung 12: Darstellung Schallschutz – abgeleitet aus Bauwerksdatenbank (rote Linie), Datensatz Lärmkartierung (blaue Linien)
Straße mit pauschalisierter Breite (graue Linie)
Bildhintergrund: © OpenStreetMap, openstreetmap.org/copyright

3.4 Zusammenfassung

Es kann festgestellt werden, dass hinsichtlich der Eingangsdaten die Gebäude, das Gelände und die Bewohnenden in einer ausreichenden Qualität bereitgestellt werden können. Bei der Lage der Fahrbahnmitten sowie den Verkehrsmengen liegen ebenfalls weitgehend nutzbare Datensätze vor, wobei die Lagegenauigkeit der Fahrbahnmitte teilweise ungenügend ist. Bei den Verkehrsmengen ist ggf. eine Interpolation notwendig. Auch zu den Straßenoberflächen stehen inzwischen verwertbare Daten zur Verfügung. Ausreichende Daten liegen außerdem für die Angaben getrennter Fahrspuren bzw. der Anzahl Fahrspuren sowie zur Lage von Schallschutzwällen (aus dem DGM1) vor.

Kritisch sind insbesondere die fehlenden Angaben zu Schallschutzwänden, da diese wesentlich zur Lärmminderung beitragen und vorrangige Lärmminderungsmaßnahmen in der Lärmsanierung darstellen. Ein Fehlen der Lärmschutzwände würde somit eine Bewertung von Lärmminderungsmaßnahmen obsolet machen. Eine pauschalisierte Modellierung der Wände der SIB führt zu einem Datensatz, der für vereinfachte Berechnungen ausreichend ist, sicher jedoch nicht den Anspruch des Lärmindikators zur Ermittlung der Wirkung von umgesetzten Schallschutzmaßnahmen entsprechen kann.

Die Lärmkartierungen können als Datengrundlage sowohl hinsichtlich der Straßenquellen als auch sonstiger Modelldaten wie Geländemodell, Gebäude und Schallschutzbauwerken in Betracht kommen. Jedoch ist die Begrenzung der Modelle auf den zu kartierenden Bereich (> 3 Mio. Fahrzeuge im Jahr) nicht zielführend, wenn auch Bundesfernstraßen mit geringeren Verkehrsmengen in die Berechnung des Lärmindikators eingehen sollen. Es kann davon ausgegangen werden, dass insbesondere die Daten zu Schallschutzbauwerken nicht flächendeckend vorliegen, auch ist in jedem Fall eine Netzergänzung vorzunehmen: die Straßenoberflächen und Geschwindigkeiten werden ebenfalls nicht vorliegen und wären mit den Verkehrsmengen z. B. der SVZ zu kombinieren.

4 Modellhafte Anwendung

4.1 Neuberechnung Modell Lärmkartierung

Als erste Methode zum Aufbau eines Berechnungsmodells wurde eine Nutzung von deutschlandweit verfügbaren Daten zur Lärmkartierung zum Aufbau eines Berechnungsmodells geprüft.

Mangels einheitlich verfügbarer Daten kann die erste Variante der Methode (einheitliche Datengrundlage, z. B. vom Umweltbundesamt) nicht verfolgt werden. Außer dem Netz der kartierten Straßen mit den jährlichen Verkehrsmengen werden weder alle notwendigen Emissionsdaten der Schallquellen (SV-Anteil, Geschwindigkeit, Straßenoberfläche etc.) noch Gebäude, Hindernisse wie Lärmschutzwände oder die Topografie bereitgestellt.

Grundsätzlich erscheint es als eine Möglichkeit, in zukünftigen Kartierungsrunden diese Daten zusammen mit den Ergebnisdaten zu sammeln und vorzuhalten. Zurzeit ist auf Nachfrage beim Umweltbundesamt eine solche Datensammlung jedoch nicht geplant. Zum jetzigen Zeitpunkt wäre es somit erforderlich, die entsprechenden Daten von allen kartierenden Stellen (Länder und Ballungsräume) abzufragen und zu sammeln.

Für die Methode der Datensammlung aus den Bundesländern und ggf. Ballungsräumen kann der notwendige Aufwand abgeschätzt werden. Grundsätzlich bedingt dieses Vorgehen die Kooperation der jeweils zuständigen Stellen in den Behörden. Für die Datenübergabe steht grundsätzlich das QSI-Format gemäß DIN 45687 zur Verfügung, das jedoch in der aktuellen Fassung noch nicht für die Modelldaten nach CNOSSOS/BUB vorliegt. Ein Datenaustausch zwischen verschiedenen Softwareprogrammen wird somit erschwert.

In jedem Fall sind die 16 kartierten Bundesländer abzufragen. Je nach Anwendungsdefinition des Lärmindikators („Ausschließlich Straßen in Baulast des Bundes?“) wären zudem noch bis zu 70 Ballungsräume ebenfalls zu integrieren. In Summe lägen die Daten für eine bundesweite Lärmkartierung vor, die in vollständigem Umfang bisher nicht durchgeführt wurde. Bei den Berechnungen wäre zu erwarten, dass die Rechenzeiten (abhängig vom Rechnereinsatz) zwischen mehreren Wochen und einigen Monate liegen würden. Für die Berechnung des Lärmindikators ist dabei keine Rasterlärmkarte notwendig, eine Berechnung ausschließlich der Fassadenpegel ist ausreichend.

Für die Berücksichtigung der im Rahmen der Umgebungslärmrichtlinie nicht kartierten Straßen unter 3 Mio. Fahrzeugen pro Jahr (siehe auch Kapitel 4.3.3) ist aber auch hier eine Ergänzung des Modells notwendig, wenn die Gesamtbelastung aus allen Bundesfernstraßen betrachtet werden soll. Die Durchführung gleicht in Teilen dann der im folgenden Kapitel genannten Methode (Kapitel 4.2).

Nicht durchgeführt wurde im Rahmen der Modellprüfungen eine Zuweisung der Lärmbetroffenheiten zu den Bundesfernstraßen durch eine erweiterte geometrische Abschätzung. Eine solche Methode wurde zur Abschätzung der Lärmentwicklung im UBA-Projekt „Effektivität der Lärmaktionsplanung“ („EffLAP“, FKZ KZ 3722 55 110 0) angewandt. Der Schlussbericht dieses UBA-Projekts war zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht veröffentlicht.

4.2 Neuberechnung Modell Bund

Als zweite Anwendung soll eine Methode mit Modellaufbau unabhängig von der Lärmkartierung untersucht werden. Das Modell baut auf deutschlandweit verfügbaren Daten auf. Eine Umsetzung erschien zunächst nicht möglich, weil wesentliche Informationen zum Schallschutz (Straßenoberflächen und Schallschutzbauwerke) nicht in ausreichender Qualität vorlagen. Geprüft wurde die Erstellung für das Modellgebiet Schleswig-Holstein. Die Berechnungen erfolgten für verschiedene Szenarien, um auch die Sensitivität des Modells auf Veränderungen in der Datengrundlage zu untersuchen. Die durchgeführten Arbeiten sind in vergleichbarer Form ebenfalls notwendig, wenn das Lärmkartierungsmodell um die bisher nicht kartierten Straßen unterhalb der Kartierungsschwelle ergänzt werden soll. Im Ergebnis soll geprüft werden, inwiefern eine von der Lärmkartierung unabhängige Modellierung eventuell Vorteile aufweist. Geprüft wird unter anderem, ob diese Methode insgesamt weniger arbeitsintensiv ist als eine Ergänzung der jeweiligen Kartierungsmodelle, und ob die Reproduzierbarkeit besser ist.

Die Erstellung wesentlicher Eingangsdatensätze wurde bereits in Kapitel 3.3 dokumentiert. Es erfolgte eine Kombination des DGM1 und des LoD1-Datensatzes zusammen mit Einwohnendendaten des BKG. Die Straßen wurden wie beschrieben aus dem BISStra-Netz mit (ggf. interpolierten) Verkehrsmengen der SVZ, Geschwindigkeiten aus OSM und einer pauschalisierten Fahrbahnbreite übernommen. Die Wände wurden in verschiedenen Szenarien sowohl aus dem Lärmkartierungsmodell als auch aus der pauschalisierten Modellierung aus der SIB genutzt. Bei der Bearbeitung der Datensätze zeigt sich, dass das Straßennetz weitgehend automatisiert aus den bundesweit vorliegenden Daten erzeugt werden kann. Über Interpolation der Verkehrsmengen lassen sich mögliche Lücken weitgehend schließen, jedoch ist in Einzelfällen eine kritische Prüfung anzuraten. Die Geschwindigkeiten können ebenfalls weitgehend automatisiert übernommen werden, bei der genutzten Datenquelle musste jedoch ein Ausschluss von Tempo 30 erfolgen, um (häufigere) Fehlzuweisungen zu vermeiden. Hiermit entfallen jedoch Bereiche, in denen Tempo 30 auf Bundesstraßen angeordnet wurde. Die Lage der Straßenachse ist weitgehend ausreichend, vor allem bei den Bundesautobahnen. In dicht bebauten Gebieten führt die Lageungenauigkeit, insbesondere bei den Bundesstraßen, häufiger zu Konflikten mit der Bebauung.

Zur Bewertung der Lärmbelastung an Bundesfernstraßen bietet sich, analog zu Lärmsanierung und Lärmvorsorge, die RLS-19 an. Die Modellberechnungen wurden jedoch auf Grundlage der BUB durchgeführt, um die Ergebnisse direkt mit dem Lärmkartierungsmodell vergleichen zu können. Es wurden die gleichen Berechnungsparameter und die identische Programmversion zur Berechnung gewählt, um systematische Abweichungen auszuschließen. Insgesamt entsteht ein berechnungsfähiges Modell, das jedoch in seiner Modellqualität weitgehend nicht den Ansprüchen an Berechnungsmodelle der Lärmkartierung oder sogar Einsatzbereichen mit höheren Qualitätsanforderungen (Lärmvorsorge oder Lärmsanierung) entsprechen kann. Die Modellerstellung erfordert bereits einen hohen Aufwand an die Datenverknüpfung, insbesondere bei den verschiedenen Datenquellen zu den Straßenparametern. Eine gegebenenfalls notwendige bundesweite Datenaufarbeitung mit teilweise manueller Korrektur bedeutet einen nicht unerheblichen Aufwand, der, je nach Qualitätsanspruch, nahezu einer Doppelung der Aufwände für die Lärmkartierung gleichkommt. Anhand der Berechnungsergebnisse ist abschließend zu prüfen, ob das vereinfachte Modell den Ansprüchen an den Anwendungszweck des Lärmindikators zur Bewertung der Lärmbelastungssituation gerecht werden kann und die Entwicklung der Lärmbelastung auch über größere Zeiträume verlässlich abgebildet wird.

4.3 Statistisches Modell Lärmkartierung

Als drittes Modell soll eine Nutzung der Lärmkartierung mit Auswertung der Bundesfernstraßen praktisch durchgeführt werden. Für den Vorschlag einer statistischen Abschätzung erfolgt eine erste Analyse der Lärmkartierungsergebnisse beim Umweltbundesamt. Es kann festgestellt werden, dass außerhalb von Ballungsräumen weitgehend Bundesfernstraßen kartiert wurden (siehe Abbildung 13). Es wurden jedoch aufgrund der Verkehrsmenge nicht alle Bundesfernstraßen kartiert, zudem werden, je nach Bundesland, weitere Straßen (u. a. Landes- und Kreisstraßen) in der Kartierung berücksichtigt.

4.3.1 Vorprüfungen zur statistischen Auswertung

Bei der statistischen Betrachtung sind zunächst zwei Fragestellungen zu analysieren:

1. Welchen Anteil haben Bundesfernstraßen am kartierten Netz?
2. Welcher Anteil der Bundesfernstraßen wird durch das kartierte Netz abgedeckt?

Es zeigt sich bei der Sichtung des Kartierungsnetzes im Vergleich zu den online verfügbaren Lärmkarten, dass das vom Umweltbundesamt veröffentlichte Netz die kartierten Straßen nicht vollständig umfasst (siehe Abbildung 14). Bei einer statistischen Erhebung müsste dies ggf. berücksichtigt werden.

Zum Anteil der Bundesfernstraßen am Netz ist vorab zu erwarten, dass dieser hoch ist, der Anteil abgedeckter Bundesfernstraßen jedoch (insbesondere bei den Bundesstraßen) nicht ausreichend.

Bei der Analyse der Belastungen aus der Lärmkartierung sind die Einflüsse jener Straßen abzuziehen, die nicht den Bundesfernstraßen zuzurechnen sind. Es werden zudem vorrangig jene Bundesfernstraßen fehlen, die eine vergleichsweise geringe Verkehrsmenge aufweisen (Anforderung: 3 Mio. Fahrzeuge pro Jahr, rund 8.200 Fahrzeuge pro Tag) und damit eher geringere Immissionen hervorrufen. In eng bebauten Situationen können jedoch auch bei solch geringen Verkehrsmengen bereits relevante Beurteilungspegel, auch oberhalb der potenziellen Gesundheitsgefährdung, erreicht werden.

Die weiteren detaillierten Erhebungen werden exemplarisch an einem Flächenland durchgeführt. Hierfür standen die Modelldaten der Lärmkartierung 2022 für Schleswig-Holstein zur Verfügung.

Abbildung 13: Kartiertes Netz – exemplarischer Ausschnitt (Quelle: Umweltbundesamt)

Abbildung 14: Kartiertes Netz – Netzergänzungen (Quelle: Umweltbundesamt)

Vergleich der kartierten Netzlängen

Zur Vorbereitung der Methode wurde in einem ersten Schritt ermittelt, wie hoch der Anteil der Bundesfernstraßen am jeweiligen kartierten Straßennetz in den einzelnen Bundesländern ausfällt bzw. welcher Anteil der Bundesfernstraßen kartiert wurde. Hierzu wurde auf einen Datensatz des Umweltbundesamtes zurückgegriffen, der die kartierten Netze beinhaltet. Der Datenstand ist eine Kombination der Kartierungen 2017 und 2022, da für 2022 zum Zeitpunkt der Analyse noch keine vollständige Meldung vorlag.

Für die einzelnen Bundesländer ergibt sich die in Abbildung 15 dargestellte Aufteilung der kartierten Netzlängen auf Bundesautobahnen (orange), Bundesstraßen (blau) und sonstige Straßen (grau). Es zeigt sich für alle Bundesländer ein Anteil von rund 20-40 % an sonstigen kartierten Straßen (Ausnahme Stadtstaaten: Berlin mit ~70 %, Hamburg mit ~50%).

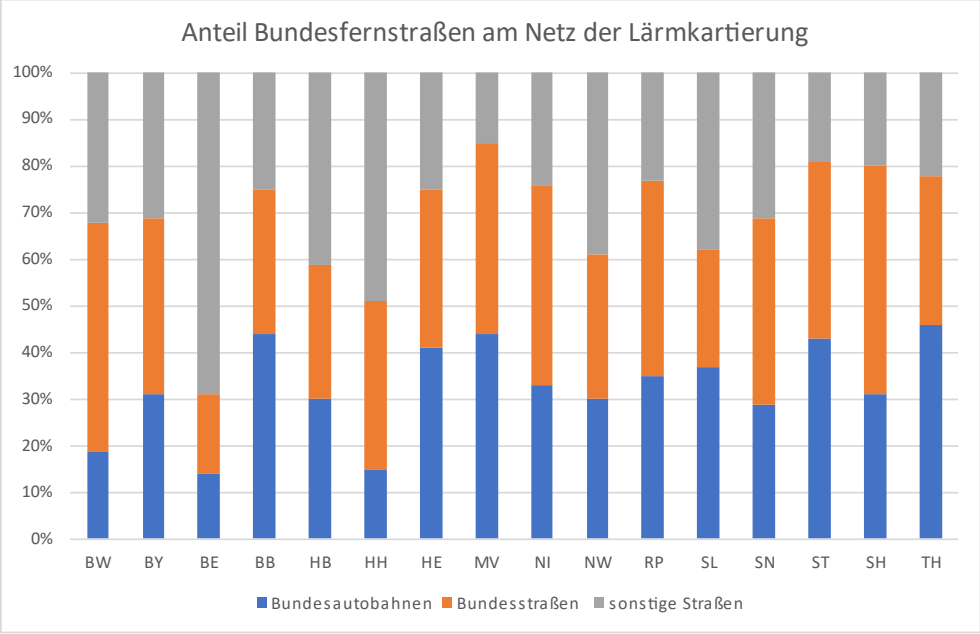

Abbildung 15: Anteil der Bundesfernstraßen am jeweils kartierten Straßennetz

Unter anderem durch die Kartierungsschwelle der Umgebungslärmrichtlinie, 3 Millionen Fahrzeuge pro Jahr, ist zu erwarten, dass die jeweiligen Netze der Bundesautobahnen und Bundesfernstraßen nicht vollständig kartiert wurden. Es erfolgte eine Auswertung der Längen des BISStra-Netzes im Vergleich zum Lärmkartierungsnetz.

Für die Bundesautobahnen (siehe Abbildung 16) zeigt sich eine Abdeckung von 75->90 %. Am Beispiel Schleswig-Holstein konnte eruiert werden, dass der nicht kartierte Anteil von rund 15 % im BISStra-Netz überwiegend auf die Anschlussstellen (Auf- und Abfahrten) zurückzuführen ist. Diese sind im BISStra-Netz enthalten (Subtyp „Ast“), in der Lärmkartierung jedoch nicht (in vollem Umfang) abgedeckt, da z. B. Verzögerungs- und Beschleunigungsstreifen nicht modelliert wurden (siehe Abbildung 18). Für die Bundesstraßen ergeben sich deutlich geringere Anteile bezüglich der Abdeckung zwischen rund 20 % und fast 100 % (siehe Abbildung 17).

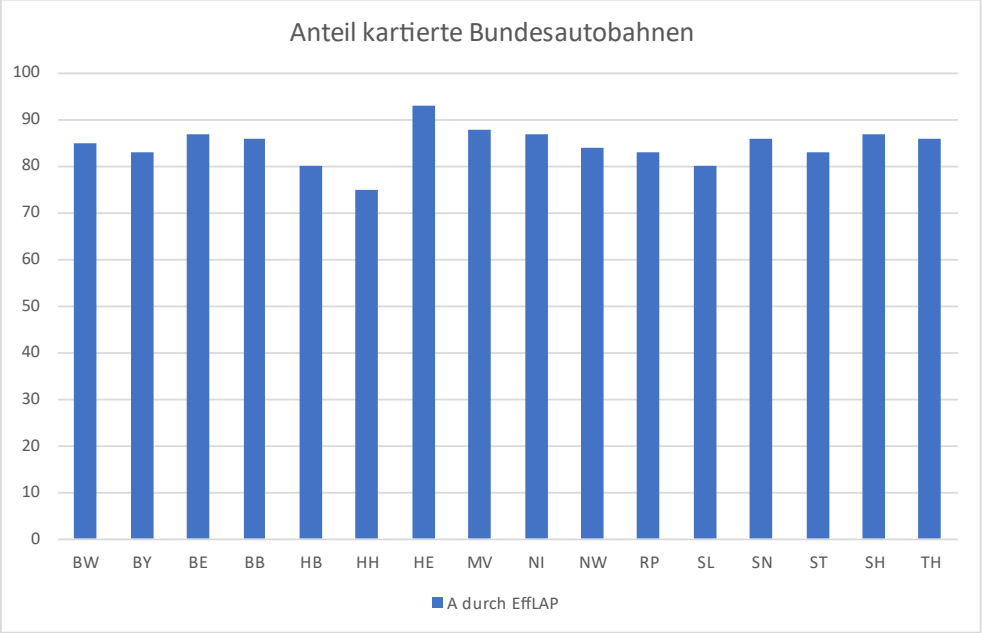

Abbildung 16: Anteil (in %) der kartierten Bundesautobahnen (nach Länge)

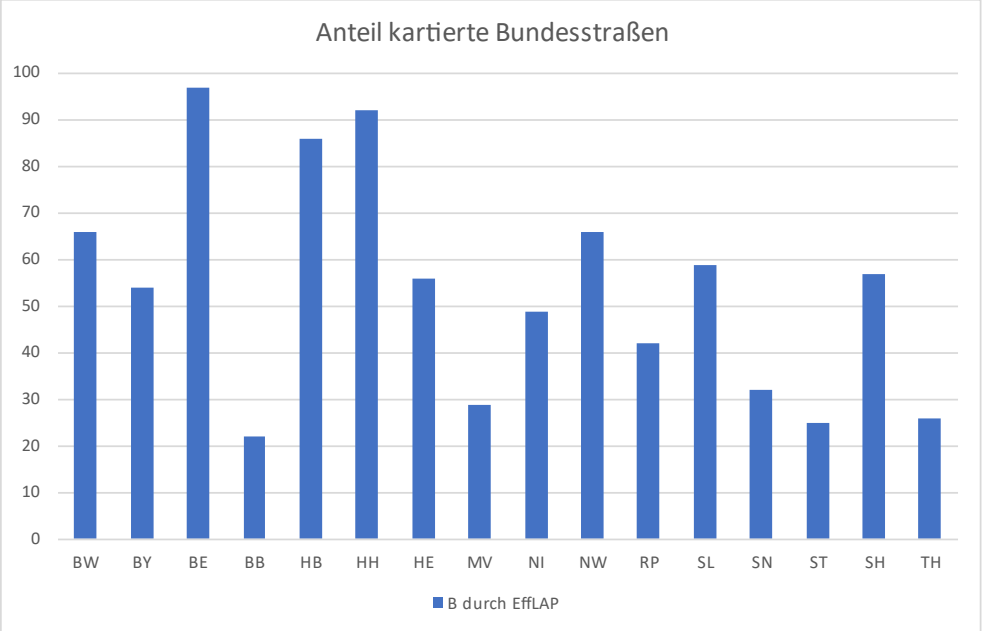

Abbildung 17: Anteil (in %) der kartierten Bundesstraßen (nach Länge)

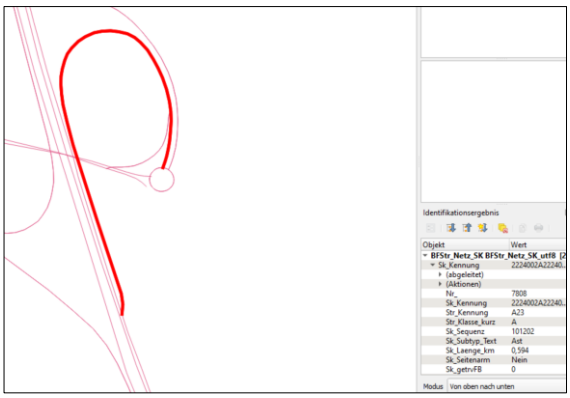

Abbildung 18: Element im BISStra-Netz, Subtyp „Ast“, exemplarisch hervorgehoben

Eine in Abbildung 19 dargestellte Überlagerung der Anteile der Zählstellen zeigt sowohl den Anteil der kartierten Straßen (gelbe Linie) als auch den Anteil der Zählstellen aus der automatisierten Verkehrszählung der BASt, kategorisiert nach Verkehrsmenge (weniger oder mehr als 3 Millionen Fahrzeuge pro Jahr). Diese erste grobe Auswertung (nur automatisierte Zählstellen, keine Gewichtung nach repräsentativer Netzlänge für die Zählung) zeigt bereits, dass die Menge der aufgrund zu wenig Verkehrs nicht kartierten Straßen (orange) gut mit der Menge der nicht kartierten Straßen korreliert: In keinem Fall ist der Anteil kartierter Straßen größer, die Differenz zwischen kartierten Straßen (gelbe Linie) und Straßen größer 3 Millionen Fahrzeugen liegt weitgehend bei weniger als 10 % (Ausnahmen: bei Bayern und Nordrhein-Westfalen rund 25 %, Saarland rund 40 %, größere Abweichungen zudem bei den Stadtstaaten Berlin, Hamburg und Bremen).

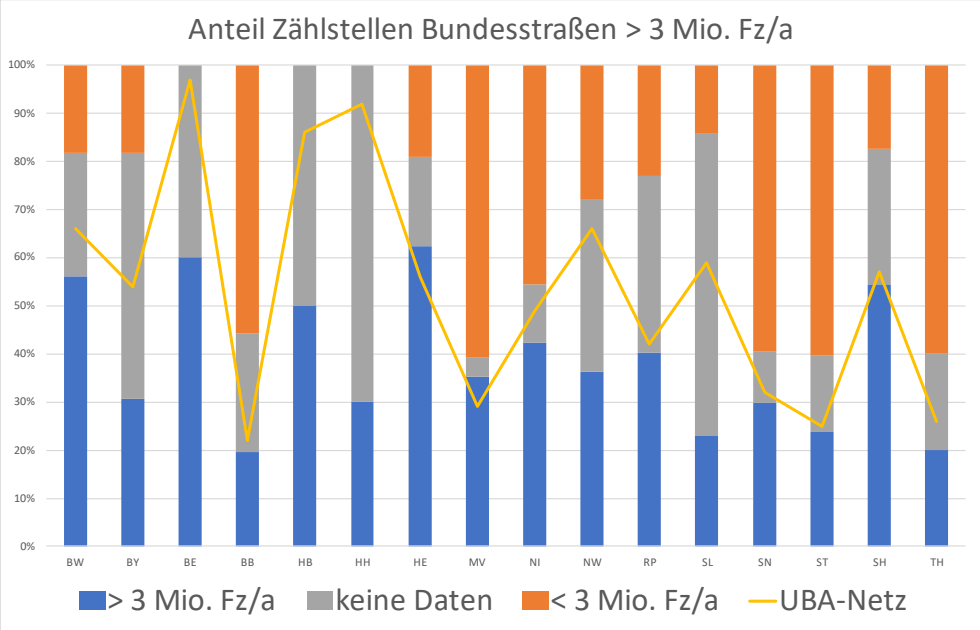

Abbildung 19: Anteil der Bundesstraßen nach Verkehrsmenge (Kartierungsschwelle der Umgebungslärmrichtlinie) sowie Anteil der kartierten Bundesstraßen im UBA-Netz [6]

[6] > 3Mio. Fz/a: mehr als 3 Mio. Fahrzeuge pro Jahr (oberhalb der Kartierungsschwelle)
> 3Mio. Fz/a: weniger als 3 Mio. Fahrzeuge pro Jahr (unterhalb der Kartierungsschwelle)
keine Daten keine Verkehrsdaten für die Zählstelle vorliegend

Auswertung der Betroffenheit durch Bundesfernstraßen

Aufbauend auf dem Modell der Lärmkartierung Schleswig-Holstein 2022 wurde eine Berechnung durchgeführt[7], die eine getrennte Auswertung nach Straßenklassen ermöglicht. Unterschieden wurde hier zwischen Bundesstraßen, Bundesautobahnen und sonstigen Straßen (nicht Bundesfernstraßen). Die Ergebnisse der ermittelten Betroffenheiten sind in Abbildung 20 und Abbildung 21 dargestellt. Es zeigt sich, dass die Einzelbeiträge weitgehend die Gesamtbelastung abbilden und nur geringe Überlagerungseffekte (Summierung des Lärms aus mehreren Quellen) vorliegen. Dies könnte in urbanen Lagen mit einem dichteren Straßennetz deutlich abweichend aussehen. Ebenfalls erkennbar ist, dass der Anteil Betroffener ab 70 dB(A) L_{DEN} bzw. 60 dB(A) L_{Night} sehr gering ausfällt. Über 75 dB(A) L_{DEN} bzw. 65 dB(A) L_{Night} liegen nur noch vereinzelte Betroffenheiten vor.

In Tabelle 6 und Tabelle 7 dargestellt sind die Anteile der Straßenklassen an der Gesamtbelastung in Prozent. Es zeigt sich hierbei, dass die Bundesstraßen bis 69 dB(A) L_{DEN} einen weitgehend gleichen Anteil von 27-29 % an der Gesamtbelastung aufweisen. Eine vergleichbare Größe ergibt sich auch bei bis zu 59 dB(A) L_{Night}. Bei den Bundesautobahnen nimmt der Anteil an der Gesamtbelastung bereits ab 60 dB(A) L_{DEN} bzw. 55 dB(A) L_{Night} deutlich ab. Oberhalb 65 dB(A) L_{DEN} bzw. 55 dB(A) L_{Night} ist der Beitrag der Bundesautobahnen vergleichsweise verschwindend gering (in Summe 2 % bzw. 6 % über alle Pegelklassen). In Konsequenz dieser Verteilung nimmt der Anteil der nicht-Bundesfernstraßen an der Belastung zu höheren Pegelklassen tendenziell schrittweise zu.

[7] Hinweis: Die Berechnung wurde mit einer Vereinfachung durchgeführt, sodass die Ergebnisse nicht 1:1 mit den offiziellen Ergebnissen vergleichbar sind!

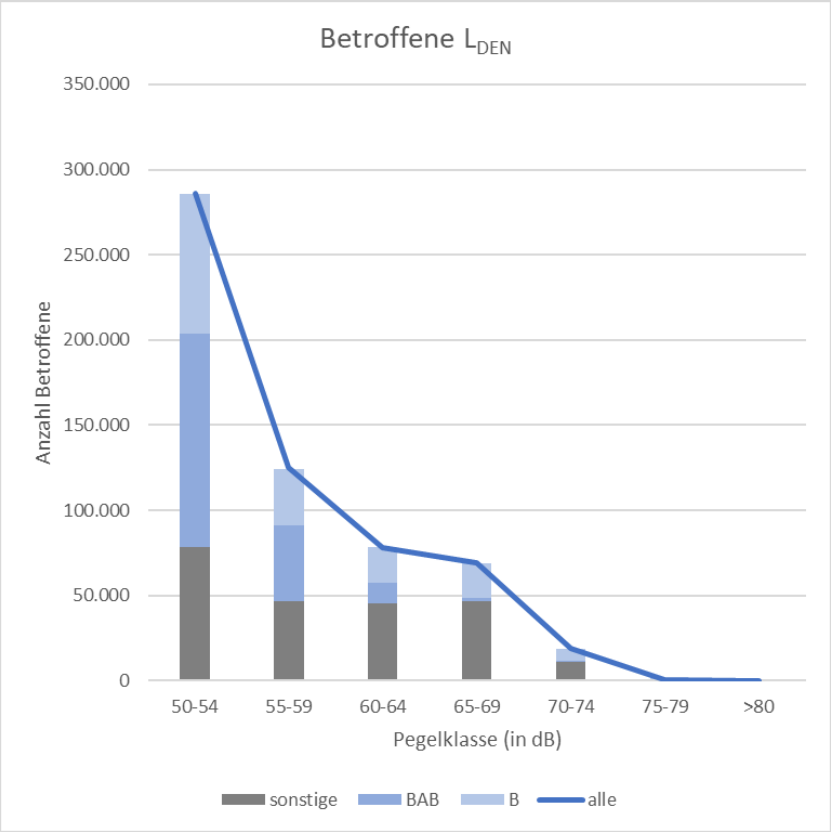

Abbildung 20: Berechnungsergebnisse (Modellgebiet) getrennt nach Straßenklasse - L_{DEN}

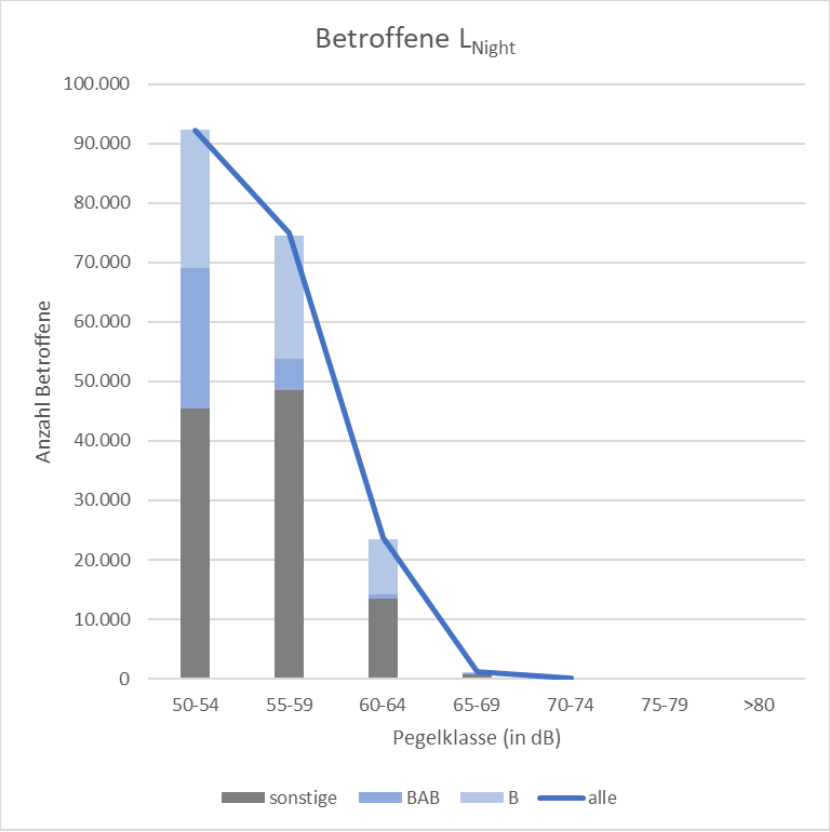

Abbildung 21: Berechnungsergebnisse (Modellgebiet) getrennt nach Straßenklasse - L_{Night}

Tabelle 6: Anteil der Straßenklasse an der Betroffenheit - L_{DEN}

Pegelklasse in dB	Anteil an Betroffenen in der jeweiligen Pegelklasse			
	Bundesstraßen	Bundesautobahnen		sonstige
50-54	29 %	44 %		27 %
55-59	27 %	36 %		37 %
60-64	27 %	15 %		58 %
65-69	29 %	3 %	3 %[8]	68 %
70-74	37 %	2 %		60 %
74-79	18 %	5 %		76 %
>80	0 %	100 %		0 %

Tabelle 7: Anteil der Straßenklasse an der Betroffenheit - L_{Night}

Pegelklasse in dB	Anteil an Betroffenen in der jeweiligen Pegelklasse			
	Bundesstraßen	Bundesautobahnen		sonstige
50-54	25 %	26 %		49 %
55-59	28 %	7 %	6 %[8]	65 %
60-64	38 %	3 %		57 %
65-69	29 %	8 %		62 %
70-74	0 %	58 %		42 %
74-79	-	-		-
>80	-	-		-

[8] Zusammengefasster Anteil über die Pegelklassen >65 dB(A) (L_{DEN}) bzw. >55 dB(A) (L_{Night})

4.3.2 Abschätzung der Bundesstraßen unterhalb der Kartierungsschwelle

Im Rahmen der Umgebungslärmkartierung sind nur Hauptverkehrsstraßen mit einem jährlichen Verkehrsaufkommen von mehr als 3 Millionen Fahrzeugen pro Jahr zu kartieren. Dies entspricht einem durchschnittlichen täglichen Verkehr (DTV) von mehr als 8.219 Fahrzeugen. In Abbildung 22 dargestellt ist der Anteil der Bundesstraßen aus der SVZ 2021, klassifiziert nach DTV in Tausenderschritten (ausgehend von 8.219 Fahrzeugen pro Tag). In die Kartierung aufzunehmen wären die grün und blau dargestellten Anteile, nicht zu kartieren wären die gelb und orange dargestellten Anteile.

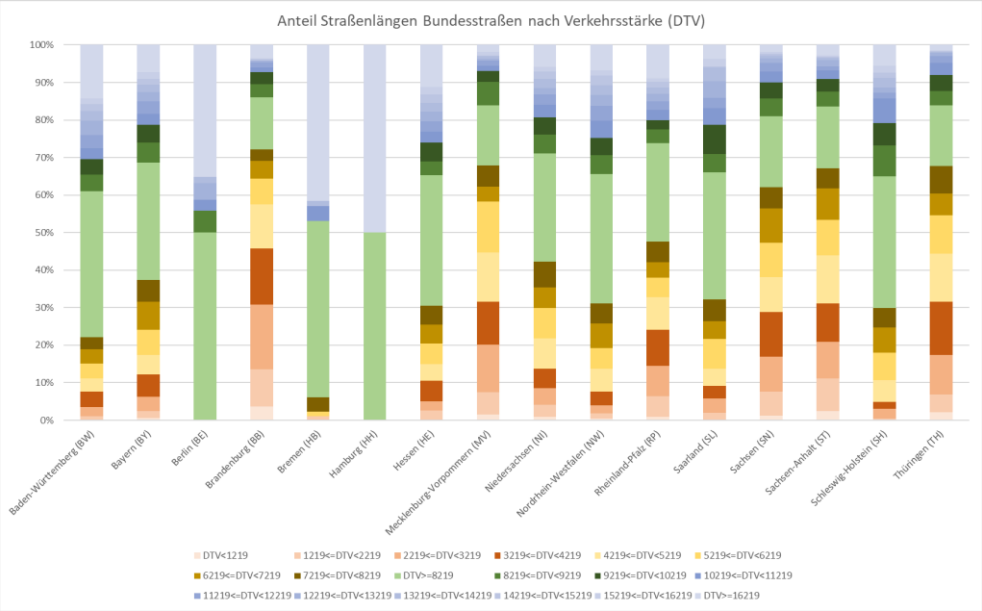

Abbildung 22: Anteile der Bundesstraßen nach Länge, klassifiziert nach DTV

Für eine Abschätzung der Betroffenheiten, die durch die Straßen mit weniger als 8.219 Fahrzeugen pro Tag hervorgerufen werden, soll ein statistisches Verfahren angewandt werden. Hierfür wird für die Verkehrsklassen unterhalb der Kartierungsschwelle jeweils eine Pegeldifferenz ermittelt. Mit dieser Pegeldifferenz sind dann die Betroffenheiten zu korrigieren (verschieben). Eine weitere Korrektur hat anhand der Länge der jeweils in der Verkehrsmengenklasse repräsentierten Straßen zu erfolgen.

In den Auswertungen zur Lärmkartierung nach Umgebungslärmrichtlinie wird die Anzahl der Betroffenen üblicherweise jeweils nur in Pegelklassen mit Schrittweite von 5 dB ausgewertet. Abbildung 23 aus der Phenomena-Studie (Europäische Kommission, 2021) zeigt das gewählte Vorgehen, das auf einer Verschiebung der Betroffenheit in den Pegelklassen beruht. Die Belasteten einer Pegelklasse werden um die Emissionsdifferenz verschoben.

Da die Differenzen eine feinere Auflösung als 5 dB(A) aufweisen, in denen die Belastungen vorliegen, ist es notwendig, die Betroffenen auf eine feinere Klassifizierung zu verteilen. Es wurde als Auflösung eine Schrittweite von 0,1 dB gewählt. Dies ist ausreichend, um die unterschiedlichen Differenzen abzubilden. Datenauswertungen im Rahmen eines UBA-Projektes, die auf den tatsächlichen, nicht klassifizierten Fassadenpegeln beruhen, zeigen, dass bei detaillierterer Betrachtung nicht sicher von einem einfachen Polynom oder einer linearen Regression ausgegangen werden kann.

Für die Verteilung der Betroffenen auf 0,1 dB-Klassen wurde daher der einfache Ansatz einer gleichmäßigen Verteilung innerhalb der jeweiligen Pegelklasse gewählt. Das bedeutet,

dass z. B. bei 10.000 Betroffenen in einer 5-dB-Klasse jeweils 1/50 auf jede 0,1-dB-Klasse entfällt, die damit 200 Betroffene umfasst. Eine Minderung der Betroffenheit wird damit in dieser Klasse pro 0,1 dB zu einem Rückgang von 200 Betroffenen führen. Es kommt innerhalb dieser Klasse jedoch gleichzeitig zu einer Zunahme aus der Pegelklasse oberhalb: die Betroffenen der jeweils höheren Klasse erfahren ebenfalls eine Minderung und erreichen dann die Werte der darunterliegen Pegelklasse. Am Ende werden die in 0,1-dB-Schritten vorliegenden Ergebnisse für die Auswertung wieder auf 5-dB-Klassen aggregiert.

In Abbildung 24 ist das Vorgehen nochmals exemplarisch für 1-dB-Klassen dargestellt. Die grauen Säulen stellen die Ausgangssituation dar, die orangenen entsprechen einer Verschiebung um -3 dB, in der Grafik erkennbar nach links zu geringeren Pegelbereichen. Die Betroffenen aus der Klasse „59 dB(A)“ werden dann der Klasse „56 dB(A)“ zugeordnet. Über die Summation (Bereich unter der Klammer) zum Beispiel in der Klasse „55-59 dB(A)“ ergeben sich damit geringere Belastungen.

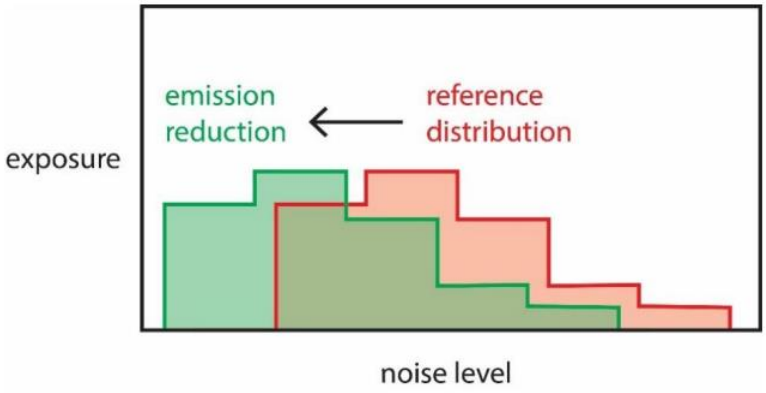

Abbildung 23: Illustration des Effekts einer Reduktion der Lärmbelastung auf die Betroffenen in den Pegelklassen, Quelle: Europäische Kommission, 2021

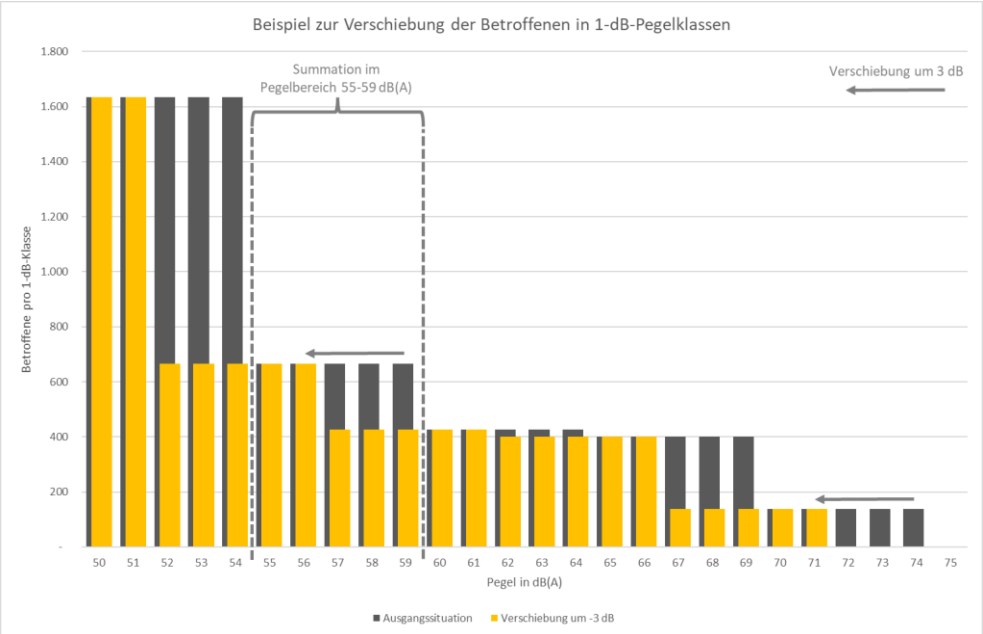

Abbildung 24: Beispiel zur Verschiebung der Betroffenen in 1-dB-Pegelklassen

Vereinfachte Abschätzung unterhalb der Kartierungsschwelle

Eine vereinfachte Abschätzung wird durchgeführt, bei der die Belastungen der kartierten Bundesstraßen einheitlich pro Streckenlänge berücksichtigt werden. Die Straßen mit einer DTV kleiner 8.200 Fahrzeuge werden in Klassen von je 1.000 DTV gruppiert (7.200-8.200 DTV usw.), die Emissionsdifferenzen ermitteln sich dann aus der Mitte dieser Klasse zur Mitte der Klasse mit 8.200 DTV. Die Emissionsdifferenz ist damit stark unterschätzt: die Belastung von Straßen mit höherer Verkehrsmenge und damit höherer Pegeldifferenz geht anteilig in die Belastung ein.

Mit den in Abbildung 22 dargestellten Anteilen ergeben sich bei einer entsprechenden Pegelverschiebung relativ zur Untergrenze (8.200 DTV) und Längenkorrektur der Betroffenheiten der Bundesstraßen die in Abbildung 25 dargestellten zusätzlichen Betroffenheiten („B ergänzt“). Diese liegen je Pegelklasse bei rund 54-83 % der Betroffenheit der Bundesstraßen. Bezogen auf die Gesamtbelastung erhöht sich bis 75 dB(A) L_{DEN} die Betroffenheit um 19-23 %, für 75-79 dB(A) um 10 %.

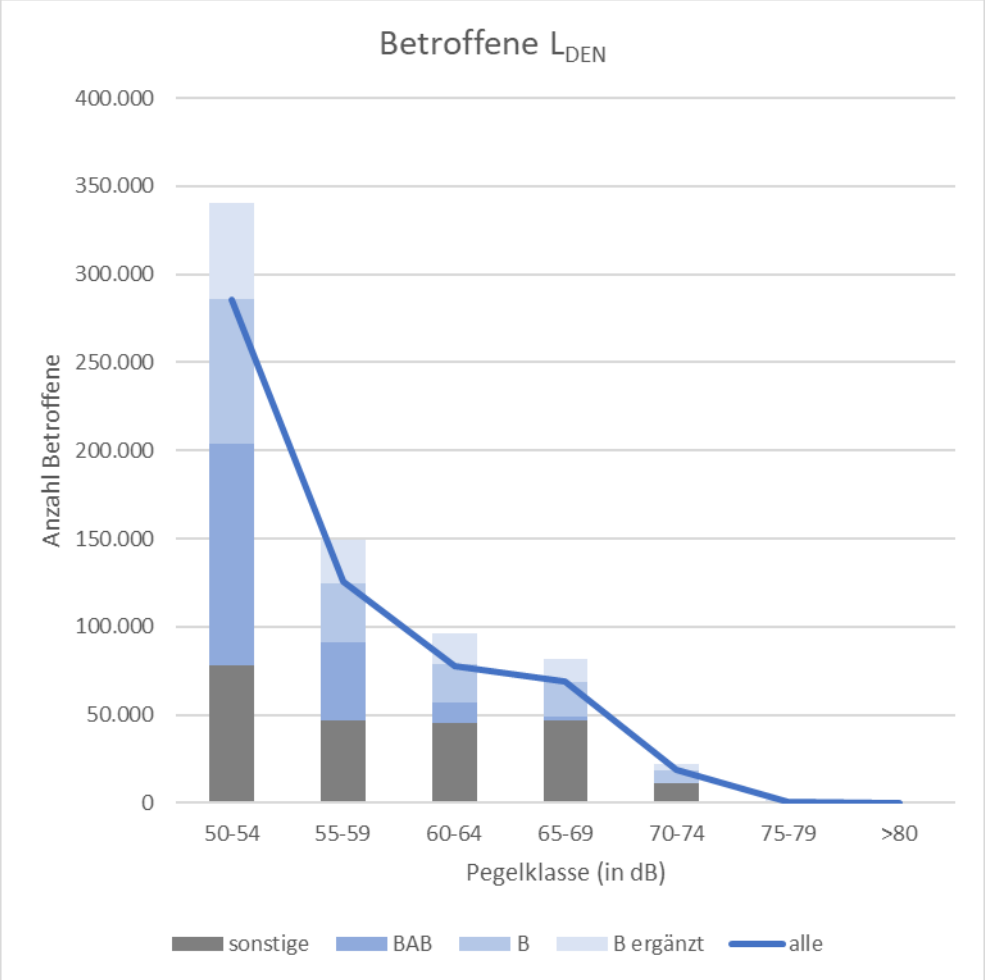

Abbildung 25: Berechnungsergebnisse getrennt nach Straßenklasse - L_{DEN} - Bundesstraßen ergänzt um einfache Interpolation (überschätzt)

Verbesserte Abschätzung unterhalb der Kartierungsschwelle

Um die Beiträge der Straßen unterhalb der Kartierungsschwelle besser zu bewerten, erfolgte eine Berechnung und Auswertung in vordefinierten DTV-Klassen. Diese sind, ausgehend von der Kartierungsschwelle mit 3 Mio. Fahrzeugen pro Jahr bzw. rund 8.200 Fahrzeugen pro Tag (DTV), so gewählt, dass durch die Änderung der Verkehrsmenge jeweils ein Pegelunterschied von 1 dB resultiert. Die DTV-Klasse 16.400 ist damit 3 dB oberhalb der mit 8.200, wie zu erwarten bei einer Verdoppelung des Verkehrs.

Der Beitrag der einzelnen DTV-Klassen ist in Abbildung 26 dargestellt. Unter Berücksichtigung der jeweiligen Streckenlängen, die in Abbildung 27 dargestellt sind, wird aus Abbildung 26 ersichtlich, dass der Anteil der Strecken ab >16.400 DTV überrepräsentiert ist. Dies ist auch in der Ansicht der Betroffenen pro km Streckenlänge in Abbildung 28 erkennbar: Ab der Klasse >16.400 DTV nimmt die Betroffenheit in fast allen Pegelklassen deutlich zu (Ausnahme: 65-69 dB, dort nur leichte Zunahme). Im Pegelbereich ab 75 dB(A) L_{DEN} treten kaum noch relevante Betroffenheiten auf.

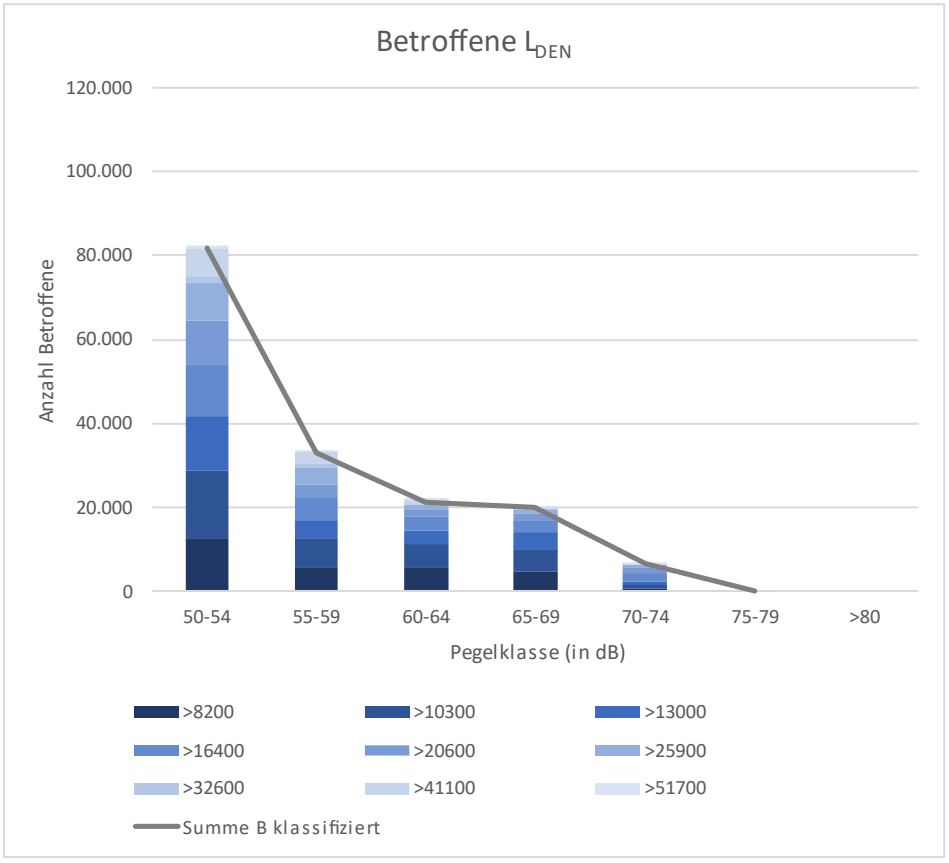

Abbildung 26: Berechnungsergebnisse getrennt nach Straßenklasse - L_{DEN} - Bundesstraßen getrennt nach Anteil der DTV-Klassen

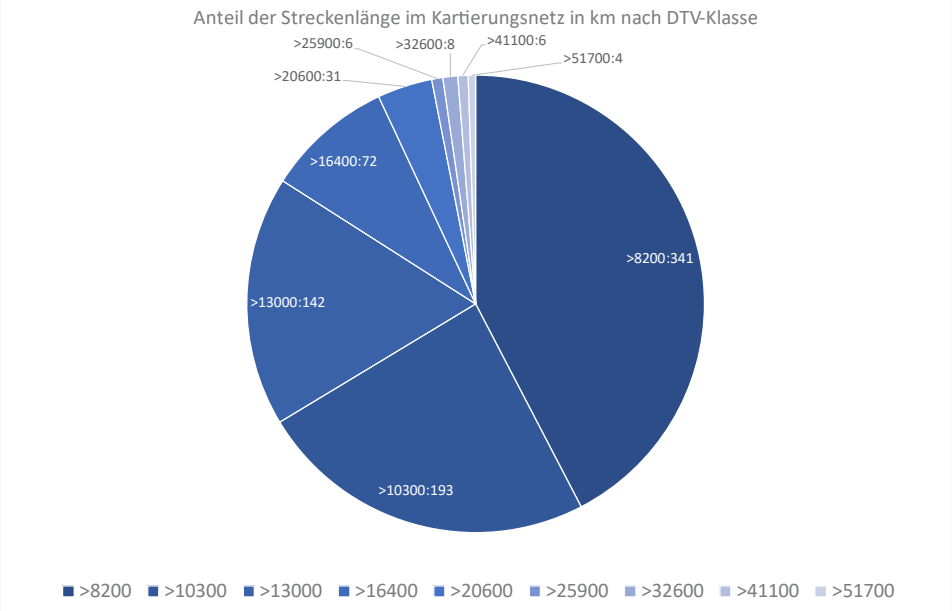

Abbildung 27: Anteil der Streckenlängen im Kartierungsnetz nach DTV-Klasse

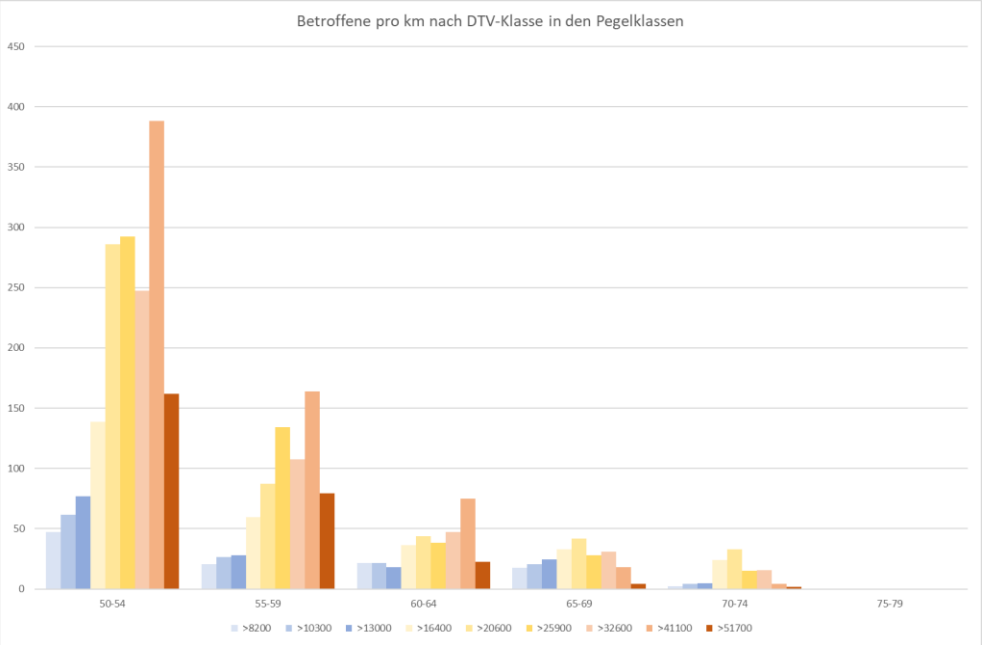

Abbildung 28: Relative Betroffenheit (Anzahl Betroffene) pro km Streckenlänge, getrennt nach DTV-Klasse und Pegelklasse

Ausgehend von den ermittelten Betroffenheiten pro km Streckenlänge in den einzelnen DTV-Klassen erfolgt eine Hochrechnung der sich ergebenden Betroffenheiten aus den niedrigeren DTV-Klassen unterhalb 8.200 Fahrzeugen pro Tag. Hierbei werden zwei Varianten betrachtet:

1. Betroffenheit pro km wie in den Klassen unterhalb 16.400 (>8.200, >10.300, >13.000) gemittelt.
2. Betroffenheit pro km über alle Klassen gemittelt.

Der erste Ansatz berücksichtigt, dass die Strecken mit geringem DTV sich in den Betroffenheiten tendenziell wie die kartierten Straßen mit vergleichsweise geringen Verkehrsmengen verhalten. Der zweite Ansatz dient zur Kontrolle, wie eine Betroffenheit im „Worst-Case“ sich ergibt. In beiden Varianten werden die analysierten Straßen noch hinsichtlich ihres Anteils an der Streckenlänge gewichtet.

Die sich ergebende Betroffenheit wird jeweils auf die Verkehrsmenge umgerechnet. Das heißt, dass die Straßen pro Klasse mit 1 dB geringeren Emissionen angesetzt werden. Eine Unterscheidung nach weiteren Parametern (Geschwindigkeit, Straßenoberfläche, Schwerverkehrsanteil) findet hier vorerst nicht statt. Die ergänzten Straßen gehen dann wiederum mit ihrer Streckenlänge gewichtet in die Ermittlung der gesamten Betroffenheit ein. Abbildung 29 zeigt die Streckenlängen nach DTV-Klassen. Die Strecken mit weniger als 8.200 Fahrzeugen pro Tag machen rund die Hälfte des Streckennetzes aus, hierbei die oberen Klassen (6.500-8.200 und 5.200-6.500 Fahrzeuge) jeweils ein Drittel. Straßen mit weniger als 5.200 Fahrzeugen machen insgesamt nur ein Drittel der zusätzlichen Verkehrswegelängen aus.

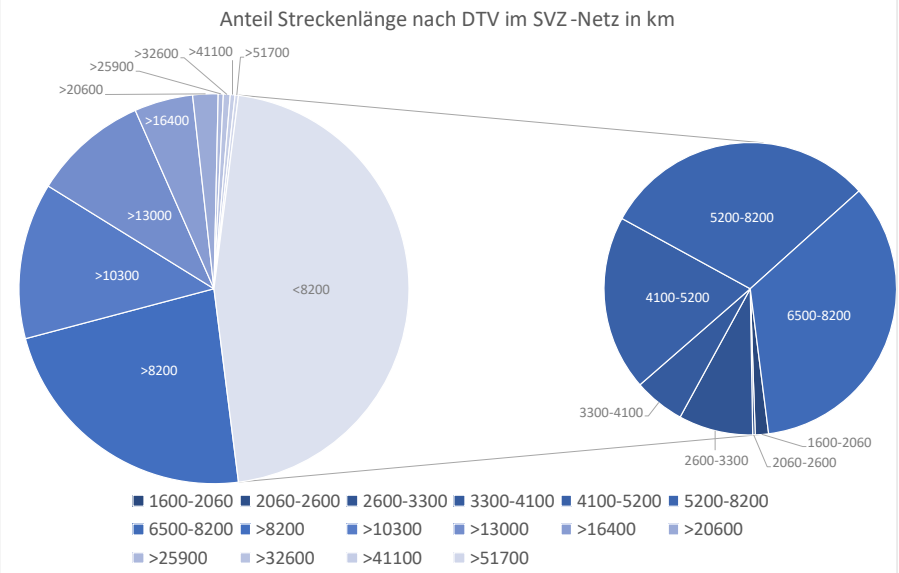

Abbildung 29: Anteil der Streckenlängen nach DTV-Klasse

Abschätzung nach Variante 1

Für die Variante 1, bei der nur die streckenbezogene Betroffenheit der Straßen mit 8.200-16.400 DTV für die niedrigbelasteten Straßen herangezogen wird, ergeben sich die in Abbildung 30 dargestellten Belastungen. Je nach Pegelklasse ergeben sich Zunahmen von 14-64% (siehe auch Tabelle 8). In Summe über alle Betroffenen nimmt die Anzahl um rund 38 % zu.

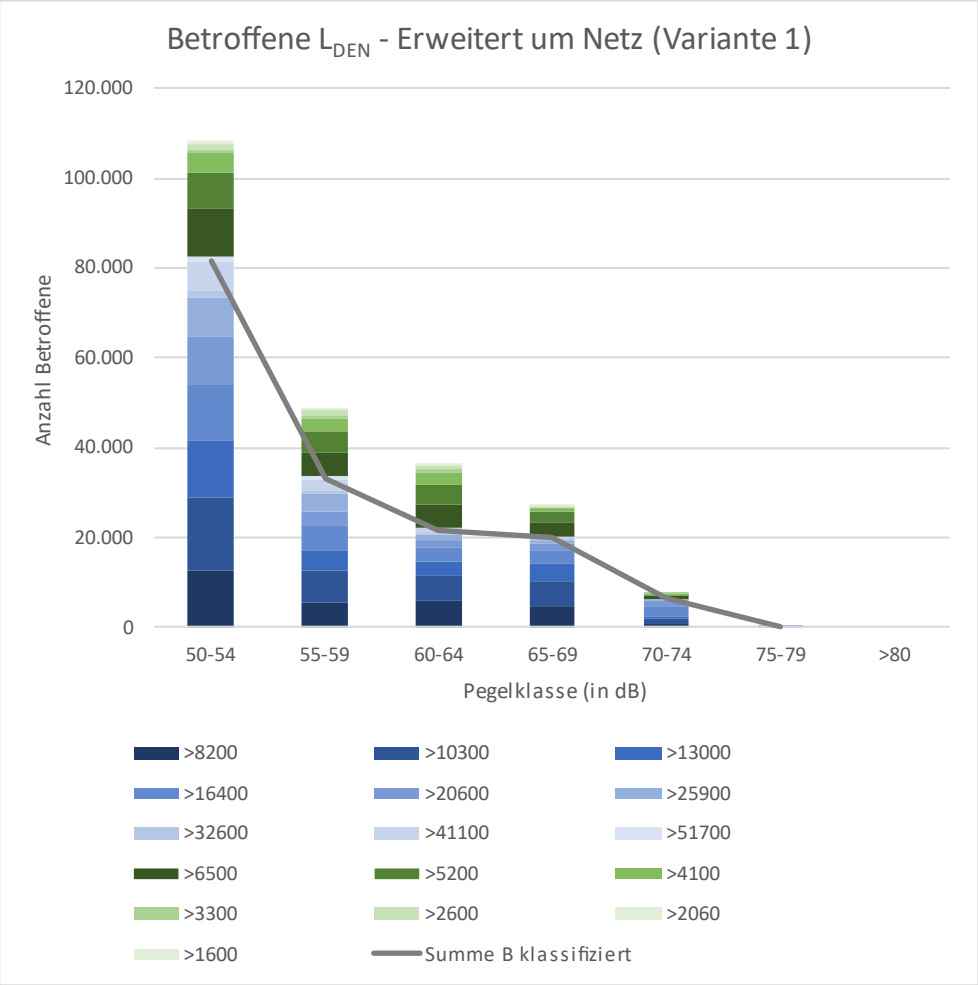

Abbildung 30: Betroffenheiten des erweiterten Netzes (Variante 1)

Abschätzung nach Variante 2

Für die Variante 2, bei der die streckenbezogene Betroffenheit aller Straßen oberhalb 8.200 DTV für die niedrigbelasteten Straßen herangezogen wird, ergeben sich die in Abbildung 31 dargestellten Belastungen. Je nach Pegelklasse ergeben sich Zunahmen von 13-69 % (siehe auch Tabelle 8). In Summe über alle Betroffenen nimmt die Anzahl um rund 43 % zu.

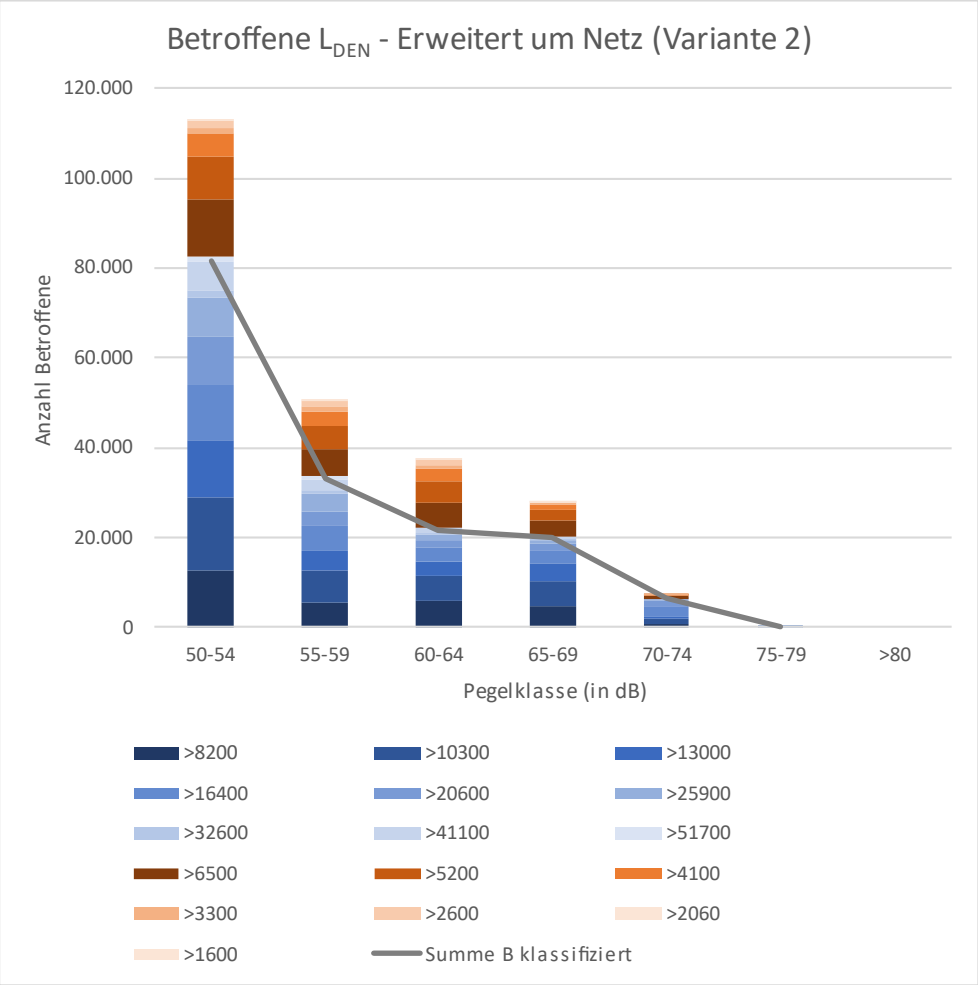

Abbildung 31: Betroffenheiten des erweiterten Netzes (Variante 2)

4.3.3 Abschätzung der Abweichung durch geänderte Verkehrsmengen

Grundsätzlich spielen bei z. B. der Planung von Lärmminderungsmaßnahmen Verkehrsmengenänderungen keine wesentliche Rolle. Der Einfluss der Verkehrsmenge ist relativ gering. Eine Pegelminderung von rund 1 dB bedarf bereits einer Minderung der Verkehrsmenge um rund 20 % (bei gleichbleibendem SV-Anteil) bedarf. Bei der statistischen Analyse großer Gebiete können sich jedoch bereits geringe Änderungen relevant auf die Betroffenheit auch in geringen Pegeldifferenzen auswirken. Durch Über- oder Unterschreiten der Grenzen der Pegelklassen kann sich eine Änderung somit auch auf die jeweilige Summe in der Pegelklasse auswirken.

Auf Grundlage der zuvor vorgestellten Pegelverschiebung (siehe Abbildung 24) kann auch der Effekt einer geänderten Verkehrsmenge grob abgeschätzt werden. Bei einer Änderung um 0,1 dB würde eine Verschiebung um je 1/50 (entsprechend 2 % der Betroffenen) aus einer Pegelklasse in die jeweils angrenzende, resultieren. Eine Verkehrsmengenänderung von 10 % (bei gleichbleibendem SV-Anteil) resultiert in einer Emissionsänderung von 0,4 dB und somit einer Betroffenenverschiebung um rund 8 %.

In Abbildung 32 dargestellt ist die Änderung der Verkehrsmengen auf Bundesstraßen in der SVZ 2021 gegenüber 2019. Es zeigt sich, dass ein nicht unerheblicher Anteil der Bundesstraßen eine Verkehrsmengenabnahme von mehr als 10 %[9] und somit resultierend eine Verschiebung der Betroffenheit von mehr als 10 % erwarten lässt. Bei der Bewertung der Ergebnisse verschiedener Datenherkunft (Lärmkartierung gegen Bundesmodell) ist daher eine solche Ungenauigkeit zu berücksichtigen. Zudem zeigt sich, dass Maßnahmen eventuell nicht vergleichend abgebildet werden können, wenn es auch nur zu geringen Änderungen der Verkehrsmenge kommt.

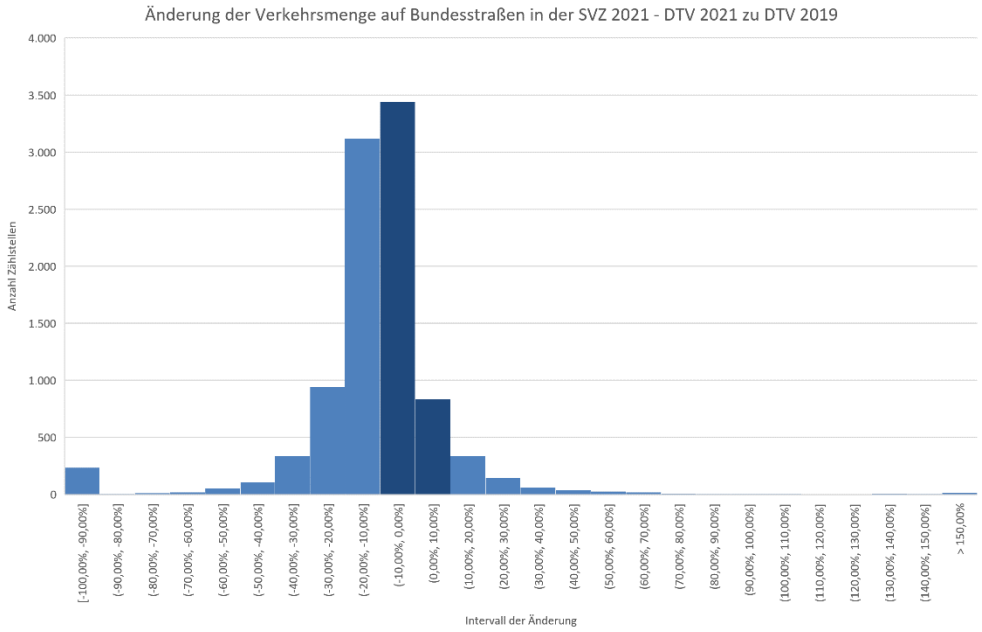

Abbildung 32: Änderung der Verkehrsmenge auf Bundesstraßen in der SVZ, DTV 2021 zu DTV 2019

[9] Die SVZ 2021 weist coronabedingt tendenziell niedrigere Werte aus. Daher ist ein Vergleich mit der SVZ 2019 nicht repräsentativ. Die hier durchgeführten Berechnungen mit unterschiedlichen Datengrundlagen zeigen jedoch die Sensitivität auf die Verkehrsmenge.

4.3.4 Zusammenfassung zum statistischen Modell und mögliche Optimierung

Die Auswertung des Lärmkartierungsmodells zeigt, dass die Bundesfernstraßen je nach Pegelklasse einen stark unterschiedlichen Beitrag zur Betroffenheit sowohl im Tagzeitraum (L_{DEN}) als auch im Nachtzeitraum (L_{Night}) leisten. Aus Tabelle 6 und Tabelle 7 zeigt sich, dass der Anteil der Bundesstraßen an der Gesamtbelastung bis L_{DEN} < 70 dB(A) bei rund 30 % der ermittelten Betroffenheit liegt. Im Nachtzeitraum schwankt der Anteil bei L_{DEN} < 70 dB(A) stärker zwischen 25 bis fast 40 %. Der Anteil der Bundesautobahnen liegt im L_{DEN} ≥ 65 dB(A) bzw. L_{Night} ≥ 55 dB(A) (bis auf wenige Ausnahmen bei hohen Beurteilungspegeln) bei deutlich unter 10 %.

Unter Berücksichtigung eines statistisch ergänzten Kartierungsnetzes, das auch die Belastungen der Abschnitte unterhalb der Kartierungsschwelle berücksichtigt, ergeben sich die in Tabelle 8 dargestellten Zunahmen der Belastungen im Bundesstraßennetz. Erkennbar ist, dass die vereinfachte Abschätzung, bei der die Emissionsdifferenz der geringbelasteten Straßen zu den kartierten Straßen zu gering angesetzt wird, deutlich höhere Zunahmen der Belastungen ergibt. Bei den detaillierteren Varianten, die eine streckenbezogene Belastung nur der Straßen unterhalb 16.400 DTV im Vergleich zum Mittel über alle kartierten Bundesstraßen berücksichtigen, sind die Unterschiede deutlich geringer.

Insgesamt wird im kartierten Netz unter Berücksichtigung auch der Bundesautobahnen die Abweichung durch die Bundesstraßen mit nicht kartierter Verkehrsmenge etwas geringer ausfallen (siehe Tabelle 9). Insbesondere in den höheren Pegelklassen ab 60 dB(A) L_{DEN} zeigt sich jedoch eine relevante Zunahme der Belastungen.

Tabelle 8: Zunahme der Belastungen (nur Bundesstraßen) durch erweitertes Netz - L_{DEN}

Pegelklasse in dB	Zunahme der Belastung im Bundesstraßennetz (B)		
	Variante 1	Variante 2	Vereinfacht
50-54	+31 %	+37 %	+67 %
55-59	+45 %	+51 %	+74 %
60-64	+64 %	+69 %	+83 %
65-69	+34 %	+39 %	+65 %
70-74	+14 %	+13 %	+55 %
>74	0%	0%	+54 %

Tabelle 9: Zunahme der Belastungen (Bundesfernstraßen) durch erweitertes Netz - L_{DEN}

Pegelklasse in dB	Zunahme der Belastung im Bundesfernstraßennetz (BAB+B)		
	Variante 1	Variante 2	Vereinfacht
50-54	+12 %	+15 %	+26 %
55-59	+19 %	+22 %	+32 %
60-64	+43 %	+46 %	+54 %
65-69	+31 %	+35 %	+59 %
70-74	+13 %	+12 %	+52 %
>74	0 %	0 %	+43 %

Die Datenlage mit Auswertung eines Flächenbundeslandes zeigt, dass ein bundesweit einheitlicher Anteil der Bundesfernstraßen absehbar nicht ermittelt werden kann. Es hängt stark von den lokalen Gegebenheiten ab, wie hoch der Anteil der Bundesfernstraßen an der Gesamtbelastung ausfallen wird. Für eine statistische Erweiterung des Netzes ergeben sich bereits für das Modellgebiet Schleswig-Holstein, in dem bereits über 50 % der Netzlänge der Bundesstraßen kartiert wurde, bereits deutliche Zuschläge zur Betroffenheit, die je nach Modellansatz stark schwanken. In der Kombination der Zuschläge (Abschätzung Anteils der Bundesstraßen und der Bundesautobahnen und darauf aufbauend Abschätzung Mehrbelastung durch nicht kartierte Streckenabschnitte) ergibt sich nochmals eine deutlich schlechtere Ergebnisgenauigkeit.

Eine Verbesserung des statistischen Ansatzes wäre dann gegeben, wenn die hier erfolgte Ermittlung des Anteils der Bundesfernstraßen (ggf. auch getrennt nach Bundesstraßen und Bundesautobahnen) bereits im Rahmen der Berechnungen erfolgte. Der hierfür notwendige Aufwand im zu kartierenden Modell ist als gering einzuschätzen. Je nach Berechnungssoftware wäre eine getrennte Berechnung notwendig (nur mit den Bundesfernstraßen), was wiederum einen zusätzlichen Berechnungsaufwand bedeuten würde. Es gibt jedoch auch Berechnungsprogramme, die eine „Gruppierung“ der Quellen und eine Teilauswertung ermöglichen. Aufgrund der Zielsetzung des Lärmindikators wäre in jedem Fall eine Berücksichtigung in der Fassadenberechnung ausreichend, eine Rasterberechnung muss nicht erfolgen.

4.4 Statistisches Modell SVZ

Das statistische Modell auf Basis der Straßenverkehrszählung soll aufgrund der geringen Genauigkeit nur kurz betrachtet werden. Die Idee dahinter basiert auf einer Nutzung der Straßenverkehrszählung, die seit 2015 in vergleichbarer Form fortgeschrieben wird. In Abbildung 33 ist ein Beispiel markiert. Für den Abschnitt liegen die Verkehrsmengen in geeigneter Form vor. Zudem ist dem Datensatz die Kennzeichnung auf „Freie Strecke“ oder „Ortsdurchfahrt“ (Spalte „FSOD“), die Länge des Abschnitts (Spalte „Länge“) und ggf. die (anteilige) Länge mit freier Strecke („Länge FS“) zu entnehmen. Die zuzuordnende Gemeinde kann ebenfalls ermittelt werden (Gemeindeschlüssel über Spalten „Land“, „Kreis“ und „Gkenn“), ist jedoch bei längeren Abschnitten nicht eindeutig.

Str	TKZST	Anfang	Ende	EStr	FSOD	FStr	Länge	LängeFS	Land	BA	Region	SMAM	Kreis	Gkenn
B 431	23240614	Heist (L 261)	Uetersen (L 108)		OD	2	4,764	0	1	13	103	2	56	36
B 431	22230610	(L 108) Uetersen	Nordende		FS	2	1,947	1,947	1	13	103	2	56	16
B 431	23230612	Uetersen (L 108)	centrum		FS	2	1,165	1,165	1	13	103	2	56	49
B 431	22230608	Groß Nordende (L 109)	Elmshorn (L 109)		FS	2	3,801	2,379	1	13	103	2	56	15
B 431	22230472	Elmshorn (L 109)	L100		OD	4	1,377	0	1	13	103	2	56	15
B 431	22240470	B 431/K 10	K23		FS	4	2,551	1,291	1	13	103	2	56	15
B 431	22240903	K23	AS Elmshorn (A 23)		FS	4	1,317	1,287	1	13	103	2	56	15

Abbildung 33: Auszug aus dem Datensatz der SVZ 2021, Ergebnisse Bundesstraßen

Insgesamt ergeben sich jedoch viele Ungenauigkeiten, die von einer statistischen Verwendung absehen lassen. Über den Gemeindeschlüssel ließe sich eine mittlere Bebauungsdichte ableiten, über den Anteil „freie Strecke“ oder „Ortsdurchfahrt“ eine mittlere Ausbreitungssituation und damit Lärmbelastung ermitteln. Ungenauigkeiten entstehend jedoch durch die möglicherweise lokal stark unterschiedliche Bebauungsdichte sowie die Entfernung zwischen Straße und Bebauung, besonders bei „freier Strecke“. Bei der Prüfung auf Schallschutzmaßnahmen, insbesondere Schallschutzwände, kann keine ausreichende Berücksichtigung stattfinden. Die Methode scheidet damit aufgrund der hohen Ungenauigkeit durch viele pauschalisierte Ansätze aus.

4.5 Vergleich der Methoden

4.5.1 Vergleich der Berechnungsergebnisse

In Abbildung 34 und Abbildung 35 dargestellt sind die Betroffenheiten, getrennt für Bundesstraßen und Bundesautobahnen, für die berechneten Szenarien, jeweils für den Lärmindex L_{DEN}. In blau dargestellt ist das Ergebnis der nicht modifizierten Lärmkartierung. Für Bundesstraßen in Hellblau ergänzend dargestellt sind die Abschätzungen zum erweiterten Netz aus Kapitel 4.3.2.

Der Vergleich der Lärmkartierung (blaue Balken, siehe Kapitel 4.1) mit dem Modell Bund unter Berücksichtigung der Lärmschutzwände aus der Lärmkartierung (gelber Balken, siehe Kapitel 4.2) zeigt, dass durch alle übrigen Unterschiede in den Eingangsdaten eine relevante Abweichung zu erwarten ist. Da das Modell Bund alle Bundesfernstraßen enthält, sind diese Werte mit einem erweiterten Netz (hellblaue Balken) zu vergleichen. Für die unteren drei Pegelbereiche bis 64 dB(A) zeigt sich, dass das Modell Bund eine höhere Betroffenheit als das begrenzte Lärmkartierungsnetz ermittelt, jedoch unterhalb der Abschätzung liegt. Ab 65 dB(A) liegt das Bundesmodell unterhalb der Belastung der Lärmkartierung. Dies ist ggf. durch eine erhöhte Berücksichtigung von lärmmindernden Straßenoberflächen zu erklären, die sich insbesondere ich hochbelasteten Bereichen auswirken. Ein direkter Vergleich der Lärmkartierungsergebnisse (blauer Balken) ist mit einem auf das kartierte Netz begrenzten Berechnung (hellgelbe Balken) möglich. Hier zeigt sich, dass das Bundesmodell die Lärmkartierungsergebnisse weitgehend (leicht) unterschätzt. Die Abweichung ist bei den Bundesstraßen höher, bei den Bundesautobahnen deutlich geringer, was einen Hinweis auf die bei den Bundesautobahnen besser übereinstimmende Datenlage sein kann (Straßenoberfläche, Geschwindigkeiten, Verkehrsmengen). Die Summe für die Bundesfernstraßen ist in Abbildung 36 dargestellt.

Beim Vergleich der Datensätze der Lärmschutzwände zeigt sich, dass der Einfluss der Datenherkunft (Lärmkartierung oder pauschalisiertes SIB-Modell) für die Bundesstraßen sehr gering ist. Hierfür lassen sich bei identischem übrigem Modell (Straßen aus Daten der BASt, Gebäude der BKG) der gelbe Balken sowie die beiden grünen Balken vergleichen. Der Einfluss der Wände, die nach 2017 errichtet wurden, ist nochmals wesentlich geringer (Unterschied der grünen Balken). Für die Bundesautobahnen ist die Sensitivität der Lärmschutzwände deutlich höher. Die Summe der Auswirkungen über alle Bundesfernstraßen ist in Abbildung 37 dargestellt.

Ergänzend verglichen wurde noch der Einfluss des Datensatzes zu Gebäuden und Einwohnenden. Hierbei ist nach erster Prüfung nicht zu erwarten, dass die Aktualität des Datensatzes sich relevant auf die Ergebnisse auswirken wird: Die Datensätze stimmen weitgehend überein. Relevant bei der Bewertung wird eher die Verteilung der Einwohnenden auf die Gebäude sein. Diese liegt bei der Lärmkartierung durch Daten der Einwohnermeldeämter genauer vor. Die Berechnung wurde jeweils auf das kartierte Netz begrenzt mit den Wänden der Lärmkartierung durchgeführt, sodass einzig die Verkehrsquellen und die Gebäude sich auf das Ergebnis auswirken. Es zeigt sich in Abbildung 38 im Pegelbereich unterhalb 60 dB(A) eine Abweichung, die für das Bundesmodell basierend auf dem BISStra-Netz im Pegelbereich unterhalb 60 dB(A) geringere Betroffenheiten ausweist. Ab 60 dB(A) ist das Ergebnis mit dem BASt-Netz weitgehend konsistent und unabhängig vom Gebäudedatensatz.

Nach den in Kapitel 4.3.3 dargestellten Abweichung der Verkehrsmengen der SVZ 2021 beim Vergleich der Daten „DTV“ zu „DTV 2019“ ist bereits eine Abweichung der Betroffenheit um über 10 % für rund die Hälfte der Bundesstraßen für unterschiedliche Erhebungszeiträume zu erwarten. Die statistische Differenz würde sich somit verringern.

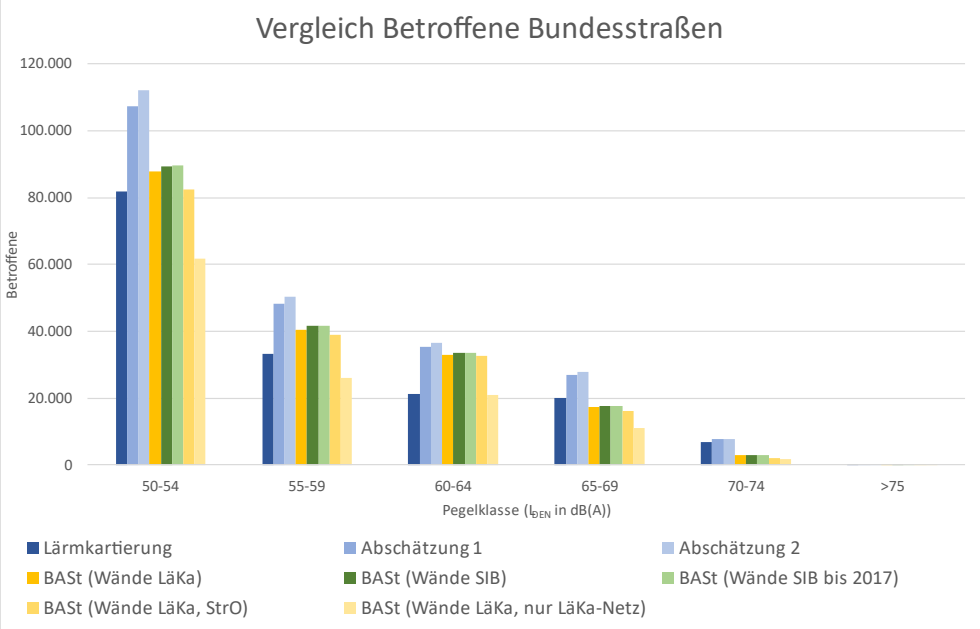

Abbildung 34: Vergleich der Betroffenheit an Bundesstraßen

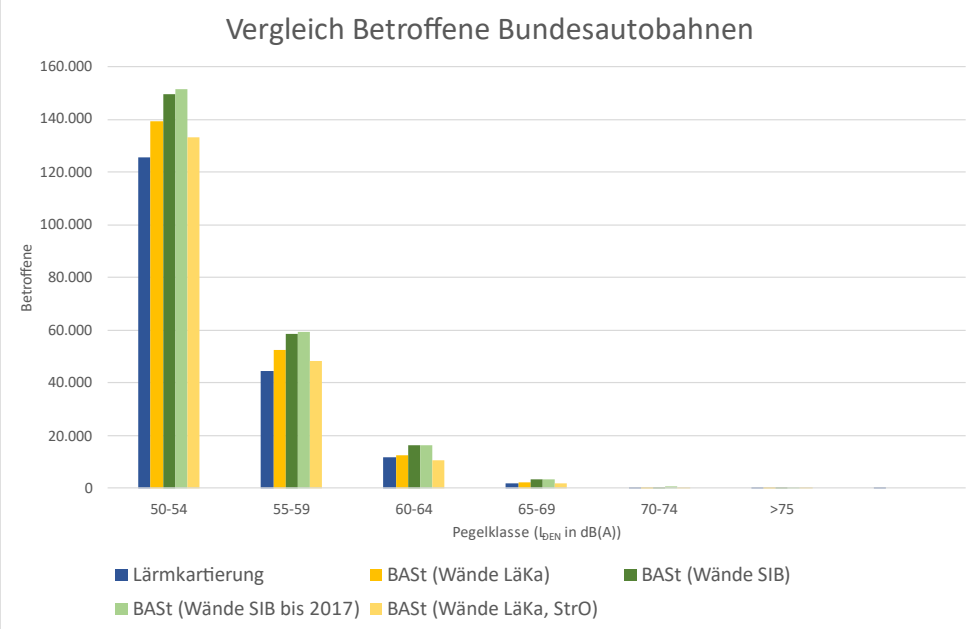

Abbildung 35: Vergleich der Betroffenheit an Bundesautobahnen

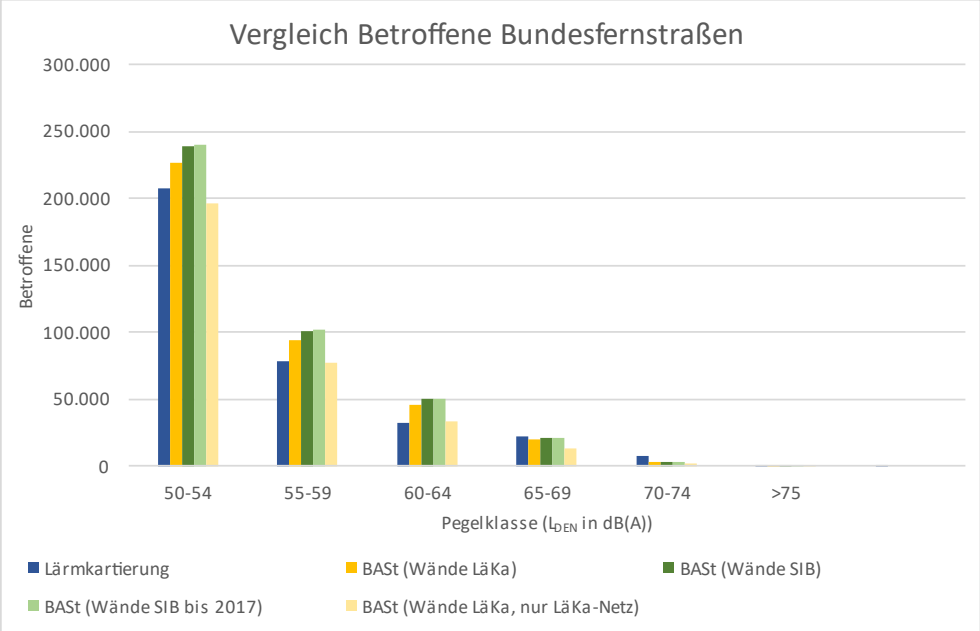

Abbildung 36: Vergleich der Betroffenheit an Bundesfernstraßen gesamt

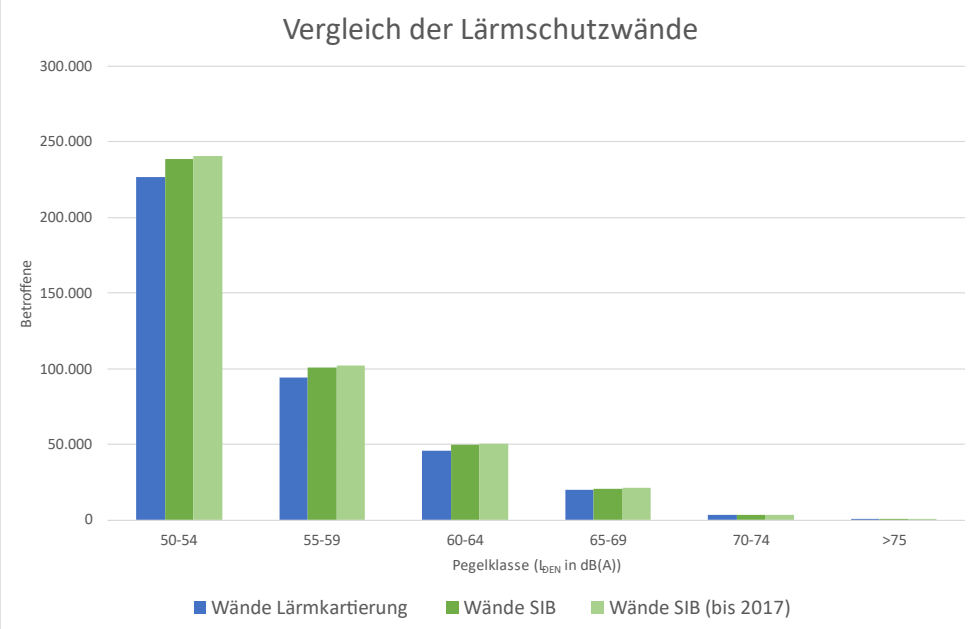

Abbildung 37: Vergleich der Betroffenheit nach Datensatz der Lärmschutzwände

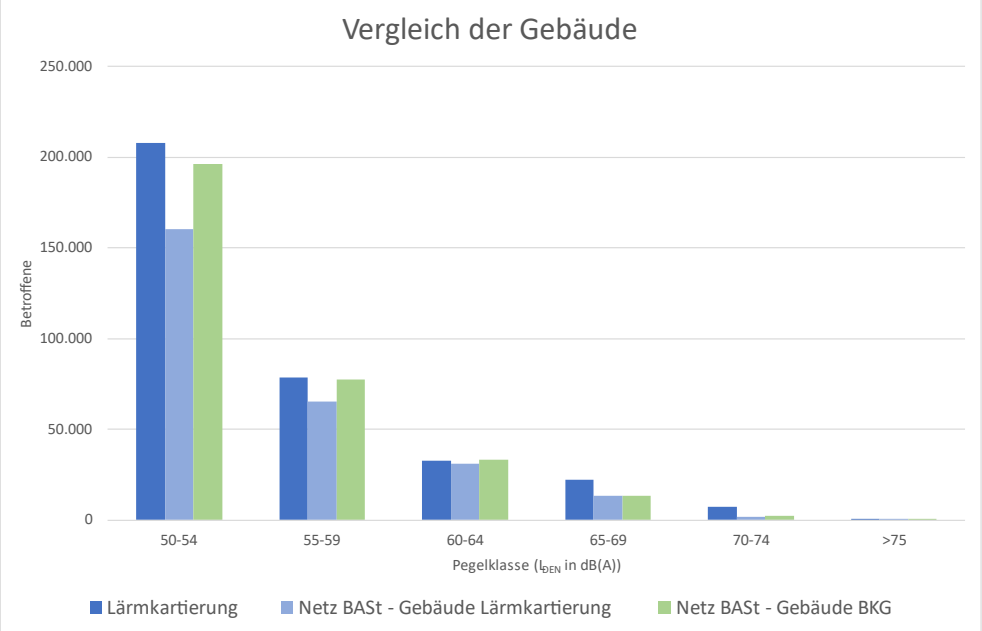

Abbildung 38: Vergleich der Betroffenheit nach Datensatz der Gebäude

4.5.2 Vergleich nach Kriterien

Die erarbeiteten Methoden werden anhand geeigneter Kriterien verglichen und bewertet. Ziel ist es, die erzielbare Qualität und den jeweils damit verbundenen Aufwand abzuschätzen. Die Kriterien umfassen den „Aufwand“, sowohl hinsichtlich Arbeitseinsatz (Datenabfragen, Modellaufbau) als auch Rechenzeit (Einsatz von Rechenkapazität). Zudem wird die „Reproduzierbarkeit“ bewertet. Größere Abweichungen in den Eingangsdaten, die sich rein systematisch aus der Wahl der Datenquelle bedingen, könnten zu unerwünschten Abweichungen im Lärmindikator zwischen zwei Erhebungen führen, die nicht eine Entwicklung der Lärmbelastung an Bundesfernstraßen beschreiben, sondern allein aus der Modellierung entstammen. Dies kann durch Änderungen in den Datensätzen entstehend, wenn z. B. die Datenquelle für einzelne Parameter (z. B. Einwohnende in Gebäuden, Lärmschutzeinrichtungen, ...) nicht auf einheitlicher Datenbasis dauerhaft verfügbar ist. Das Kriterium „Abbildung von Maßnahmen“ bewertet, ob die Schallschutzmaßnahmen an Bundesfernstraßen (Wände, Wälle, Straßenoberflächen, …) im Rechenmodell vollständig und korrekt bewertet werden können. Unter „Genauigkeit/Vollständigkeit“ wird zusätzlich bewertet, wie genau eine solche Bewertung stattfindet, d. h. ob es eher eine statistische Näherung ist, oder ob Teile des Netzes ggf. nicht in die Bewertung einfließen. Zuletzt wird die „Verfügbarkeit“ bewertet, bzw. wie hoch der Aufwand wäre, der für eine Bereitstellung anfiele. Bei der Bewertung sind Farben jeweils relativ zu den übrigen Methoden zu verstehen:

Orange **Schlechte Bewertung**

Gelb **Mittlere Bewertung**

Grün **Gute Bewertung**

Eine grüne Bewertung bedeutet damit nicht, dass diese Methode absolut gesehen „gut“ und vollständig geeignet ist.

Tabelle 10: Vergleich der Methoden

Methode	Bewertungsparameter					
	Aufwand (Arbeit)	Aufwand (Rechenzeit)	Reproduzierbarkeit	Abbildung Maßnahmen	Genauigkeit/ Vollständigkeit	Verfügbarkeit (Aufwand hierfür)
Modell Lärmkartierung Einheitliche Datenquelle		C	G	I	I	M
Modell Lärmkartierung Datensammlung	A	C	G	I	I	N
Modell Bund	B	D		J	J	O
Statistisches Modell Lärmkartierung			H	K	K	P
Statistisches Modell Lärmkartierung B+BAB		E		L	L	Q
Statistisches Modell Lärmkartierung erweitert		F				R

A-R: Anmerkungen in folgender Auflistung

A: Hoher Arbeitsaufwand bei Datenbeschaffung und Modellaufbau

Der Aufwand der Datensammlung der Lärmkartierungsmodelle wird als hoch eingeschätzt. Es sind mindestens alle kartierenden Bundesländer (16) abzufragen und Daten einzuholen. Gegebenenfalls sind auch die Ballungsräume hinzuzuziehen (70 abzüglich der kartierten Stadtstaaten). Aufgrund unterschiedlicher Berechnungsprogramme und damit unterschiedlicher Datenexporte ist zu erwarten, dass die Daten in unterschiedlichen Formaten vorliegen und ein Gesamt-Import damit ebenfalls einen Arbeitsaufwand erzeugt. Dieser entfiele, wenn an zentraler Stelle alle relevanten Eingangsdaten in einheitlichem Format vorlägen.

B: Arbeitsaufwand zum Modellaufbau

Die Datenbeschaffung für einen Modellaufbau aus bundesweit verfügbaren Daten erfordert teilweise nur geringen Abstimmungsaufwand (DGM, Gebäude, Bevölkerung, Straßennetz). Mit Kenntnis der Datenquellen für Straßenoberflächen und Lärmschutzbauwerke sind auch diese mit geringem Aufwand abzufragen. Geschwindigkeiten müssen derzeit dem OSM-Netz oder kommerziellen Datensätzen entnommen werden. Die Daten sind allerdings aufwendig aufzubereiten, was einen sehr hohen Arbeitsaufwand darstellt.

C: Rechenzeit Lärmkartierungsmodelle

Es sind für bundesweite Berechnungen hohe Rechenzeiten erforderlich, um das bereits kartierte Netz, begrenzt auf Bundesfernstraßen, erneut zu berechnen. Mit Ziel des bundesweiten Lärmindikators sind Rechenoptimierungen nutzbar.

D: Rechenzeiten Bundesmodell

Es sind für bundesweite Berechnungen hohe Rechenzeiten erforderlich, um das gesamte Bundesfernstraßennetz zu berechnen. Mit Ziel des bundesweiten Lärmindikators sind Rechenoptimierungen nutzbar. Die Rechenzeit ist höher als im Lärmkartierungsmodell, da das gesamte Netz abgedeckt werden kann.

E: Rechenzeit Lärmkartierung B+BAB

Je nach eingesetzter Rechensoftware ist kein erhöhter Rechenaufwand notwendig.

F: Rechenzeit erweiterte Lärmkartierung

Die Rechenzeit erhöht sich gegenüber der Lärmkartierung.

G: Reproduzierbarkeit Lärmkartierungsmodelle

Die Berechnungsergebnisse sind weitgehend reproduzierbar, da die Bundesländer und Ballungsräume jeweils ebenfalls eine Vergleichbarkeit und Reproduzierbarkeit über die Kartierungsrunden anstreben werden. Es kann bei Abweichungen der Datenquellen der Länder, z. B. bei Nutzung abweichender Verkehrszahlen von der SVZ, vereinzelt zu Abweichungen kommen.

H: Reproduzierbarkeit statistisches Modell

Das statistische Modell ist ebenso anfällig für Abweichungen, die aus Modellbesonderheiten der einzelnen Bundesländer resultieren.

I: Abbildung aller Maßnahmen und Genauigkeit in den Lärmkartierungsmodellen

Die Lärmkartierungsmodelle umfassen weitgehend nur die kartierungspflichtigen Bundesfernstraßen. Damit fehlen alle Bundesfernstraßen mit zu geringen Verkehrsmengen. Maßnahmen an diesen Streckenabschnitten können damit nicht abgebildet werden. Sofern die Lärmkartierungsmodelle um die Abschnitte mit geringer Verkehrsmenge erweitert werden sollen, kommen ähnliche Aufwände wie im „Modell Bundesdaten“ hinzu.

J: Abbildung aller Maßnahmen und Genauigkeit im Modell Bundesdaten

Das Modell Bundesdaten kann, sofern die Daten vollständig vorlägen, eine genaue Abbildung aller Maßnahmen liefern und genaue Ergebnisse der Lärmbetroffenheit ermitteln. Hierzu liegen jedoch (Stand Februar 2024) nicht alle Daten in ausreichender Form vor (siehe Nr. 15).

K: Abbildung der Maßnahmen und Genauigkeit im statistischen Modell

Maßnahmen an kartierten Bundesfernstraßen sind im Modell abgebildet. Der Anteil der Bundesfernstraßen kann jedoch nur statistisch ermittelt werden, hierunter leidet die Genauigkeit deutlich. Maßnahmen an Strecken mit geringer Verkehrsmenge können nicht exakt abgebildet werden, sondern entsprechend denen an den kartierten Straßen.

L: Abbildung der Maßnahmen und Genauigkeit bei statistischem Modell für Bundesfernstraßen

Maßnahmen an kartierten Bundesfernstraßen sind im Modell abgebildet. Der Anteil der Bundesfernstraßen ist bekannt, damit ist diese Genauigkeit höher als in der Variante mit statistischer Ermittlung des Anteils Bundesfernstraßen. Maßnahmen an Strecken mit geringer Verkehrsmenge können ebenfalls nicht exakt abgebildet werden, sondern entsprechen denen an den kartierten Straßen.

M: Verfügbarkeit einheitliche Datenquelle

Eine einheitliche Datenquelle (z. B. UBA) liegt nicht vor und ist derzeit nicht geplant. Der Aufwand, diese zu sammeln und zugänglich zu machen wäre hoch.

N: Verfügbarkeit Datensammlung

Die Daten der Länder liegen grundsätzlich vor und sollten mit vertretbarem Aufwand zugänglich zu machen sein. Ggf. sind in den Ländern Aufwände notwendig, um Datensätze zusammenzuführen (nachkartierte Gemeinden).

O: Verfügbarkeit Bundesdaten

Die Bundesdaten sind grundsätzlich weitgehend verfügbar. Für die Datensätze Lärmschutzwände fehlen Informationen, die absehbar jedoch zugänglich sein können (Lage im DLM). Die Bereitstellung erfordert für den Lärmindikator keinen Zusatzaufwand, da die Daten auch für andere Zwecke bereitgestellt werden. Die Datenqualität sollte verbessert werden, eine einheitliche Aufbereitung (z. B. Datenlücken in der SVZ) erfolgen.

P: Verfügbarkeit Lärmkartierung

Die Berechnungsergebnisse der Lärmkartierungen (Belastetenzahlen) liegen beim UBA vor uns sollten mit geringem Aufwand (auch pro Bundesland/Ballungsraum) abrufbar sein.

Q: Verfügbarkeit Lärmkartierung B+BAB

Die Berechnungsergebnisse der Lärmkartierungen (Belastetenzahlen) getrennt nur für Bundesfernstraßen liegen nicht vor. Der Aufwand, diese bei Neuberechnungen in zukünftigen Kartierungsrunden zu erzeugen, ist vergleichsweise gering. Für kommende Kartierungsrunden könnte eine entsprechende Anforderung gestellt werden. Dies könnte ggf. mit einer Änderung der 34. BImSchV erfolgen:

> §4, Abs. 2:
> (2) Die Ausarbeitung von Lärmkarten hat getrennt für jede Lärmart (Straßenlärm, Schienenlärm, Fluglärm, Industrie- und Gewerbelärm einschließlich Hafenlärm) auf der Grundlage der Lärmindizes LDEN und LNight zu erfolgen. Für den Straßenverkehr erfolgt eine Auswertung zudem getrennt nur für die Bundesstraßen sowie die Bundesautobahnen in Baulast des Bundes.

Mit der rot hervorgehobenen Ergänzung ergibt sich die Notwendigkeit der kartierenden Stellen, die Zahlen der Betroffenheiten auch für die Bundesfernstraßen zu erheben. Ohne eine Anpassung wäre eine solche Auswertung ebenfalls (auf freiwilliger Basis) möglich.

R: Verfügbarkeit Erweiterte Lärmkartierung

Die Berechnungsergebnisse einer erweiterten Lärmkartierung (Belastetenzahlen) für das Gesamtnetz (unterhalb Kartierungsschwelle) und getrennt nur für Bundesfernstraßen liegen nicht bundesweit vor. Der Aufwand, diese bei Neuberechnungen zu erzeugen, ist hoch, da nicht jedes Bundesland eine erweiterte Kartierung anstrebt und die Datenaufbereitung hierfür einen höheren Aufwand erfordert. Für kommende Kartierungsrunden müsste zusätzlich zu einer Änderung der 34. BImSchV eine Änderung des BImSchG erfolgen:

> §47b, Nr. 3:
>
> 3. „Hauptverkehrsstraße“ eine Bundesfernstraße, Landesstraße oder auch sonstige grenzüberschreitende Straße, jeweils mit einem Verkehrsaufkommen von über drei Millionen Kraftfahrzeugen pro Jahr;

Anzupassen wäre hier die rot markierte Passage, die eine geringere Kartierungsschwelle nur für Bundesfernstraßen vorsehen müsste, z. B. in folgender Form:

> §47b, Nr. 3:
>
> 3. „Hauptverkehrsstraße“ eine Landesstraße oder auch sonstige grenzüberschreitende Straße, jeweils mit einem Verkehrsaufkommen von über drei Millionen Kraftfahrzeugen pro Jahr, oder eine Bundesfernstraße;

Mit dieser Änderung würde die Begrenzung der Kartierungsschwelle für Bundesfernstraßen entfallen, es wären somit unabhängig von der Verkehrsmenge alle Bundesfernstraßen bereits in der Lärmkartierung zu berücksichtigen. Bedingung sollte sein, dass hierfür die Daten aus Verkehrszählungen in ausreichender Qualität für sämtliche Streckenabschnitte vorliegen. Für die Ergebnisse der Lärmkartierung ist jedoch ebenfalls eine getrennte Berechnung und Auswertung notwendig, um Richtlinienkonform nur die nach EU-Richtlinie zu kartierenden Straßen zu melden.

5 Fazit

Zu prüfen war im Rahmen des „Lärmindikators“, inwiefern eine Bewertung der Lärmbetroffenheit an Bundesfernstraßen umsetzbar ist. Hierzu wurden verschiedene Modellansätze geprüft und verglichen. Unsicherheiten liegen in der Modellerstellung insbesondere bei Daten zu Schallschutzbauwerken, Verkehrsmengen und zulässigen Höchstgeschwindigkeiten vor. Die Ergebnisse des neu berechneten Lärmkartierungsmodells sowie der Szenarien im Modell mit bundesweit verfügbaren Daten zeigen, dass trotz dieser Unsicherheiten eine Genauigkeit erreicht werden kann, die bereits durch Änderungen in den Verkehrsmengen zwischen unterschiedlichen Varianten zu erklären sein könnte. Der Szenarienvergleich zu den Lärmschutzwänden zeigt, dass die Sensitivität auf Schallschutzmaßnahmen in Zeiträumen von rund 5 Jahren deutlich geringer ausfällt als alle übrigen Modellvariationen (Verkehr, Gebäude, Streckennetz, …).

Es kann festgestellt werden, dass ein berechnungsfähiges Modell auf bundesweit verfügbaren Daten mit aktuellem Datenbestand zwar aufgebaut werden kann, die Modellqualität jedoch ohne manuelle Korrekturen weitgehend nicht den Ansprüchen an Berechnungsmodelle der Lärmkartierung oder sogar Einsatzbereichen mit höheren Qualitätsanforderungen (Lärmvorsorge oder Lärmsanierung) entsprechen kann. Die größten Probleme entstehen durch unzureichend vorliegende Daten, insbesondere im Bereich der Schallschutzbauwerke. Im Ergebnis der Untersuchung wird empfohlen, für die Bewertung der Lärmbetroffenheit an Bundesfernstraßen zunächst auf die Berechnungsergebnisse der Lärmkartierungen zurückzugreifen. Sofern keine getrennten Berechnungsergebnisse für die Bundesfernstraßen vorliegen, kann ggf. auch auf eine Methode aus dem UBA-Projekt „EffLAP“[10] zurückgegriffen werden.

Vielmehr sollte jedoch mittelfristig angestrebt werden, die Datenbereitstellung nachhaltig zu optimieren. Für bereits bestehende Datenbestände sollte die Verknüpfung der Daten einfacher gestaltet werden. Hierzu gehört vor allem eine konsistente Identifizierung der Abschnitte einschließlich Fahrtrichtungen und Achsen (Hauptachse/Nebenachse), ein Schließen von Datenlücken bereits in der Datenbereitstellung (SVZ) und konsistente maschinenlesbare Daten anstelle von Freitextangaben (z. B. zur Lage der Schallschutzwände in der SIB). Daten, die im Rahmen der bundesweit durchzuführenden Lärmkartierungen benötigt werden, sollten zudem möglichst zentral, aber auch außerhalb der Kartierungskorridore aufbereitet werden. Hierzu gehören unter anderem die Schallschutzbauwerke, aber auch die (eigentlich unkritischen) Datensätze für Gebäude, Einwohnende und das digitale Geländemodell. Diese Daten stünden dann auch für die Anwendung des Lärmindikators bundesweit einheitlich zur Verfügung.

Sofern alle notwendigen Daten vorlägen, ließe sich ein Modell in ausreichender Qualität reproduzierbar erzeugen. Eine gute Datengrundlage für das Netz der Bundesfernstraßen bietet dabei auch Vorteile bei der Erstellung der Lärmkartierungen. Bundesweit kann sich der Arbeitsaufwand damit deutlich reduzieren und Inkonsistenzen können vermindert werden. Zudem können auch weitere Anwendungsfälle im Umfeld der Bundesfernstraßen, zum Beispiel in der Lärmsanierung, hiermit sehr gut abgedeckt werden.

[10] Effektivität der Lärmaktionsplanung, FKZ 3722 55 110 0, Schlussbericht bislang nicht veröffentlicht.

Literatur

UBA, 2023. Lärmaktionsplanung - Lärmminderungseffekte von Maßnahmen
https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/laermaktionsplanung-laermminderungseffekte-von
Abruf am 29.05.2024

UBA, 2021. Vergleichsrechnungen für die EU-Umgebungslärmrichtlinie.
https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/vergleichsrechnungen-fuer-die-eu
Abruf am 22.05.2024

Europäische Kommission. 2021. Assessment of potential health benefits of noise abatement measures in the EU - Phenomena project. 2021.

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

Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen – Ausgabe 2019 – RLS-19. Ausgabe 09.2019, Verkehrsblatt, Amtsblatt des Bundesministers für Verkehr FGSV 052, (VkBl. 2019, Heft 20, lfd. Nr. 139, S. 698), korrigiert Februar 2020

Verkehrslärmschutzverordnung - 16. BImSchV. Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes. Verkehrslärmschutzverordnung vom 12. Juni 1990 (BGBl. I S. 1036), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 4. November 2020 (BGBl. I S. 2334) geändert worden ist.

Bekanntmachung der Berechnungsverfahren für den Umgebungslärm nach § 5 Absatz 1 der Verordnung über die Lärmkartierung (34. BImSchV)
Anlage 1: Berechnungsmethode für den Umgebungslärm von bodennahen Quellen (Straßen, Schienenwege, Industrie und Gewerbe) – BUB
Anlage 3: Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm – BEB
Anlage 4: Datenbank für die Berechnungsmethode für den Umgebungslärm von bodennahen Quellen (Straßen, Schienenwege, Industrie und Gewerbe) – BUB-D
vom 7. September 2021 (Banz AT 05.10.2021 B4)

Bilder

Abbildung 1: Verbleibende Betroffenenanzahl als Auswirkung einer Verschiebung der Betroffenen durch eine Pegelreduktion um 0,5 dB

Abbildung 2: Gliederung der Methoden für den Lärmindikator

Abbildung 3: Wirkung einer Lärmschutzwand, eigene Abbildung aus (UBA 2023)

Abbildung 4: Vergleich Zählabschnitte und BISStra-Netz (Bundesstraßen und Autobahnen) – BISStra-Netz grau hinterlegt, Zählabschnitte nach Verkehrsmenge farbig überlagert Bildhintergrund: © OpenStreetMap, openstreetmap.org/copyright

Abbildung 5: Vergleich Zählabschnitte und BISStra-Netz (Ausschnitt, Bundesstraßen und Autobahnen) – BISStra-Netz grau hinterlegt, Zählabschnitte nach Verkehrsmenge farbig überlagert, Roter Pfeil: BAB ohne Verkehrsmenge Bildhintergrund: © OpenStreetMap, openstreetmap.org/copyright

Abbildung 6: Detail von Lücken der SVZ-Daten im BISStra-Netz Bildhintergrund: © OpenStreetMap,openstreetmap.org/copyright

Abbildung 7: Beispiele der Lage Bestandsachse (magenta) und Hauptachse (grün) im BISStra-Datensatz Bildhintergrund: © OpenStreetMap, openstreetmap.org/copyright

Abbildung 8: Beispiel der Lage Bestandsachse (magenta), Haupt- (grün) und Nebenachse (gelb) im BISStra-Datensatz im Süden auch „Ast“ (grün Auf- und Abfahrt) Bildhintergrund: © OpenStreetMap, openstreetmap.org/copyright

Abbildung 9: Statistik zum Baujahr, Anzahl der Einträge (y-Achse) über Baujahr (x-Achse)

Abbildung 10: Darstellung Schallschutz - Bauwerksdatenbank (rote Punkte), Datensatz 2013 (gestrichelt dunkelrote Linien), Basis-DLM (rote Linie) Bundesautobahn: Haupt- und Nebenachse (grün), Ast (grau) Bildhintergrund: © OpenStreetMap, openstreetmap.org/copyright

Abbildung 11: Darstellung Schallschutz – abgeleitet aus Bauwerksdatenbank (rote Linie), Datensatz Lärmkartierung (blaue Linien) Straße mit pauschalisierter Breite (graue Linie) Bildhintergrund: © OpenStreetMap, openstreetmap.org/copyright

Abbildung 12: Darstellung Schallschutz – abgeleitet aus Bauwerksdatenbank (rote Linie), Datensatz Lärmkartierung (blaue Linien) Straße mit pauschalisierter Breite (graue Linie) Bildhintergrund: © OpenStreetMap, openstreetmap.org/copyright

Abbildung 13: Kartiertes Netz – exemplarischer Ausschnitt (Quelle: Umweltbundesamt)

Abbildung 14: Kartiertes Netz – Netzergänzungen (Quelle: Umweltbundesamt)

Abbildung 15: Anteil der Bundesfernstraßen am jeweils kartierten Straßennetz

Abbildung 16: Anteil (in %) der kartierten Bundesautobahnen (nach Länge)

Abbildung 17: Anteil (in %) der kartierten Bundesstraßen (nach Länge)

Abbildung 18: Element im BISStra-Netz, Subtyp „Ast“, exemplarisch hervorgehoben.

Abbildung 19: Anteil der Bundesstraßen nach Verkehrsmenge (Kartierungsschwelle der Umgebungslärmrichtlinie) sowie Anteil der kartierten Bundesstraßen im UBA-Netz

Abbildung 20: Berechnungsergebnisse getrennt nach Straßenklasse - L_{DEN}

Abbildung 21: Berechnungsergebnisse getrennt nach Straßenklasse - L_{Night}

Abbildung 22: Anteile der Bundesstraßen nach Länge, klassifiziert nach DTV

Abbildung 23: Illustration des Effekts einer Reduktion der Lärmbelastung auf die Betroffenen in den Pegelklassen, Quelle: Europäische Kommission, 2021

Abbildung 24: Beispiel zur Verschiebung der Betroffenen in 1-dB-Pegelklassen

Abbildung 25: Berechnungsergebnisse getrennt nach Straßenklasse - L_{DEN} - Bundesstraßen ergänzt um einfache Interpolation (überschätzt)

Abbildung 26: Berechnungsergebnisse getrennt nach Straßenklasse - L_{DEN} - Bundesstraßen getrennt nach Anteil der DTV-Klassen

Abbildung 27: Anteil der Streckenlängen im Kartierungsnetz nach DTV-Klasse

Abbildung 28: Relative Betroffenheit (Anzahl Betroffene) pro km Streckenlänge, getrennt nach DTV-Klasse und Pegelklasse

Abbildung 29: Anteil der Streckenlängen nach DTV-Klasse

Abbildung 30: Betroffenheiten des erweiterten Netzes (Variante 1)

Abbildung 31: Betroffenheiten des erweiterten Netzes (Variante 2)

Abbildung 32: Änderung der Verkehrsmenge auf Bundesstraßen in der SVZ, DTV 2021 zu DTV 2019

Abbildung 33: Auszug aus dem Datensatz der SVZ 2021, Ergebnisse Bundesstraßen

Abbildung 34: Vergleich der Betroffenheit an Bundesstraßen

Abbildung 35: Vergleich der Betroffenheit an Bundesautobahnen

Abbildung 36: Vergleich der Betroffenheit an Bundesfernstraßen gesamt

Abbildung 37: Vergleich der Betroffenheit nach Datensatz der Lärmschutzwände

Abbildung 38: Vergleich der Betroffenheit nach Datensatz der Gebäude

Tabellen

Tabelle 1: Klassifikation der Fahrzeuge, Auszug aus (UBA, 2021)

Tabelle 2: Straßendeckschichtkorrekturen RLS-19 (außer Pflasterbelägen)

Tabelle 3: Straßendeckschichtkorrekturen BUB

Tabelle 4: Zusammenfassung möglicher Datenquellen

Tabelle 5: Statistik zu Zählstellen, u. a. zum Abdeckungsgrad, aus (BASt, 2023)

Tabelle 6: Anteil der Straßenklasse an der Betroffenheit - L_{DEN}

Tabelle 7: Anteil der Straßenklasse an der Betroffenheit - L_{Night}

Tabelle 8: Zunahme der Belastungen (nur Bundesstraßen) durch erweitertes Netz - L_{DEN}

Tabelle 9: Zunahme der Belastungen (Bundesfernstraßen) durch erweitertes Netz - L_{DEN}

Tabelle 10: Vergleich der Methoden

Schriftenreihe

Berichte der Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen Unterreihe „Verkehrstechnik“

2025

V 386: Pilothafte Anwendung des Bridge-WIM Verfahrens zur Ergänzung des Achslastmessstellennetzes
Firus, Petschacher
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter https://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

V 387: Akustische Wirksamkeit von Vegetation
Lindner, Schulze
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter https://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

V 388: Hochaufgelöste multisensorielle Verkehrsdaten in der Streckenbeeinflussung
Schwietering, Löbbering, Weinreis, Maier, Feldges
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter https://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

V 389: Lärmwetter in der Praxis – Erprobung und Weiterentwicklung der Methodik zur Anwendung meteorologischer Korrekturen auf die Schallausbreitung
Skowronek, Liepert, Müller, Schady, Elsen
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter https://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

V 390: Wirkung von Fahrstreifenbegrenzungen an Einfahrten von Autobahnen auf das Fahrverhalten und auf die Verkehrssicherheit
Geistefeldt, Sauer, Brandenburg
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter https://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

V 391: Erprobung psychoakustischer Parameter für innovative Lärmminderungsstrategien
Oehme, Böhm, Horn, Pourpart, Schweidler, Weinzierl, Fiebig, Schuck
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter https://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

V 392: Evaluierung der Wirksamkeit bestehender Überflughilfen für Fledermäuse an Straßen
Albrecht, Reers, Scharf, Grimm, Radford, Namyslo, Günther, Martin, Behr
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter https://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

V 393: Optimierung der Abstände von Anzeigequerschnitten und Messquerschnitten in Streckenbeeinflussungsanlagen
Schwietering, Löbbering, Abarghooie, Geistefeldt, Marnach
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter https://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

V 394: Optimierte Steuerungsstrategien für Lichtsignalanlagen durch die Berücksichtigung der Fahrzeug-Infrastruktur-Kommunikation (C2X)
Schendzielorz, Schneider, Künzelmann, Sautter, Höger
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter https://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

V 395: Empfehlungen zur Breite von hochfrequentierten Radverkehrsanlagen unter Berücksichtigung der Verkehrsqualität
Geistefeldt, Brandenburg, Vortisch, Buck, Zeidler, Baier
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter https://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

V 396: Wirkung von Behandlungsanlagen der Straßenentwässerung im Hinblick auf AFS63
Rüter, Grotehusmann, Lambert
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter https://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

V 397: Gestaltung innerörtlicher Verkehrswegenetze
Friedrich, Wohnsdorf, Gerike, Koszowski, Baier, Wothge
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter https://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

V 398: Verfahren für die Engpass- und Mängelanalyse im städtischen Hauptverkehrsstraßennetz
Vortisch, Buck, Fuchs, Grau, Friedrich, Hoffmann, Lelke, Baier
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter https://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

V 399: Detektion von Radfahrern im signalgeregelten Bereich von Knotenpunkten in Verbindung mit Absetzung einer Warnmeldung für Kraftfahrzeuge
Kaiser, Schade, Czogalla, Abboud, Mischke
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter https://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

V 400: Aktualisierung der Verfahren zur Bewertung der Verkehrsqualität an Knotenpunkten mit LSA
Geistefeldt, Wu, Schmitz, Vieten, Stephan
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter https://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

V 401: Verflechtungsstrecken zwischen Knotenpunkten an Autobahnen
Geistefeldt, Brandenburg, Sauer, Vortisch, Buck, Baumann, Grau
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter https://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

V 402: Qualitätsgerechte Bewertung der LSA-Steuerung für den ÖPNV
Schmidt, Sommer, Briegel, Lambrecht
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter https://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

V 403: Ermittlung von Grundlagen und Bewertungsmethoden einer Ökobilanz des Straßenwinterdienstes
Quack, Liu, Götzfried, Gartiser
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter https://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

V 404: Erfassung der Lang-Lkw im Grenzbereich zu den Niederlanden und der Bundesrepublik Deutschland
Kathmann, Müller, Kass, Kass
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter https://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

V 405: Das Potenzial von Verkehrsnebenflächen zur Förderung der Biodiversität und ihre Rolle bei der Ausbreitung gebietsfremder Arten - Untersuchungsraum Berlin
Schleicher, Zippelius, Frey, Kapke, Höfers, Feldmann, Baufeld, Engler, Kleyer
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter https://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

V 406: Verhaltensbezogene Lärmminderungsmaßnahmen – Untersuchung des Potenzials von verhaltensbezogenen Lärmminderungsmaßnahmen in der Praxis
Conter, Czuka, Fiebig, Moshona
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter https://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

V 407: Nachhaltigkeit des Bundesfernstraßenbaus – Entwicklung eines Monitoringkonzepts zur Implementierung eines Lärmindikators
Eggers, Heidebrunn, Klatt
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter https://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

Fachverlag NW in der Carl Ed. Schünemann KG
Zweite Schlachtpforte 7 · 28195 Bremen
Telefon (04 21) 3 69 03 - 0 · E-Mail: kontakt@schuenemann-verlag.de
Alternativ können Sie alle lieferbaren Titel auch auf unserer Website finden und bestellen.
www.schuenemann-verlag.de
Alle Berichte, die nur in digitaler Form erscheinen, können wir auf Wunsch als »Book on Demand« für Sie herstellen.

ISSN 0943-9331
ISBN 978-3-95606-874-4
https://doi.org/10.60850/bericht-v407

www.bast.de