



Hessische Straßen- und Verkehrsverwaltung

Hessen Mobil
Straßen- und Verkehrsmanagement
Standort Dillenburg

HESSEN



A 45, Ersatzneubau der Talbrücke Heubach

von km: NK 5315 023 und NK 5316 029, km 147,075
nach km: NK 5315 023 und NK 5316 029, km 148,157

Nächster Ort: Sinn
Baulänge: 1,082 km

Feststellungsentwurf

für eine Bundesfernstraßenmaßnahme

**- Unterlage 17.1 -
2. Planänderung**

**Erläuterungen zu den
Schalltechnischen Untersuchungen**

<p>Aufgestellt: Dillenburg, den 09. Mai 2018 Hessen Mobil, - Dezernat A 45 -</p> <p><i>[Signature]</i> Dezernent</p>	<p>Nachrichtliche Unterlage Nr. 17.1.1b zum Planfeststellungsbeschluss vom 19.02.2020 Az. VI 1a-E-061-k-04-#2.187 Wiesbaden, den 02.03.2020</p> <p>Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen Abt. VI im Auftrag</p> <p><i>[Signature]</i> Regierungsoberrätin</p>

Inhaltsverzeichnis

1.	Beschreibung des Vorhabens	3b
2.	Allgemeine Grundlagen	3b
	2.1 Rechtliche Grundlagen	3b
	2.2 Schalltechnische Grundlagen	5a
	2.3 Lärmschutztechnische Grundlagen	6a
3.	Projektbezogene Grundlagen	8b
	3.1 Rechtliche Bewertung des Vorhabens	8b
	3.2 Schutzbedürftigkeiten	8b
	3.3 Ausgangsdaten	10b
4.	Schalltechnische Berechnungen	10b
	4.1 Vorgehensweise	10b
	4.2 Ermittlung der Emissionspegel	10b
	4.3 Ermittlung der Beurteilungspegel	11b
5.	Lärmschutzmaßnahmen	11b
	5.1 Aktive Lärmschutzmaßnahmen	11b
	5.1.1 Prüfung der Einsatzbedingungen	11b
	5.1.2 Gemeinde Sinn	13b
	5.1.3 Ortsteil Fleisbach	14b
	5.2 Passive Lärmschutzmaßnahmen	16b
	5.3 Beeinträchtigung von Außenwohnbereichen	19b
6.	Kostenschätzung	20b
7.	Zusammenfassung	20b

Anlagenverzeichnis

- 1b Vergleich aktiver Lärmschutzmaßnahmen (Gemeinde Sinn)
- 2b Vergleich aktiver Lärmschutzmaßnahmen (Ortsteil Fleisbach)

1. Beschreibung des Vorhabens

Das Vorhaben beinhaltet den Ersatzneubau der Talbrücke Heubach im Zuge des sechsstreifigen Ausbaues der Autobahn A 45 auf einem ca. 1.100 m langen Teilabschnitt südlich der AS Herborn-Süd. Eine detaillierte Beschreibung der Straßenbaumaßnahme ist dem Erläuterungsbericht der Unterlage 1 zu entnehmen.

Für das geplante Vorhaben ist eine Überprüfung der schalltechnischen Auswirkungen, insbesondere auf die angrenzende Gemeinde Sinn (einschließlich dem Ortsteil Fleisbach) notwendig. Die vorliegende Schalltechnische Untersuchung umfasst die lärmschutzrechtliche Einordnung des Vorhabens, die Berechnung der zu erwartenden Beurteilungspegel sowie die Festlegung und Dimensionierung erforderlicher Lärmschutzmaßnahmen.

2. Allgemeine Grundlagen

2.1 Rechtliche Grundlagen

Gesetzliche Grundlage der Lärmvorsorge beim Bau oder der wesentlichen Änderung öffentlicher Straßen und Schienenwege ist das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG)¹. Nach § 41 (1) BImSchG muss sichergestellt werden, dass durch Verkehrsgeräusche keine schädlichen Umwelteinwirkungen hervorgerufen werden können, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind. Dies gilt nach § 41 (2) BImSchG jedoch nicht, wenn die Kosten der Schutzmaßnahme außer Verhältnis zu dem angestrebten Schutzzweck stehen.

Die gemäß § 43 BImSchG erlassene Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV)² legt den Anwendungsbereich, die Immissionsgrenzwerte in Abhängigkeit vom Grad der Schutzbedürftigkeit sowie das Verfahren zur Berechnung der Beurteilungspegel fest.

Der Anwendungsbereich ist in § 1 der 16. BImSchV geregelt und umfasst den Neubau oder die wesentliche Änderung eines Verkehrsweges. Die Änderung ist wesentlich, wenn

1. eine Straße um einen oder mehrere durchgehende Fahrstreifen für den Kraftfahrzeugverkehr oder ein Schienenweg um ein oder mehrere durchgehende Gleise baulich erweitert wird oder
2. durch einen erheblichen baulichen Eingriff der Beurteilungspegel des von dem zu ändernden Verkehrsweg ausgehenden Verkehrslärms um mindestens 3 dB(A) oder auf mindestens 70 dB(A) am Tage oder mindestens 60 dB(A) in der Nacht erhöht wird oder
3. der Beurteilungspegel des von dem zu ändernden Verkehrsweg ausgehenden Verkehrslärms von mindestens 70 dB(A) am Tage oder 60 dB(A) in der Nacht durch einen erheblichen baulichen Eingriff erhöht wird; dies gilt nicht in Gewerbegebieten.

Erläuterungen zu der Erheblichkeit baulicher Eingriffe sind den Verkehrslärmschutzrichtlinien (VLärmSchR 97)³ zu entnehmen.

¹ Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG) vom 15.03.1974 in der Neufassung vom 17.05.2013, zuletzt geändert am 31.08.2015 18.07.2017

² Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV) vom 12.06.1990, zuletzt geändert am 19.09.2006

³ Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes (Verkehrslärmschutzrichtlinien - VLärmSchR 97) vom 02.06.1997

In § 2 der 16. BImSchV sind die bei einem Neubau oder einer wesentlichen Änderung des Verkehrsweges maßgebenden, gebietsabhängigen Immissionsgrenzwerte aufgeführt:

Tab. 1: Immissionsgrenzwerte nach 16. BImSchV

Gebietsnutzung nach BauNVO [†]	Immissionsgrenzwert in dB(A)	
	Tag	Nacht
Krankenhäuser, Schulen, Kur- und Altenheime	57	47
reine und allgemeine Wohngebiete, Kleinsiedlungsgebiete	59	49
Kerngebiete, Dorfgebiete, Mischgebiete	64	54
Gewerbegebiete	69	59

In Abschnitt 10.2 (4) der VLärmSchR 97 ist die Zuordnung weiterer Gebietsarten zu den Immissionsgrenzwerten geregelt:

Tab. 2: Immissionsgrenzwerte nach VLärmSchR 97

Gebietsnutzung nach BauNVO	Immissionsgrenzwert in dB(A)	
	Tag	Nacht
Ladengebiete, Einkaufszentren	69	59
Kleingartenanlagen	64	54*
Wochenendhausgebiete, Ferienhausgebiete	64	54
Dauer- und Reiscampingplatzgebiete	64	54

* Der Immissionsgrenzwert Nacht ist nur anzusetzen, wenn bauliche Anlagen zulässig nach § 20a Bundeskleingartengesetz dauernd zu Wohnzwecken genutzt werden.

Die Art der bezeichneten Anlagen und Gebiete ergibt sich aus den Festsetzungen in den Bebauungsplänen. Gebiete und Anlagen ohne Festsetzungen sind entsprechend ihrer tatsächlichen Schutzbedürftigkeit, das heißt, nach ihrer konkreten baulichen Nutzung zu beurteilen. Wohnbebauung im Außenbereich ist in der Regel der Kategorie „Kern-, Dorf-, Mischgebiet“ zuzuordnen. Wird die zu schützende Nutzung nur am Tage oder nur in der Nacht ausgeübt, so ist nur der Immissionsgrenzwert für diesen Zeitraum anzuwenden.

Für Parkanlagen, Friedhöfe, Erholungswald, Sport- und Grünanlagen oder ähnliche Flächen kann nach der 16. BImSchV kein Lärmschutz gewährt werden. Hier fehlt das Merkmal der Nachbarschaft, d.h. die Zuordnung zu einem bestimmten Personenkreis mit regelmäßigem und nicht nur vorübergehendem Aufenthalt.

Werden die oben genannten Immissionsgrenzwerte überschritten, hat der Betroffene Anspruch auf aktive Lärmschutzmaßnahmen am Verkehrsweg und/oder passive Lärmschutzmaßnahmen am Gebäude. Priorität besitzen aktive Lärmschutzmaßnahmen direkt an der Lärmquelle. Nur wenn aktive Lärmschutzmaßnahmen technisch nicht bzw. nicht in ausreichendem Maße realisierbar sind oder die Kosten in keinem Verhältnis zum angestrebten Schutzzweck stehen, kann auf passive Lärmschutzmaßnahmen ausgewichen werden.

[†] Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (BauNutzungsverordnung - BauNVO) vom 26.06.1962 in der Neufassung vom 23.01.1990, zuletzt geändert am 11.06.2013

In diesem Fall hat der Eigentümer einer betroffenen bestehenden baulichen Anlage sowie einer baulichen Anlage, die bei Auslegung der Pläne im Planfeststellungs- bzw. Plangenehmigungsverfahren bauaufsichtlich genehmigt war, nach § 42 (1) BImSchG einen Anspruch auf eine angemessene Erstattung in Geld für passive Schallschutzmaßnahmen an schutzbedürftigen Räumen in Höhe der erbrachten notwendigen Aufwendungen.

Die Ansprüche auf passive Lärmschutzmaßnahmen und Entschädigungen sind im Planfeststellungsbeschluss oder in der Plangenehmigung nur dem Grunde nach festzulegen. Weitere Anspruchsvoraussetzungen sind in einem gesonderten Verfahren vor Ort zu überprüfen. Dies sind insbesondere die Nutzung der Räume und das Schalldämmmaß der vorhandenen Umfassungsbauteile. Einzelheiten hinsichtlich des Anspruches, der Durchführung und der Erstattung von passiven Lärmschutzmaßnahmen sind in den VLärmSchR 97 und der Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung (24. BImSchV)¹ geregelt.

Bei Überschreitung des Immissionsgrenzwertes Tag kann zusätzlich eine Entschädigung in Geld für die erhöhte Lärmbeeinträchtigung von bebauten Außenwohnbereichen (zum Beispiel Terrassen, Balkone) und unbebauten Außenwohnbereichen (zum Beispiel Freisitze, Grillplätze) in Frage kommen. Einzelheiten hinsichtlich des Anspruches und der Entschädigungsberechnung sind in den VLärmSchR 97 geregelt.

2.2 Schalltechnische Grundlagen

Der von der Straße ausgehende Schall, die Schallemission, und der an einem bestimmten Ort ankommende Schall, die Schallimmission, sind gemäß § 3 der 16. BImSchV grundsätzlich zu berechnen. Messungen unterliegen dem Einfluss zufälliger Ereignisse, wie zum Beispiel Witterung oder Verkehrsbelastungsschwankungen und müssten deshalb über einen langen Zeitraum erfolgen. Des Weiteren ist die Ermittlung für eine prognostizierte, in der Regel höhere, Verkehrsbelastung, nicht möglich. Bei dem Neubau oder der wesentlichen Änderung einer Straße würde eine Messung ohnehin ausscheiden. Die Rechenverfahren der 16. BImSchV sind so konzipiert, dass in nahezu allen Fällen die Ergebnisse von Messungen unter den Berechnungen liegen. Es wird also grundsätzlich "zu Gunsten der Lärmbetroffenen" gerechnet.

Zur Berechnung der Schallemission einer mehrstreifigen Straße werden Linienschallquellen in 0,5 m Höhe über den beiden äußeren Fahrstreifenmitten angenommen. Bei einstreifigen Straßen fallen beide Fahrstreifen zusammen.

Zur Kennzeichnung der Schallemission dient der Emissionspegel, der dem Mittelungspegel in 25 m Abstand von der Achse bei freier Schallausbreitung entspricht. Die Stärke der Schallemission ist von der Verkehrsstärke, dem Lkw-Anteil, der Geschwindigkeit, der Straßenoberfläche und der Längsneigung der Straße abhängig.

Die maßgebende Verkehrsstärke, d.h. die Aufteilung der durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärke (DTV) auf Tag- und Nachtstunden sowie die Lkw-Anteile, das sind Anteile der Kraftfahrzeuge mit einem zulässigen Gesamtgewicht über 2,8 t an der maßgebenden Verkehrsstärke, werden bevorzugt projektbezogen ermittelt. Sind nur die über 24 h gemittelten Lkw-Anteile bekannt, so erfolgt eine Aufteilung in den Tag- und Nachtanteil nach den Gleichungen der „Rechenbeispiele zu den Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen“ (RBLärm-92)². Liegen keine projektbezogenen Untersuchungsergebnisse vor, so werden ersatzweise die Werte nach Tabelle 3 der „Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen“ (RLS-90)³ verwendet.

¹ Vierundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes- Immissionsschutzgesetzes (Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung - 24. BImSchV) vom 11.06.1997, geändert am 23.09.1997

² Rechenbeispiele zu den Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen (RBLärm-92) vom 15.10.1992

³ Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen (RLS-90) vom 10.04.1990, zuletzt geändert am 04.09.2010

Die für die Schallberechnungen maßgebenden Geschwindigkeiten werden aus den jeweils zulässigen Höchstgeschwindigkeiten abgeleitet, betragen jedoch für Pkw mindestens 30 km/h und höchstens 130 km/h sowie für Lkw mindestens 30 km/h und höchstens 80 km/h. Auf Verbindungsrampen niveaufreier Knotenpunkte ergibt sich die Geschwindigkeit aus dem Rampentyp und dem Kurvenradius, sofern keine Geschwindigkeitsbegrenzung geplant ist.

Die Art der Straßenoberfläche hat großen Einfluss auf die Schallemission. Eine Pflasteroberfläche ist beispielsweise deutlich lauter als eine bituminöse Bauweise. Als schalltechnischer Referenzbelag dient der nicht geriffelte Gussasphalt. Für die einzelnen Straßenoberflächen sind gemäß Tabelle 4 der RLS-90 (ergänzt durch verschiedene Allgemeine Rundschreiben Straßenbau) entsprechende Zu- bzw. Abschläge zu vereinbaren, die von -5 dB(A) bis +6 dB(A) reichen können. Der Einfluss von Straßennässe wird nicht berücksichtigt.

Bei Steigungs- bzw. Gefällestrecken mit mehr als 5 Prozent Längsneigung wird für jedes weitere Prozent ein Zuschlag von 0,6 dB(A) berücksichtigt. Geringere Längsneigungen sind schalltechnisch nicht relevant.

Die Schallimmission wird durch den Mittelungspegel gekennzeichnet. Er ergibt sich aus dem Emissionspegel unter zusätzlicher Berücksichtigung des Abstandes, der Luftabsorption, der Boden- und Meteorologiedämpfung, der Reflexionen und Abschirmungen.

Zum Vergleich mit den Immissionsgrenzwerten nach § 2 der 16. BImSchV dient der Beurteilungspegel. Er ist gleich dem Mittelungspegel, der an lichtzeichengeregelten Kreuzungen und Einmündungen um einen entfernungsabhängigen Zuschlag von bis zu 3 dB(A) zur Berücksichtigung der zusätzlichen Störwirkung erhöht wird.

Der Beurteilungspegel wird nach Anlage 1 zu § 3 der 16. BImSchV für lange gerade Fahrstreifen berechnet, die auf ihrer gesamten Länge konstante Emissionen und unveränderte Ausbreitungsbedingungen aufweisen. Trifft eine dieser Voraussetzungen nicht zu, so werden die Fahrstreifen in einzelne Abschnitte unterteilt. Die Berechnung erfolgt dann nach dem Teilstückverfahren der RLS-90.

Der Beurteilungspegel wird getrennt für die Zeitbereiche Tag (6.00 – 22.00 Uhr) und Nacht (22.00 – 6.00 Uhr) ermittelt. Es wird immer ein leichter Wind, etwa 3 m/s, zum Immissionsort hin und Temperaturinversion, die beide die Schallausbreitung fördern, zugrunde gelegt. Bei anderen Witterungsverhältnissen können deutlich niedrigere Schallpegel auftreten. Daher ist ein Vergleich von Messwerten mit berechneten Pegelwerten nicht ohne weiteres möglich.

2.3 Lärmschutztechnische Grundlagen

Die wichtigsten aktiven Lärmschutzmaßnahmen sind eine schalltechnisch günstige Trassierung (Abstand, Gradienten), lärmindernde Straßenoberflächen, Abschirmeinrichtungen (zum Beispiel Lärmschutzwälle, Lärmschutzwände) bis hin zu Einhausungen, Abdeckungen und Tunneln. Darüber hinaus sind im Bereich von Brückenbauwerken zur Vermeidung unnötiger Lärmbelastungen gemäß dem Nationalen Verkehrslärmschutzkonzept II¹ grundsätzlich lärmarme Fahrbahnübergänge einzubauen.

¹ Nationales Verkehrslärmschutzkonzept II
Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung vom 27.08.2009

Unter passiven Lärmschutzmaßnahmen wird die schalltechnische Verbesserung der Umfassungsbauteile der Gebäude, insbesondere der Fenster, Dächer und Außenwände durch bauliche Maßnahmen nach der 24. BImSchV verstanden. In der Regel genügt der Ersatz der vorhandenen Fenster durch Schallschutzfenster. Bei Räumen, die überwiegend zum Schlafen genutzt werden sowie Räumen mit sauerstoffverbrauchenden Energiequellen (zum Beispiel Kohleöfen) sind zusätzlich schallgedämmte Lüftungseinrichtungen erforderlich.

Bei der Abwägung zum Einsatz von aktiven und/oder passiven Lärmschutzmaßnahmen sind neben akustischen, bautechnischen, städtebaulichen und weiteren, einzelfallbezogenen Aspekten (zum Beispiel Verschattung) auch wirtschaftliche Gesichtspunkte zu beachten. Die Kosten für aktive Schutzmaßnahmen müssen im Verhältnis zum angestrebten Schutzzweck stehen. Kriterien für die Bewertung des Schutzzweckes können die Gebietskategorie, die Anzahl der zu schützenden baulichen Anlagen und ihre Funktion (zum Beispiel Krankenhaus, Kurheim, Schule), die Lage der Außenwohnbereiche (zum Beispiel an der straßenabgewandten Seite), die allgemeine Vorbelastung und die Zusatzbelastung der Baumaßnahme sein.

Ein bundesweit einheitliches Bewertungssystem für das Nutzen-Kosten-Verhältnis von Lärmschutzmaßnahmen existiert derzeit nicht. ~~In Niedersachsen wurde im März 2012, basierend auf den Erfahrungen verschiedener Projekte, eine komplexe Methodik für den Variantenvergleich von aktiven Lärmschutzmaßnahmen eingeführt.~~ Die verwendete Methodik für den Variantenvergleich von aktiven Lärmschutzmaßnahmen lehnt sich an die in Niedersachsen im März 2012 eingeführte Verfahrensweise¹ an. Auf der Basis ermittelter Beurteilungspegel, Schutzfälle und Lautheitsgewichte sind aktive Lärmschutzvarianten untereinander vergleichbar und es kann die jeweils wirtschaftlichste Lösung herausgearbeitet werden.

Das Verfahren setzt zunächst die Ermittlung aller Betroffenheiten (Grenzwertüberschreitungen) für die Ausgangsvariante ohne Lärmschutz voraus. Für die Ermittlung der Betroffenheiten werden die Schutzfälle aufsummiert. Ein Schutzfall liegt dann vor, wenn an einem Immissionsort eine Grenzwertüberschreitung nachgewiesen wurde.

Neben dem Umfang der Grenzwertüberschreitungen ist für die Bewertung der Lärmsituation auch die Höhe der Überschreitungen maßgebend. Hierzu werden zunächst die Differenzen zwischen den berechneten Beurteilungspegeln und den zugehörigen Immissionsgrenzwerten gebildet. Im Anschluss erfolgt die Umrechnung in Lautheitsgewichte nach den EWS 97². Anstelle des dort verwendeten Zielpegels wird der jeweils gültige Immissionsgrenzwert eingesetzt. Durch die in der Formel enthaltene Zweierpotenz wird die überproportionale Zunahme der Lärmbelästigung bei wachsenden Pegeln berücksichtigt. Für Beurteilungspegel unterhalb des Immissionsgrenzwertes beträgt das Lautheitsgewicht Null.

Die Kosten für die aktiven Lärmschutzmaßnahmen setzen sich zusammen aus den Herstellungs- und Erhaltungskosten. Die Einheitspreise für die Herstellungskosten der Lärmschutzmaßnahmen basieren auf bundesweiten Statistiken³ oder regional verfügbaren Preisspiegeln. Die Einheitspreise für die kapitalisierten Erhaltungskosten der Lärmschutzmaßnahmen werden nach der ABBV⁴ gebildet. Hierbei fließen unter anderem die jährlichen Unterhaltungskosten und die unterschiedliche Nutzungsdauer der Anlagen ein. Die Flächen und Mengen der Lärmschutzmaßnahmen ergeben sich aus deren Abmessungen (Länge, Höhe usw.).

¹ Variantenuntersuchung von aktiven Lärmschutzmaßnahmen
Verfügung der Niedersächsischen Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr vom 13.03.2012

² Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen (EWS)
Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Ausgabe 1997

³ Statistik des Lärmschutzes an Bundesfernstraßen
Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Ausgabe 2014 2011 - 2015

⁴ Verordnung zur Berechnung von Ablösungsbeträgen nach dem Eisenbahnkreuzungsgesetz, dem Bundesfernstraßengesetz und dem Bundeswasserstraßengesetz (Ablösungsbeträge-Berechnungsverordnung – ABBV) vom 01.07.2010

Der wirtschaftliche Vergleich der einzelnen Lärmschutzvarianten untereinander erfolgt über den Verhältnismäßigkeitswert. Zunächst wird die Effektivität als Maß der Zielerreichung (Wirksamkeit) ermittelt. Sie wird durch die Minderung des Lautheitsgewichtes im Verhältnis zum Lautheitsgewicht der Variante ohne Lärmschutz dargestellt. Die Effizienz ist eine Maß für die Wirtschaftlichkeit (Nutzen-Kosten-Relation). Dafür wird die Minderung des Lautheitsgewichtes ins Verhältnis zu den Kosten für den aktiven Schallschutz gesetzt. Der Verhältnismäßigkeitswert ist das Produkt von Effektivität und Effizienz. Je höher der Verhältnismäßigkeitswert, desto wirtschaftlicher ist die Variante.

Anhand der Kosten pro Schutzfall kann zudem abgeleitet werden, ob die geplanten aktiven Lärmschutzmaßnahmen im angemessenen Verhältnis zum angestrebten Schutzzweck stehen. Als Orientierungswert sollten ca. 20.000 € pro Schutzfall nicht überschritten werden.

3. Projektbezogene Grundlagen

3.1 Rechtliche Bewertung des Vorhabens

Bei dem geplanten Vorhaben handelt es sich auf Grund der baulichen Erweiterung der A 45 von derzeit fünf auf zukünftig sechs durchgehende Fahrstreifen um eine „wesentliche Änderung“ der Straße im Sinne § 1 der 16. BImSchV. Somit ist für die im schalltechnisch relevanten Einwirkungsbereich der A 45 (ca. 800 m beidseitig der Autobahn) gelegenen schutzbedürftigen Gebiete und Anlagen die Einhaltung der Immissionsgrenzwerte nach § 2 der 16. BImSchV nachzuweisen. Bei Überschreitung der Immissionsgrenzwerte sind Minderungsmaßnahmen hinsichtlich der Schallentstehung bzw. -ausbreitung erforderlich.

3.2 Schutzbedürftigkeiten

Im schalltechnisch relevanten Einwirkungsbereich beidseitig der A 45 befinden sich folgende schutzbedürftige Gebiete und Anlagen:

Tab. 3: Übersicht Schutzbedürftigkeiten Gemeinde Sinn (östlich A 45)

Gebiet / Anlage	Bau-km	Beschreibung
Zur Ruppertsmühle	2+200 bis 2+250	Mindestabstand zur Achse A 45 ca. 180 m ca. 3 Wohnhäuser Lage im Außenbereich Zuordnung Immissionsgrenzwerte 64/54 dB(A) Tag/Nacht
Wohngebiet Am Wingert / Hügelstr.	2+200 bis 2+850	Mindestabstand zur Achse A 45 ca. 560 m ca. 165 Wohnhäuser Immissionsgrenzwerte 59/49 dB(A) Tag/Nacht
Mischgebiet Herborner Str. / Hindenburgstr.	2+300 bis 3+140	Mindestabstand zur Achse A 45 ca. 450 m ca. 115 Wohnhäuser Immissionsgrenzwerte 64/54 dB(A) Tag/Nacht
Gewerbegebiet Am Rechtsrain / Unterm Ruhestein	2+370 bis 3+140	Mindestabstand zur Achse A 45 ca. 65 m ca. 5 Wohnhäuser Immissionsgrenzwerte 69/59 dB(A) Tag/Nacht
Mischgebiet Stresemannstr. / Grundstr.	2+600 bis 2+850	Mindestabstand zur Achse A 45 ca. 700 m ca. 20 Wohnhäuser Immissionsgrenzwerte 64/54 dB(A) Tag/Nacht

Gebiet / Anlage	Bau-km	Beschreibung
Gewerbegebiet Bahnhofstr.	2+750 bis 3+140	Mindestabstand zur Achse A 45 ca. 230 m ca. 4 Wohnhäuser Immissionsgrenzwerte 69/59 dB(A) Tag/Nacht
Mischgebiet Schulstr.	2+900 bis 3+140	Mindestabstand zur Achse A 45 ca. 725 m ca. 10 Wohnhäuser Immissionsgrenzwerte 64/54 dB(A) Tag/Nacht
Mischgebiet In der Au	2+950	Mindestabstand zur Achse A 45 ca. 475 m 1 Wohnhaus Immissionsgrenzwerte 64/54 dB(A) Tag/Nacht
Mischgebiet Wetzlarer Str. / Kirchstr.	2+950 bis 3+140	Mindestabstand zur Achse A 45 ca. 525 m ca. 10 Wohnhäuser Immissionsgrenzwerte 64/54 dB(A) Tag/Nacht
Mischgebiet Bahnhofstr.	3+050 bis 3+140	Mindestabstand zur Achse A 45 ca. 350 m ca. 10 Wohnhäuser Immissionsgrenzwerte 64/54 dB(A) Tag/Nacht
Wohngebiet F.-Ebert-Str. / Schulstr.	3+100 bis 3+140	Mindestabstand zur Achse A 45 ca. 820 m ca. 4 Wohnhäuser Immissionsgrenzwerte 59/49 dB(A) Tag/Nacht
Schule Friedensstr. 7	3+100	Mindestabstand zur Achse A 45 ca. 850 m 1 Schulgebäude Immissionsgrenzwerte 57 dB(A) Tag

Tab. 4: Übersicht Schutzbedürftigkeiten Ortsteil Fleisbach (westlich A 45)

Gebiet / Anlage	Bau-km	Beschreibung
Wohngebiet „Auf der Ebert“	2+800 bis 3+140	Mindestabstand zur Achse A 45 ca. 470 m ca. 110 Wohnhäuser (bereits gebaut bzw. Baugenehmigung liegt vor) Immissionsgrenzwerte 59/49 dB(A) Tag/Nacht

Im Regionalplan sowie im Flächennutzungsplan der Gemeinde Sinn ist im Bereich des Wohngebietes „Auf der Ebert“ eine Erweiterungsfläche in Richtung Autobahn ausgewiesen. Nach Auskunft des Bauamtes der Gemeinde Sinn existiert jedoch noch keine verbindliche Bauleitplanung, beispielsweise ein Bebauungsplan. Da es sich um keine verfestigte Planung handelt, wird die Erweiterungsfläche bei den schalltechnischen Untersuchungen nicht berücksichtigt. Zudem ist die planende Gemeinde bei der Ausweisung neuer Baugebiete im Rahmen der Bauleitplanung ohnehin selbst zu ausreichenden Schutzmaßnahmen im Hinblick auf den Verkehrslärm der bereits vorhandenen A 45 (und ggf. auch auf andere Lärmquellen) verpflichtet.

3.3 Ausgangsdaten

Eine detaillierte Beschreibung des Vorhabens ist dem Erläuterungsbericht der Unterlage 1 zu entnehmen. Im Folgenden werden nur die schalltechnisch relevanten Parameter betrachtet. Die Längsneigung auf der A 45 beträgt durchgängig weniger als 5 Prozent und ist damit schalltechnisch nicht wirksam. Die für die Schallberechnungen verwendeten Geschwindigkeiten orientieren sich an den Maximalansätzen nach RLS-90 und betragen 130 km/h für Pkw und 80 km/h für Lkw. Dem Stand der Technik entsprechend wurde auf der A 45 eine lärmindernde Straßenoberfläche mit einer Pegelreduzierung von -2 dB(A) vorgesehen.

Das Prognose-Verkehrsaufkommen für das Jahr 2030 beträgt auf der A 45 gemäß Verkehrsuntersuchung ¹ ~~30.725~~ 39.350 Kfz/24 h (Richtungsfahrbahn Dortmund) bzw. ~~31.550~~ 38.850 Kfz/24 h (Richtungsfahrbahn Hanau). Die Prognose-Lkw-Anteile > 2,8 t auf der A 45 betragen gemäß Verkehrsuntersuchung ~~26/58~~ 21/48 Prozent Tag/Nacht (Richtungsfahrbahn Dortmund) bzw. ~~26/64~~ 21/49 Prozent Tag/Nacht (Richtungsfahrbahn Hanau). Das Verkehrsaufkommen auf der A 45 erhöht sich durch die aktualisierte Verkehrsprognose 2030 um ca. 25 %. Gleichzeitig reduzieren sich die Lkw-Anteile um ca. 5 % Tag und ca. 10 % Nacht.

4. Schalltechnische Berechnungen

4.1 Vorgehensweise

Die Ermittlung der zu erwartenden Lärmemissionen und -immissionen erfolgte streng nach den Rechenvorschriften der 16. BImSchV und wurde mit der Software SoundPLAN, Version 7.4 durchgeführt. Insbesondere auf Grund des inhomogenen Trassenverlaufes (Damm, Einschnitt, Talbrücke) sowie der komplexen Bebauungssituation ist das Verfahren "lange gerade Straße" nicht anwendbar. Es wurde nach dem „Teilstückverfahren“ der RLS-90 gerechnet. Grundlage bildet ein dreidimensionales Rechenmodell. Die Straßenplanung, das heißt, die Achsen, Gradienten sowie die Böschungsober- und -unterkanten der A 45 wurden lage- und höhenmäßig aus dem Straßenprojekt übernommen. Die Topografie wurde auf der Basis der digitalen Geländemolldaten der Hessischen Landesvermessung nachgebildet und mit der Straßenplanung verschnitten. Gebäude und Immissionsorte wurden anhand von Katasterunterlagen digitalisiert.

Das Rechenmodell ist, einschließlich der Gebietsnutzungen, der Nummerierung der berechneten Objekte sowie der aktiven und passiven Lärmschutzmaßnahmen in den Lageplänen der Immissionsschutzmaßnahmen in Unterlage 7 dargestellt. Sämtliche Ergebnisse der Emissions- und Immissionsberechnungen sind in den Berechnungsunterlagen der Unterlage 17.1 dokumentiert.

4.2 Ermittlung der Emissionspegel

Die Berechnung der Emissionspegel erfolgte ausschließlich für die A 45. Andere Emittenten, wie beispielsweise das nachgeordnete Straßennetz, die Eisenbahn oder gewerbliche Schallquellen wurden richtlinienkonform nicht berücksichtigt. Für die A 45 ergeben sich Emissionspegel in Höhe von ~~73,5/69,6~~ 74,1/70,1 dB(A) Tag/Nacht (Richtungsfahrbahn Dortmund) bzw. ~~73,6/69,9~~ 74,1/70,2 dB(A) Tag/Nacht (Richtungsfahrbahn Hanau). Durch die aktualisierten Verkehrsdaten (siehe Abschnitt 3.3) erhöhen sich die Emissionspegel der Richtungsfahrbahnen der A 45 um bis zu 0,6 dB(A) Tag bzw. 0,5 dB(A) Nacht.

¹ Verkehrsuntersuchung sechsstreifiger Ausbau der BAB A 45
Landesgrenze HE/NW – Gambacher Kreuz
IVV Aachen, Schlussbericht April 2016 Januar 2018

4.3 Ermittlung der Beurteilungspegel

Für die beidseitig der A 45 gelegene Wohnbebauung der Gemeinde Sinn bzw. des Ortsteiles Fleisbach wurden detaillierte Einzelpunktberechnungen durchgeführt. Die Berechnungen der Beurteilungspegel an den einzelnen Gebäuden wurden mit Hilfe fassaden- und stockwerkbezogener Immissionsorte vorgenommen. Die Bezeichnungen der Wohnhäuser nach Straße und Hausnummer stimmen mit der Örtlichkeit überein.

Die schalltechnischen Berechnungen im Bereich des sechsstreifigen Autobahnabschnittes haben ergeben, dass im Zusammenhang mit dem geplanten Vorhaben die Immissionsgrenzwerte Tag an allen Immissionsorten vollständig eingehalten werden. Die Immissionsgrenzwerte Nacht werden jedoch an vielen Immissionsorten bzw. Wohnhäusern, insbesondere in den Wohngebieten, überschritten. Für die einzelnen Bereiche wurden folgende Grenzwertüberschreitungen und Betroffenheiten nachgewiesen:

Tab. 5: Grenzwertüberschreitungen/Betroffenheiten ohne Lärmschutz Gemeinde Sinn

Grenzwertüberschreitungen/Betroffenheiten	Tag	Nacht
maximale Grenzwertüberschreitung	-	3,6 4,0 dB(A)
durchschnittliche Grenzwertüberschreitung	-	1,2 1,4 dB(A)
Anzahl betroffener Immissionsorte	-	491 595
Anzahl betroffener Wohnhäuser	-	137 154

Tab. 6: Grenzwertüberschreitungen/Betroffenheiten ohne Lärmschutz Ortsteil Fleisbach

Grenzwertüberschreitungen/Betroffenheiten	Tag	Nacht
maximale Grenzwertüberschreitung	-	2,3 2,7 dB(A)
durchschnittliche Grenzwertüberschreitung	-	1,0 1,1 dB(A)
Anzahl betroffener Immissionsorte	-	76 101
Anzahl betroffener Wohnhäuser	-	35 42

Durch die aktualisierten Verkehrsdaten (siehe Abschnitt 3.3) erhöhen sich die Beurteilungspegel in dem kritischen Zeitraum Nacht um bis zu 0,4 dB(A). Dadurch sind in den beiden Teilbereichen ca. 20 bis 30 % mehr Immissionsorte bzw. ca. 10 bis 20 % mehr Wohnhäuser über den Nachtgrenzwert hinaus betroffen.

Auf Grund der nachgewiesenen Grenzwertüberschreitungen sind sowohl für die östlich der A 45 gelegene Gemeinde Sinn als auch für den westlich der A 45 gelegenen Ortsteil Fleisbach Lärmschutzmaßnahmen im Rahmen der Lärmvorsorge erforderlich.

5. Lärmschutzmaßnahmen

5.1 Aktive Lärmschutzmaßnahmen

5.1.1 Prüfung der Einsatzbedingungen

Zum Schutz der betroffenen Wohnbebauung in der Gemeinde Sinn und dem Ortsteil Fleisbach wurden verschiedene Möglichkeiten des aktiven Lärmschutzes untersucht.

Trassierung

Eine schalltechnische günstigere Trassierung ist nicht möglich, da es sich um den Ersatzneubau einer bereits vorhandenen Autobahn handelt. Die Trassierung muss sich somit weitestgehend an dem Bestand orientieren.

Straßenoberfläche

Es wird bereits eine lärmindernde Straßenoberfläche mit einer Pegelminderung von -2 dB(A) vorgesehen. Mit offenporigen Asphalten lassen sich zwar zusätzliche Pegelminderungen in Größenordnungen von bis zu -3 dB(A) erzielen, derartige Beläge verursachen jedoch nicht nur höhere Herstellungs- und Instandhaltungskosten, sondern weisen auch erhebliche Nachteile, beispielsweise eine kürzere Lebensdauer, Probleme bei der Reinigung und Reparatur sowie erhöhte Anforderungen an den Winterdienst auf. Zudem sollen offenporige Straßenoberflächen gemäß ARS 8/2004¹ auf Brückenbauwerken grundsätzlich nicht eingebaut werden. Trotz der genannten Nachteile wurde der Einsatz offenporiger Beläge beim Ersatzneubau der Talbrücke Heubach hinsichtlich Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit überprüft.

Fahrbahnübergänge

Zur Verminderung bzw. Vermeidung besonders lästiger, impulshaltiger Lärmbeeinträchtigungen im Umfeld der Widerlager der Talbrücke Heubach über die K 64 (BW 04) werden im Falle der Notwendigkeit von Fahrbahnübergangskonstruktionen lärmgeminderte Ausführungen vorgesehen. Dabei ist zu beachten, dass derartige Konstruktionen ausschließlich dem Abbau lästiger Pegelspitzen dienen, aber keinen Einfluss auf die Höhe der in Abschnitt 4.3 ausgewiesenen Beurteilungspegel und Betroffenheiten haben.

Lärmschutzwälle

Lärmschutzwälle kommen auf der Talbrücke Heubach nicht in Frage und bieten sich auch auf den nördlichen und südlichen Anschlussbereichen wegen der Trassenführung der A 45 in Dammlage nicht an.

Einhausungen

Einhausungen kommen als Lärmschutzmaßnahme auf Grund der sehr hohen Herstellungs- und Instandhaltungskosten nur in Sonderfällen, insbesondere bei extrem hohen und/oder umfangreichen Grenzwertüberschreitungen, zum Einsatz. Dies trifft für das geplante Vorhaben nicht zu.

Lärmschutzwände

Lärmschutzwände sind auf dem Brückenbauwerk die einzig mögliche Abschirmeinrichtung. Auch auf den nördlichen und südlichen Anschlussbereichen bieten sie sich wegen der Trassenführung der A 45 in Dammlage an.

Bereits im Ergebnis der schalltechnischen Voruntersuchungen hat sich abgezeichnet, dass für die komplette Einhaltung der Immissionsgrenzwerte Tag und Nacht (Vollschutz) auf Grund der großen Abstände zwischen der schutzbedürftigen Wohnbebauung und A 45 (größtenteils ca. 500 bis 800 m) und der teilweise ungünstigen Höhenverhältnisse (Ortsteil Fleisbach liegt beispielsweise bis zu ca. 30 m höher als die A 45) relativ hohe und/oder lange und damit kostenintensive Lärmschutzwände erforderlich sind. Damit stellt sich die Frage, ob derartige Anlagen aus wirtschaftlicher Sicht vertretbar sind. Getrennt für die Gemeinde Sinn (östlich der A 45) und den Ortsteil Fleisbach (westlich der A 45) wurden deswegen mehrere Lärmschutzvarianten nach akustischen, aber auch wirtschaftlichen Gesichtspunkten bewertet.

¹ Allgemeines Rundschreiben Straßenbau (ARS) Nr. 8/2004 vom 18.10.2004
Verwendung von offenporigem Asphalt auf Bundesfernstraßen

5.1.2 Gemeinde Sinn

Die schalltechnische Variantenuntersuchung (siehe Anlage 1b) hat ergeben, dass für die komplette Einhaltung der Immissionsgrenzwerte Tag und Nacht (Vollschutz) eine ca. 4,00 bis 4,50 m lange und 5,00 bis 6,00 m hohe Lärmschutzwand erforderlich ist. Die Lärmschutzwand gliedert sich im Einzelnen wie folgt:

Tab. 7: Lärmschutzwand Gemeinde Sinn (Vollschutz)

Bau-km	Länge	Höhe	Verlauf	Absorptionsgruppe nach ZTV-Lsw 06
2+215 bis 2+590	375 m	6,00 m	am Fahrbahnrand A 45	Absorptionsgruppe A 3 (hochabsorbierend)
2+590 bis 3+075	485 m	5,00 m	auf Talbrücke Heubach	

Das Kosten-Nutzen-Verhältnis ist mit kapitalisierten Kosten von ca. 3.350 € pro Schutzfall angemessen. Alternativ kommt der Einsatz eines offenporigen Belages mit einer zusätzlichen 2,00 m hohen Lärmschutzwand in Frage. Diese Variante ist jedoch nicht nur hinsichtlich der Herstellungs- und Erhaltungskosten deutlich unwirtschaftlicher, sie ist auch mit den in Abschnitt 5.1.1 aufgeführten Nachteilen offenporiger Beläge behaftet.

Die wirtschaftlichste Variante, das heißt die Variante mit dem besten Nutzen-Kosten-Verhältnis, ergibt sich bei einer 785 m langen und 4,00 m hohen Lärmschutzwand. Bei dieser Variante verbleiben jedoch an ca. 25 Wohnhäusern Grenzwertüberschreitungen im Zeitraum Nacht. Mit einer geringfügigen Erhöhung der Lärmschutzwand um 0,50 m auf 4,50 m kann die Anzahl der verbleibenden Schutzfälle im Vergleich zu der wirtschaftlichsten Variante noch einmal um ca. zwei Drittel reduziert werden. Somit sind nur noch 9 Wohnhäuser betroffen. Eine weitere Erhöhung der Lärmschutzwand wird als unwirtschaftlich angesehen, da die zusätzlich erreichbaren Pegelminderungen und Grenzwerteinhaltungen gering sind, sich dafür aber die Kosten im Vergleich zur wirtschaftlichsten Variante weiter deutlich erhöhen.

Im Rahmen der Abwägung wird unter Berücksichtigung aller akustischer und wirtschaftlicher Aspekte am östlichen Fahrbahnrand der A 45 eine 785 m lange (Bau-km 2+290 bis 3+075) und 4,00 bis 4,50 m hohe Lärmschutzwand vorgesehen. Die Höhenangaben beziehen sich auf die Gradienten der Richtungsfahrbahn Dortmund. Die Wandenden werden auf einer Länge von jeweils 20 m auf 2,50 m (nördliches Wandende) bzw. auf 2,00 m (südliches Wandende) abgesenkt. Die Lärmschutzwand gliedert sich im Einzelnen wie folgt:

Tab. 8: Lärmschutzwand Gemeinde Sinn (gewählte Variante)

Bau-km	Länge	Höhe	Verlauf	Absorptionsgruppe nach ZTV-Lsw 06
2+290 bis 2+310	20 m	2,50 m bis 4,50 m	am Fahrbahnrand A 45	Absorptionsgruppe A 2 (absorbierend) A 3 (hochabsorbierend)
2+310 bis 2+590	280 m	4,50 m	am Fahrbahnrand A 45	
2+590 bis 2+775	185 m	4,00 m bis 4,50 m	auf Talbrücke Heubach	
2+775 bis 3+055	280 m	4,00 m bis 4,50 m	am Fahrbahnrand A 45	
3+055 bis 3+075	20 m	4,00 m bis 2,00 m bis 4,50 m bis 2,50 m	am Fahrbahnrand A 45	

Der Abstand der Lärmschutzwand vom befestigten Fahrbahnrand beträgt nach Richtzeichnung LS 15, Blatt 1¹ auf der freien Strecke 2,50 m. Auf der Talbrücke reduziert sich der Abstand vom Bord gemäß Richtzeichnung He-Lsw 07² auf ca. 2,10 m.

Zur Verringerung pegelerhöhender Reflexionen für die gegenüberliegende Straßenseite, und damit für die Wohnbebauung im Ortsteil Fleisbach sowie zur Vermeidung pegelerhöhender Mehrfachreflexionen zwischen den sich gegenüber stehenden Wänden wird die Lärmschutzwand straßenseitig ~~mindestens~~ ~~absorbierend~~ hochabsorbierend (mindestens Absorptionsgruppe A-2 A 3 nach ZTV-Lsw 06³) ausgebildet.

Die kapitalisierten Kosten der Lärmschutzwand liegen bei ca. 3.440 € pro Schutzfall und stehen im Verhältnis zum Schutzzweck.

Mit der geplanten Lärmschutzwand wird die fast vollständige Einhaltung der Immissionsgrenzwerte Tag und Nacht (Vollschutz) erreicht. An lediglich 9 Wohnhäusern verbleiben mit maximal 1,1 dB(A) und durchschnittlich 0,4 dB(A) sehr geringe Überschreitungen des maßgebenden Immissionsgrenzwertes 49 dB(A) Nacht.

An den betroffenen Wohnhäusern werden Pegelminderungen von bis zu 9 dB(A) erzielt. Darüber hinaus wirkt die geplante Lärmschutzwand auch an Wohnhäusern, an denen ursprünglich keine Grenzwertüberschreitungen nachgewiesen wurden. Dies betrifft insbesondere die Wohnbebauung in den Mischgebieten beidseitig der B 277. Insgesamt werden an ca. 300 Wohnhäusern Pegelminderungen von (aufgerundet) ≥ 3 dB(A) erreicht.

5.1.3 Ortsteil Fleisbach

~~Die schalltechnische Variantenuntersuchung (siehe Anlage 2) hat ergeben, dass für die komplette Einhaltung der Immissionsgrenzwerte Tag und Nacht (Vollschutz) eine ca. 955 m lange und 3,00 bis 7,00 m hohe Lärmschutzwand erforderlich ist. Die Wand beginnt am nördlichen Widerlager der Talbrücke Heubach, wird in Richtung Süden über die Brücke geführt und erstreckt sich bis zur bereits vorhandenen Einschnittsböschung südlich der Talbrücke. Da die Abschirmwirkung des Einschnittes wegen der ungünstigen Höhenverhältnisse (Wohngebiet liegt ca. 30 m höher als A 45) nicht ausreicht, ist eine Verlängerung der Lärmschutzwand auf der Böschungsoberkante erforderlich. Die Lärmschutzwand gliedert sich im Einzelnen sich wie folgt:~~

Bau-km	Länge	Höhe	Verlauf	Absorptionsgruppe nach ZTV-Lsw 06
2+590 bis 2+775	185 m	4,00 m	auf Talbrücke Heubach	Absorptionsgruppe A-2 (absorbierend)
2+775 bis 2+930	155 m	7,00 m	am Fahrbahnrand A 45	
2+930 bis 3+545	615 m	3,00 m	auf Böschungsoberkante	

~~Der Vollschutz wäre auch mit einer kürzeren, ca. 540 m langen, dafür aber mit ca. 8,50 m höheren Lärmschutzwand möglich. Die Wand beginnt an der bereits vorhandenen Einschnittsböschung nördlich der Talbrücke Heubach, wird in Richtung Süden über die Brücke geführt und erstreckt sich bis zur bereits vorhandenen Einschnittsböschung südlich der Talbrücke. Die zusätzliche Lärmschutzwand auf der Böschungsoberkante entfällt bei dieser Variante. Die Lärmschutzwand gliedert sich im Einzelnen sich wie folgt:~~

¹ Richtzeichnungen für Ingenieurbauten (RiZ-ING), Ausgabe Dezember 2013

² Handbuch Hessen Mobil - Planung Ingenieurbauwerke, Stand Januar 2013

³ Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Ausführung von Lärmschutzwänden an Straßen (ZTV-Lsw 06) vom 22.09.2006, zuletzt geändert am 24.04.2012

Bau-km	Länge	Höhe	Verlauf	Absorptionsgruppe nach ZTV-Lsw-06
2+435 bis 2+590	155 m	8,50 m	am Fahrbahnrand A 45	Absorptionsgruppe A 2 (absorbierend)
2+590 bis 2+775	185 m	8,50 m	auf Talbrücke Heubach	
2+775 bis 2+975	200 m	8,50 m	am Fahrbahnrand A 45	

Problematisch bei dieser Variante ist die große Wandhöhe auf der Talbrücke Heubach. Gemäß ARS 24/2016¹ sollen Lärmschutzwände auf Brücken generell möglichst nicht höher als 5,00 m ausgeführt werden, da notwendige Brückeninspektionen mit standardmäßigen Brückenuntersichtgeräten ansonsten nicht mehr möglich sind. Dadurch können zusätzliche Maßnahmen, beispielsweise Schienenlaufwege bis hin zu Besichtigungswagen erforderlich werden. Die Kosten für diese besonderen Vorkehrungen sind bei der Abwägung zur Verhältnismäßigkeit von Lärmschutzmaßnahmen mit einzubeziehen. Bei Berücksichtigung einer Höhenbegrenzung der Lärmschutzwand auf der Talbrücke Heubach auf 5,00 m ist zur Kompensation der geringeren Abschirmwirkung eine Erhöhung der Lärmschutzwand nördlich und südlich der Talbrücke Heubach auf ca. 10,00 m erforderlich. Die Lärmschutzwand gliedert sich im Einzelnen wie folgt:

Bau-km	Länge	Höhe	Verlauf	Absorptionsgruppe nach ZTV-Lsw-06
2+435 bis 2+590	155 m	10,00 m	am Fahrbahnrand A 45	Absorptionsgruppe A 2 (absorbierend)
2+590 bis 2+775	185 m	5,00 m	auf Talbrücke Heubach	
2+775 bis 2+975	200 m	10,00 m	am Fahrbahnrand A 45	

Die kapitalisierten Kosten für die Lärmschutzwände stehen bei den Vollschutzvarianten mit ca. 24.600 bis 30.800 € pro Schutzfall außer Verhältnis zum angestrebten Schutzzweck. Dabei wurden evtl. Zusatzkosten für besondere Vorkehrungen zur Gewährleistung zukünftiger Brückeninspektionen bei Lärmschutzwandhöhen > 5,00 m (s. o.) noch nicht berücksichtigt. Mit niedrigeren Lärmschutzwänden ist das Kosten-Nutzen-Verhältnis nicht wesentlich besser, dafür werden jedoch die ohnehin schon geringfügigen Pegelminderungen noch weiter reduziert und es können immer weniger Schutzfälle gelöst werden.

Alternativ zu Lärmschutzwänden kommt für den Vollschutz auch der Einsatz eines offenporigen Belages in Frage. Diese Variante ist jedoch nicht nur hinsichtlich der Herstellungs- und Erhaltungskosten noch unwirtschaftlicher, sie ist auch mit den in Abschnitt 5.1.1 aufgeführten Nachteilen offenporiger Beläge behaftet.

Im Rahmen der Abwägung wird unter Berücksichtigung aller akustischer und wirtschaftlicher Aspekte insbesondere aus folgenden Gründen auf aktive Lärmschutzmaßnahmen verzichtet:

- Der Immissionsgrenzwert 59 dB(A) Tag wird mit maximal 56 dB(A) Tag an allen Wohnhäusern vollständig und deutlich eingehalten.
- Die Außenwohnbereiche sind ebenfalls nicht betroffen (siehe Abschnitt 5.3).
- Die durchschnittliche Überschreitung des Immissionsgrenzwertes 49 dB(A) Nacht beträgt lediglich ca. 1 dB(A) (siehe Abschnitt 4.3). Bei annähernd 50 % der Wohnhäuser ist nur eine Fassade und auch dort meist nur das oberste Geschoss mit wenigen Zehntel dB(A) über dem Grenzwert betroffen.

¹ Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 24/2016
 Berücksichtigung der Bauwerksprüfung nach DIN 1076 bei der Gesamtabwägung im Rahmen der lärmtechnischen Untersuchung für Wandhöhen ab 5,0 m, die nicht ohne weiteres zugänglich sind

	Grenzwertüberschreitungen Nacht			
	< 1 dB(A)	1 – 2 dB(A)	2 – 3 dB(A)	> 3 dB(A)
Anzahl Wohnhäuser	20	15	10	–

- Der große Abstand des Wohngebietes von der A 45 (ca. 500 bis 800 m) und insbesondere die Höhenverhältnisse (Wohngebiet liegt ca. 30 m höher als die A 45) wirken sich ungünstig auf die Abschirmwirkung von Lärmschutzwänden aus.
- Die kapitalisierten Kosten der aktiven Lärmschutzmaßnahmen liegen mit mindestens ca. 24.600 € (Lärmschutzwände) bzw. 37.700 € (offenporiger Belag) pro Schutzfall über dem Schwellwert 20.000 € pro Schutzfall und stehen damit außer Verhältnis zum angestrebten Schutzzweck.
- Das (relativ neue) Wohngebiet ist auf der Basis des Bebauungsplanes „Auf der Ebert“ aus dem Jahr 2001 entstanden. Da es sich um die Entwicklung eines neuen Wohngebietes an eine bereits vorhandene Autobahn handelt, ist die planende Gemeinde im Rahmen der Bauleitplanung zur Einhaltung der Orientierungswerte der DIN 18005¹ angehalten. Bei Überschreitung der Orientierungswerte sind geeignete Schallschutzmaßnahmen vorzusehen (zum Beispiel schalltechnisch günstige Grundrissgestaltung, schalltechnisch ausreichende Umfassungsbauteile, schallgedämmte Lüftungseinrichtungen usw.). In der Begründung zum Bebauungsplan werden für die A 45 im (kritischen) Zeitraum Nacht Emissionspegel in Höhe von 73,4 dB(A) angegeben. Die Werte basieren auf dem Verkehrsaufkommen und den Lkw-Anteilen zum damaligen Stand. Die aktuellen Emissionspegel sind, unter Berücksichtigung der Prognose-Verkehrsentwicklung bis 2030 und dem Einsatz einer lärmindernden Straßenoberfläche mit 72,8 dB(A) Nacht etwas geringer. Für die Anwohner ist mit dem geplanten Vorhaben im Vergleich zu den ursprünglich im Bebauungsplan prognostizierten Emissionen der A 45 somit keine Verschlechterung verbunden.
- Das Wohngebiet ist bereits zum jetzigen Zeitpunkt den Vorbelastungen der vorhandenen, 5-streifigen A 45 ausgesetzt. Die einzelnen Bauherren/Eigentümer haben in Kenntnis der A 45 und der damit verbundenen Lärmbelastungen ihre Wohnhäuser gebaut bzw. gekauft.
- Auf den Flächen zwischen der A 45 und dem Wohngebiet Fleisbach sind über den Bebauungsplan „Fleisbach Ost“ (1 bis 3) Gewerbegebiete ausgewiesen. Die Flächen sind zwar zum großen Teil noch nicht bebaut, es ist aber davon auszugehen, dass sich die Lärmsituation durch die Abschirmwirkung der zukünftigen, vorgelagerten Bebauung zumindest für einen Teil der Wohnhäuser verbessern wird. Dies wird zu einer weiteren Reduzierung der Betroffenen (Anzahl und Höhe der Grenzwertüberschreitungen) führen.

Die schalltechnische Variantenuntersuchung (siehe Anlage 2b) hat ergeben, dass für die komplette Einhaltung der Immissionsgrenzwerte Tag und Nacht (Vollschutz) eine ca. 540 m lange und 10,00 m hohe Lärmschutzwand erforderlich ist. Die Wand beginnt an der bereits vorhandenen Einschnittsböschung nördlich der Talbrücke Heubach, wird in Richtung Süden über die Brücke geführt und erstreckt sich bis zur bereits vorhandenen Einschnittsböschung südlich der Talbrücke. Die Lärmschutzwand gliedert sich im Einzelnen wie folgt:

¹ DIN 18005, Teil 1, Beiblatt 1: Schalltechnische Orientierungswerte für die städtebauliche Planung, Mai 1987

Tab. 9: Lärmschutzwand Ortsteil Fleisbach (Vollschutz)

Bau-km	Länge	Höhe	Verlauf	Absorptionsgruppe nach ZTV-Lsw 06
2+435 bis 2+590	155 m	10,00 m	am Fahrbahnrand A 45	Absorptionsgruppe A 3 (hochabsorbierend)
2+590 bis 2+775	185 m	10,00 m	auf Talbrücke Heubach	
2+775 bis 2+975	200 m	10,00 m	am Fahrbahnrand A 45	

Problematisch bei dieser Variante ist neben den hohen Kosten die große Wandhöhe auf der Talbrücke Heubach. Gemäß ARS 24/2016¹ sollen Lärmschutzwände auf Brücken generell möglichst nicht höher als 5,00 m ausgeführt werden, da notwendige Brückeninspektionen mit standardmäßigen Brückenuntersichtgeräten ansonsten nicht mehr möglich sind. Dadurch können zusätzliche Maßnahmen, beispielsweise Schienenlaufwege und Besichtigungswagen erforderlich werden. Die Kosten für diese besonderen Vorkehrungen sind bei der Abwägung zur Verhältnismäßigkeit von Lärmschutzmaßnahmen mit einzubeziehen. Im Fall der Talbrücke Heubach kann auf den Ansatz von Zusatzkosten für besondere Vorkehrungen verzichtet werden, da sich im Verlauf der Planung herausgestellt hat, dass im Zusammenhang mit der Parallelplanung zum Ersatzneubau der A 45 Talbrücke Sechshelden ein transportabler Besichtigungswagen vorgesehen ist, der auch für die Talbrücke Heubach verwendet werden kann. Damit entfällt auch automatisch die bisher berücksichtigt Höhenbegrenzung der Lärmschutzwand auf der Talbrücke Heubach auf 5,00 m.

Alternativ zu der 10,00 m hohen Lärmschutzwand kommt für den Vollschutz auch der Einsatz eines offenporigen Belages in Frage. Diese Variante ist jedoch nicht nur hinsichtlich der Herstellungs- und Erhaltungskosten noch unwirtschaftlicher, sie ist auch mit den in Abschnitt 5.1.1 aufgeführten Nachteilen offenporiger Beläge behaftet und wird deswegen nicht weiter verfolgt.

Durch den Wegfall der Höhenbegrenzung der Lärmschutzwand auf der Talbrücke sind auch die Lärmschutzvarianten, die mittels Verlängerungen und/oder Erhöhungen der Wand in den Anschlussbereichen die fehlende Abschirmwirkung auf der Brücke so weit wie möglich kompensieren sollten, nicht mehr relevant. Es wird auf eine Lärmschutzwand mit einer durchgängig konstanten Höhe orientiert.

Die wirtschaftlichste Variante, das heißt die Variante mit dem besten Nutzen-Kosten-Verhältnis, ergibt sich bei einer 540 m langen und 8,50 m hohen Lärmschutzwand. Bei dieser Variante werden aber Probleme hinsichtlich der hohen Herstellungs- und Erhaltungskosten (und damit der hohen Kosten pro Schutzfall), der technischen Realisierbarkeit, der erschwerten Inspektionen des Brückenbauwerkes und der Lärmschutzwand, aber auch der Beeinträchtigung des Landschaftsbildes gesehen, zumal die Lärmschutzwände beidseitig der A 45 wegen der hochabsorbierenden Anforderungen (Vermeidung Reflexionen und Mehrfachreflexionen) nicht transparent ausgeführt werden können.

Unter Berücksichtigung aller akustischer, wirtschaftlicher und sonstiger Belange wird am westlichen Fahrbahnrand der A 45 eine 540 m lange (Bau-km 2+435 bis 2+975) und 6,00 m hohe Lärmschutzwand vorgesehen. Die Höhenangaben beziehen sich auf die Gradienten der Richtungsfahrbahn Hanau. Die geplante Lärmschutzwand gliedert sich im Einzelnen wie folgt:

¹ Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 24/2016
Berücksichtigung der Bauwerksprüfung nach DIN 1076 bei der Gesamtabwägung im Rahmen der lärmtechnischen Untersuchung für Wandhöhen ab 5,0 m, die nicht ohne weiteres zugänglich sind

Tab. 10: Lärmschutzwand Ortsteil Fleisbach (gewählte Variante)

Bau-km	Länge	Höhe	Verlauf	Absorptionsgruppe nach ZTV-Lsw 06
2+435 bis 2+590	155 m	6,00 m	am Fahrbahnrand A 45	A 3 (hochabsorbierend)
2+590 bis 2+775	185 m	6,00 m	auf Talbrücke Heubach	
2+775 bis 2+975	200 m	6,00 m	am Fahrbahnrand A 45	

Die kapitalisierten Kosten der geplanten Lärmschutzwand sind mit ca. 23.790 € pro Schutzfall deutlich höher als bei der Lärmschutzwand zum Schutz der Gemeinde Sinn, stehen aber immer noch im Verhältnis zum Schutzzweck, insbesondere, wenn man berücksichtigt, dass das Baugebiet noch nicht vollständig bebaut ist. Für die Schallberechnungen wurden nur die vorhandenen Gebäude, sowie die Grundstücke, für die bereits eine Baugenehmigung vorliegt, berücksichtigt. Dies entspricht einer Auslastung des Baugebietes von ca. 85 %. Bei einer zukünftigen Vollauslastung ist von einer weiteren Erhöhung der Anzahl der Betroffenen und damit von einem günstigeren Nutzen-Kosten-Verhältnis auszugehen.

Der Abstand der Lärmschutzwand vom befestigten Fahrbahnrand beträgt nach Richtzeichnung LS 15, Blatt 1 auf der freien Strecke 2,50 m. Auf der Talbrücke reduziert sich der Abstand vom Bord gemäß Richtzeichnung He-Lsw 07 auf ca. 2,10 m.

Zur Verringerung pegelerhöhender Reflexionen für die gegenüberliegende Straßenseite, und damit für die Wohnbebauung in der Gemeinde Sinn sowie zur Vermeidung pegelerhöhender Mehrfachreflexionen zwischen den sich gegenüber stehenden Wänden wird die Lärmschutzwand straßenseitig hochabsorbierend (mindestens Absorptionsgruppe A 3 nach ZTV-Lsw 06) ausgebildet.

Mit der geplanten Lärmschutzwand wird eine weitestgehende Einhaltung der Immissionsgrenzwerte Tag und Nacht (Vollschutz) erreicht. An lediglich 15 Wohnhäusern verbleiben mit maximal 1,1 dB(A) und durchschnittlich 0,5 dB(A) sehr geringe Überschreitungen des maßgebenden Immissionsgrenzwertes 49 dB(A) Nacht. Es wird ein ähnliches Schutzniveau wie bei der gegenüber liegenden Gemeinde Sinn erreicht, was dem Gleichbehandlungsgrundsatz entspricht. Ein weiterer positiver Effekt ist, dass durch die Wand pegelerhöhende Reflexionen an der Lärmschutzwand auf der Ostseite der A 45 unterdrückt werden.

Die nachgewiesenen Pegelminderungen betragen zwar zum großen Teil ≤ 3 dB(A), beziehen sich aber ausschließlich auf die Abschirmwirkung der Lärmschutzwand. Unter Berücksichtigung der sich nördlich und südlich anschließenden Einschnittsböschungen ist die Gesamtwirkung der Lärmschutzanlage ca. 1 bis 2 dB(A) höher einzuschätzen.

5.2 Passive Lärmschutzmaßnahmen

Unter Berücksichtigung der geplanten aktiven Lärmschutzmaßnahmen sind insgesamt folgende, verbleibende Grenzwertüberschreitungen und Betroffenheiten zu verzeichnen:

Tab. 11: Grenzwertüberschreitungen/Betroffenheiten mit Lärmschutz Gemeinde Sinn

Grenzwertüberschreitungen/Betroffenheiten	Tag	Nacht
maximale Grenzwertüberschreitung	-	1,1 dB(A)
durchschnittliche Grenzwertüberschreitung	-	0,4 dB(A)
Anzahl betroffener Immissionsorte	-	17
Anzahl betroffener Wohnhäuser	-	9

Tab. 12: Grenzwertüberschreitungen/Betroffenheiten mit Lärmschutz Ortsteil Fleisbach

Grenzwertüberschreitungen/Betroffenheiten	Tag	Nacht
maximale Grenzwertüberschreitung	-	2,8 1,1 dB(A)
durchschnittliche Grenzwertüberschreitung	-	1,2 0,5 dB(A)
Anzahl betroffener Immissionsorte	-	404 26
Anzahl betroffener Wohnhäuser	-	45 15

~~Im Vergleich zum Zustand ohne Lärmschutz (siehe Abschnitt 4.3) ergeben sich im Ortsteil Fleisbach auf Grund von Reflexionen an der zum Schutz der Gemeinde Sinn geplanten Lärmschutzwand (trotz einer absorbierenden Ausführung) geringfügige Pegelerhöhungen um wenige Zehntel und damit leicht erhöhte Grenzwertüberschreitungen und Betroffenheiten.~~

An den Immissionsorten mit Grenzwertüberschreitungen bestehen dem Grunde nach Ansprüche auf passive Lärmschutzmaßnahmen. Die Ansprüche sind in den Berechnungsunterlagen der Unterlage 17.1 ausgewiesen und in den Lageplänen der Immissionsschutzmaßnahmen der Unterlage 7 gekennzeichnet. Die Realisierung der passiven Schallschutzmaßnahmen erfolgt in einem gesonderten, nachgeordneten Verfahren nach den VLärmSchR 97 und der 24. BImSchV.

5.3 Beeinträchtigung von Außenwohnbereichen

Für den Nachweis der Einhaltung der Immissionsgrenzwerte Tag in den Außenwohnbereichen (zum Beispiel Terrassen, Freisitze) wurde zusätzlich zu den Einzelpunktberechnungen an den Gebäudefassaden eine flächendeckende Isophonenkarte mit folgenden Parametern berechnet:

- Emittenten: A 45
- Lärmschutz: Lärmschutzwandwände gemäß Abschnitt 5.1.2 und 5.1.3
- Berechnungshöhe: 2,00 m über Gelände
- Anzahl der Reflexionen: 1
- Rasterabstand: 10,00 m

Anhand der Lagepläne der Immissionsschutzmaßnahmen in Unterlage 7 wird deutlich, dass die maßgebenden Isophonen 59 dB(A) Tag für Wohngebiete und 64 dB(A) Tag für Dorf-/Mischgebiete nicht bis an die schutzbedürftigen Gebiete bzw. Grundstücke heranreichen. Somit ist der Nachweis der vollständigen Einhaltung der Immissionsgrenzwerte in den Außenwohnbereichen erbracht. Auf zusätzliche Einzelpunktberechnungen kann verzichtet werden. Entschädigungsansprüche für erhöhte Lärmbelastungen in Außenwohnbereichen bestehen nicht.

6. Kostenschätzung

Die materialunabhängigen Durchschnittskosten für Lärmschutzwände betragen gemäß der aktuellen, bundesweiten Lärmschutzstatistik im Zeitraum 2011 bis 2015 ca. 326 352 €/m².

Bei passiven Schallschutzmaßnahmen ist eine Kostenschätzung sehr schwierig, da die Nutzung der Räume und die Schalldämmmaße der vorhandenen Umfassungsbauteile zum derzeitigen Planungsstand nicht bekannt sind. Die Kosten für Schallschutzfenster betragen gemäß Lärmschutzstatistik durchschnittlich ca. 613 €/m². Die Kosten für schalldämmte Lüftungseinrichtungen werden mit durchschnittlich ca. 596 €/Stück angegeben. Basierend auf diesen Ansätzen und unter Berücksichtigung der nur geringen Grenzwertüberschreitungen im Zeitraum Nacht wurden für passive Schallschutzmaßnahmen Kosten in Höhe von ca. 5.000 €/Wohnhaus angesetzt. Die tatsächlichen Kosten werden erfahrungsgemäß geringer ausfallen.

Für die einzelnen Teilbereiche ergeben sich folgende Lärmschutzkosten:

Bereich	Kosten Lärmschutz in €		
	Lärmschutzwände	Passiver Lärmschutz	Gesamtkosten
Gemeinde Sinn	1.059.500	-	1.059.500
	1.222.300	45.000	1.267.300
Ortsteil Fleisbach		225.000	225.000
	1.140.500	75.000	1.215.500
Gesamt	1.059.500	225.000	1.284.500
	2.362.800	120.000	2.482.800

Entschädigungen für erhöhte Lärmbelastungen in Außenwohnbereichen fallen auf Grund der vollständigen Einhaltung der Immissionsgrenzwerte Tag nicht an.

7. Zusammenfassung

Die schalltechnischen Berechnungen haben ergeben, dass im Zusammenhang mit dem geplanten Vorhaben unter Berücksichtigung der lärmindernden Straßenoberfläche mit einer Pegelminderung von -2 dB(A) im Bereich der Gemeinde Sinn (einschließlich dem Ortsteil Fleisbach) die Immissionsgrenzwerte Tag vollständig eingehalten werden. Es sind jedoch umfangreiche Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte Nacht zu erwarten.

Im Bereich der Gemeinde Sinn (östlich der A 45) werden mit der geplanten 785 m langen und 4,00 bis 4,50 m hohen Lärmschutzwand die Immissionsgrenzwerte Tag und Nacht fast vollständig eingehalten (~~Vollschutz~~). Im Bereich des Ortsteils Fleisbach (westlich der A 45) werden insbesondere wegen der geringen Wirksamkeit und der hohen Kosten keine aktiven Lärmschutzmaßnahmen vorgesehen, mit der geplanten 540 m langen und 6,00 m hohen Lärmschutzwand die Immissionsgrenzwerte Tag und Nacht ebenfalls fast vollständig eingehalten.

An den Wohnhäusern mit verbleibenden Überschreitungen des Immissionsgrenzwertes Nacht bestehen dem Grunde nach Ansprüche auf passive Lärmschutzmaßnahmen. Die Realisierung der passiven Schallschutzmaßnahmen erfolgt in einem gesonderten, nachgeordneten Verfahren gemäß den VLärmSchR 97 und der 24. BImSchV.

Bei der Talbrücke Heubach im Zuge der A 45 über die K 64 (BW 04) werden im Falle der Notwendigkeit von Fahrbahnübergangskonstruktionen lärmgeminderte Ausführungen vorgesehen.

A 45, Ersatzneubau der Talbrücke Heubach
 Unterlage 17.1 Schalltechnische Untersuchung - Erläuterungen

Anlage 1b

Vergleich aktiver Lärmschutzmaßnahmen (Gemeinde Sinn)

Nr.	Beschreibung	Variante			Betroffenheiten				Kosten			Bewertung						
		Wandfläche [m ²] 2a	OPA-Fläche [m ²] 2c	OPA- Brückenent- wässerung [m] 2d	Geschossseiten Tag		Geschossseiten Nacht		Herstellungskosten [EUR] 9	Erhaltungskosten (kapitalisiert) [EUR] 10	Kosten des aktiven Schallschutzes (kapitalisiert) [EUR] 11 = 9 + 10	Effektivität (Anteil Minderung Lautheits- gewicht) [%] 12 = $\Delta_{L_{GW}} : \Sigma_{L_{GW}}$	Effizienz (Minderung Lautheits- gewicht pro Kosten) [10 ⁻⁴] 13 = $\Delta_{L_{GW}} : 11$	Verhältnis- mäßigkeit- wert (effektive Effizienz) [-] 14 = 12 · 13	Summe verbleibender Schutzfälle [-] 15 = 3 + 5 + 7	Summe betroffener Wohnhäuser [Whs] 16	Kosten pro Schutzfall (kapitalisiert) [EUR] 18 = 11 : Δ_{SF}	maximale Pegel- minderung [dB(A)] 19
					verbleibende Schutzfälle 3	Lautheits- gewicht 4 = 2 ^{0,1 · (L-L_{IGW})}	verbleibende Schutzfälle 5	Lautheits- gewicht 6 = 2 ^{0,1 · (L-L_{IGW})}										
0	ohne aktiven Lärmschutz	-	-	-	-	-	583	666,03	-	-	-	-	-	583	154	-	-	
Lärmschutzwand																		
1	LSW l=785m, h=2,00m	1.570	-	-	-	-	288	315,83	552.640,00	311.911,90	864.551,90	52,6	4,1	2,13	288	96	2.930,68	6,4
2	LSW l=785m, h=2,50m	1.963	-	-	-	-	219	237,49	690.976,00	389.989,21	1.080.965,21	64,3	4,0	2,55	219	86	2.969,68	7,2
3	LSW l=785m, h=3,00m	2.355	-	-	-	-	147	158,09	828.960,00	467.867,85	1.296.827,85	76,3	3,9	2,99	147	66	2.974,38	8,0
4	LSW l=785m, h=3,50m	2.748	-	-	-	-	90	96,69	967.296,00	545.945,16	1.513.241,16	85,5	3,8	3,22	90	45	3.069,45	8,6
5	LSW l=785m, h=4,00m	3.140	-	-	-	-	40	42,95	1.105.280,00	623.823,80	1.729.103,80	93,6	3,6	3,37	40	25	3.184,35	9,2
6	LSW l=785m, h=4,50m	3.533	-	-	-	-	18	19,37	1.243.616,00	701.901,11	1.945.517,11	97,1	3,3	3,23	18	9	3.443,39	9,7
7	LSW l=785m, h=5,00m	3.925	-	-	-	-	14	15,00	1.381.600,00	779.779,75	2.161.379,75	97,7	3,0	2,94	14	9	3.798,56	10,0
8	LSW l=300m, h=5,50m l=485m, h=5,00m	4.075	-	-	-	-	10	10,72	1.434.400,00	809.580,25	2.243.980,25	98,4	2,9	2,87	10	5	3.916,20	10,1
9	LSW l=375m, h=6,00m l=485m, h=5,00m (Vollschutz)	4.675	-	-	-	-	-	-	1.645.600,00	928.782,25	2.574.382,25	100,0	2,6	2,59	-	-	4.415,75	10,2
Offenporiger Asphalt																		
10	OPA (fast-Vollschutz)	-	29.000	370	-	-	32	34,53	800.940,00	2.061.228,10	2.862.168,10	94,8	2,2	2,09	32	19	5.194,50	3,0
Offenporiger Asphalt mit Lärmschutzwand																		
11	OPA mit LSW 2,00 m (Vollschutz)	1.570	29.000	370	-	-	-	-	1.353.580,00	2.373.140,00	3.726.720,00	100,0	1,8	1,79	-	-	6.392,32	9,4

- Wirtschaftlichste Variante
- Variante scheidet wegen ungünstig, da Kosten pro Schutzfall > 20.000 € und / oder Pegelminderung < 3 dB(A) aus
- Gewählte Variante

A 45, Ersatzneubau der Talbrücke Heubach
 Unterlage 17.1 Schalltechnische Untersuchung - Erläuterungen

Vergleich aktiver Lärmschutzmaßnahmen (Ortsteil Fleisbach)

Lärmschutzwand mit Höhenbegrenzung Brücke																		
9	LSW l=540m, h=6,00m- (Brücke h=5,00m)	3.055					11	11,70	995.930,00	562.089,45	1.558.019,45	86,0	0,5	0,40	11	6	23.969,53	2,1
10	LSW l=540m, h=7,00m- (Brücke h=5,00m)	3.410					8	8,57	1.111.660,00	627.405,90	1.739.065,90	89,9	0,4	0,39	8	6	25.574,50	2,4
11	LSW l=540m, h=8,00m- (Brücke h=5,00m)	3.765					5	5,36	1.227.390,00	692.722,35	1.920.112,35	93,7	0,4	0,39	5	4	27.043,84	2,6
12	LSW l=540m, h=9,00m- (Brücke h=5,00m)	4.120					2	2,14	1.343.120,00	758.038,80	2.101.158,80	97,5	0,4	0,38	2	2	28.394,04	2,8
13	LSW l=540m, h=10,00m / Brücke h=5,00m (Vollschutz)	4.475							1.458.850,00	823.355,25	2.282.205,25	100,0	0,4	0,37			30.029,02	2,9
Lärmschutzwand mit Höhenbegrenzung Brücke und Verlängerung auf südlicher Böschungskante																		
14	LSW l=955mm, h=3,00-7,00m- Brücke h=4,00m (Vollschutz)	3.670							1.196.420,00	675.243,30	1.871.663,30	100,0	0,5	0,45			24.627,15	3,4
Offenporiger Asphalt																		
24	OPA (Vollschutz)	-	29.000	370	-	-	-	-	800.940,00	2.061.228,10	2.862.168,10	100,0	0,4	0,40	-	-	28.338,30	3,0

- Wirtschaftlichste Variante
- Variante scheidet wegen ungünstig, da Kosten pro Schutzfall > 20.000 € und / oder Pegelminderung < 3 dB(A) aus
- Gewählte Variante

A 45, Ersatzneubau der Talbrücke Heubach
 Unterlage 17.1 Schalltechnische Untersuchung - Erläuterungen

Anlage 2b

Vergleich aktiver Lärmschutzmaßnahmen (Ortsteil Fleisbach)

Nr.	Beschreibung	Variante			Betroffenheiten				Kosten			Bewertung						maximale Pegelminderung [dB(A)]
		Wandfläche [m ²] 2a	OPA-Fläche [m ²] 2c	OPA-Brückenentwässerung [m] 2d	Geschossseiten Tag		Geschossseiten Nacht		Herstellungskosten [EUR] 9	Erhaltungskosten (kapitalisiert) [EUR] 10	Kosten des aktiven Schallschutzes (kapitalisiert) [EUR] 11 = 9 + 10	Effektivität (Anteil Minderung Lautheitsgewicht) [%] 12 = Δ _{LGW} : Δ _{LGW}	Effizienz (Minderung Lautheitsgewicht pro Kosten) [10 ⁻⁴] 13 = Δ _{LGW} : 11	Verhältnismäßigkeitswert (effektive Effizienz) [-] 14 = 12 · 13	Summe verbleibender Schutzfälle [-] 15 = 3 + 5 + 7	Summe betroffener Wohnhäuser [Whs] 16	Kosten pro Schutzfall (kapitalisiert) [EUR] 18 = 11 : Δ _{SF}	
0	ohne aktiven Lärmschutz	-	-	-	-	-	101	113,57	-	-	-	-	-	-	101	42	-	-
Lärmschutzwand ohne Höhenbegrenzung Brücke																		
1	LSW l=540m, h=2,00m	1.080	-	-	-	-	76	84,25	380.160,00	214.563,60	594.723,60	25,8	0,5	0,13	76	35	23.788,94	0,7
2	LSW l=540m, h=2,50m	1.350	-	-	-	-	68	75,05	475.200,00	268.204,50	743.404,50	33,9	0,5	0,18	68	31	22.527,41	1,1
3	LSW l=540m, h=3,00m	1.620	-	-	-	-	59	64,77	570.240,00	321.845,40	892.085,40	43,0	0,5	0,24	59	28	21.240,13	1,4
4	LSW l=540m, h=3,50m	1.890	-	-	-	-	53	58,03	665.280,00	375.486,30	1.040.766,30	48,9	0,5	0,26	53	26	21.682,63	1,7
5	LSW l=540m, h=4,00m	2.160	-	-	-	-	49	53,44	760.320,00	429.127,20	1.189.447,20	52,9	0,5	0,27	49	25	22.873,98	1,9
6	LSW l=540m, h=4,50m	2.430	-	-	-	-	42	45,71	855.360,00	482.768,10	1.338.128,10	59,8	0,5	0,30	42	23	22.680,14	2,1
7	LSW l=540m, h=5,00m	2.700	-	-	-	-	37	40,27	950.400,00	536.409,00	1.486.809,00	64,5	0,5	0,32	37	20	23.231,39	2,4
8	LSW l=540m, h=5,50m	2.970	-	-	-	-	32	34,53	1.045.440,00	590.049,90	1.635.489,90	69,6	0,5	0,34	32	18	23.702,75	2,7
9	LSW l=540m, h=6,00m	3.240	-	-	-	-	26	27,94	1.140.480,00	643.690,80	1.784.170,80	75,4	0,5	0,36	26	15	23.788,94	3,1
10	LSW l=540m, h=6,50m	3.510	-	-	-	-	21	22,51	1.235.520,00	697.331,70	1.932.851,70	80,2	0,5	0,38	21	13	24.160,65	3,5
11	LSW l=540m, h=7,00m	3.780	-	-	-	-	14	15,00	1.330.560,00	750.972,60	2.081.532,60	86,8	0,5	0,41	14	8	23.925,66	3,9
12	LSW l=540m, h=7,50m	4.050	-	-	-	-	12	12,86	1.425.600,00	804.613,50	2.230.213,50	88,7	0,5	0,40	12	8	25.058,58	4,3
13	LSW l=540m, h=8,00m	4.320	-	-	-	-	9	9,65	1.520.640,00	858.254,40	2.378.894,40	91,5	0,4	0,40	9	5	25.857,55	4,6
14	LSW l=540m, h=8,50m	4.590	-	-	-	-	4	4,29	1.615.680,00	911.895,30	2.527.575,30	96,2	0,4	0,42	4	3	26.057,48	5,0
15	LSW l=540m, h=9,00m	4.860	-	-	-	-	4	4,29	1.710.720,00	965.536,20	2.676.256,20	96,2	0,4	0,39	4	3	27.590,27	5,3
16	LSW l=540m, h=9,50m	5.130	-	-	-	-	1	1,07	1.805.760,00	1.019.177,10	2.824.937,10	99,1	0,4	0,39	1	1	28.249,37	5,6
17	LSW l=540m, h=10,00m (Vollschutz)	5.400	-	-	-	-	-	-	1.900.800,00	1.072.818,00	2.973.618,00	100,0	0,4	0,38	-	-	29.441,76	5,8