



Hessische Straßen- und Verkehrsverwaltung

Hessen Mobil
Straßen- und Verkehrsmanagement
Standort Dillenburg

HESSEN



**Ersatzneubau der Talbrücke Sechshelden im Zuge der
Bundesautobahn 45**

von km: NK 5215 402 und NK 5215 015, km 132,600
nach km: NK 5215 402 und NK 5215 015, km 134,775

Nächster Ort: Haiger Sechshelden
Baulänge: 2,175 km

Feststellungsentwurf

für eine Bundesfernstraßenmaßnahme

- Unterlage 17.1 -

**Immissionstechnische Untersuchungen, Schalltechnische Untersuchung
- Erläuterungen -**

<p>Aufgestellt: Dillenburg, den 21.06.2017 Hessen Mobil, - Dezernat A 45 –</p> <p>gez. Gräb</p> <hr/> <p>Dezernent</p>	

Inhaltsverzeichnis

1.	Beschreibung des Vorhabens	3
2.	Allgemeine Grundlagen	3
	2.1.1 Rechtliche Grundlagen	3
	2.1.2 Schutz der Nachbarschaft	3
	2.1.3 Schutz der Lkw-Fahrer	5
	2.1.4 Schutz während der Bauzeit	5
	2.2 Schalltechnische Grundlagen	6
	2.3 Lärmschutztechnische Grundlagen	8
3.	Projektbezogene Grundlagen	9
	3.1 Rechtliche Bewertung des Vorhabens	9
	3.2 Schutzbedürftigkeiten	10
	3.3 Ausgangsdaten	11
	3.3.1 Bundesautobahn A 45	11
	3.3.2 PWC-Anlagen	11
4.	Schalltechnische Berechnungen	12
	4.1 Vorgehensweise	12
	4.2 Emissionspegel	12
	4.3 Beurteilungspegel ohne Lärmschutz	12
	4.3.1 Sechshelden	12
	4.3.2 PWC-Anlagen	13
	4.4 Beurteilungspegel mit Lärmschutz	14
	4.4.1 Aktive Lärmschutzmaßnahmen	14
	4.4.2 Sechshelden (nördlich A 45)	16
	4.4.3 Sechshelden (südlich A 45)	17
	4.4.4 Passive Lärmschutzmaßnahmen	17
	4.4.5 Beeinträchtigung von Außenwohnbereichen	18
	4.4.6 PWC-Anlagen	18
5.	Baulärm	20
6.	Kostenschätzung	20
7.	Zusammenfassung	21

Anlagenverzeichnis

1	Vergleich aktiver Lärmschutzmaßnahmen (Sechshelden nördlich A 45)	1
2	Vergleich aktiver Lärmschutzmaßnahmen (Sechshelden südlich A 45)	1

1. Beschreibung des Vorhabens

Das Vorhaben beinhaltet den Ersatzneubau der Talbrücke Sechshelden im Zuge des sechsstreifigen Ausbaues der Autobahn A 45 auf dem ca. 2.200 m langen Teilabschnitt von der PWC-Anlage „Auf dem Bon“ bis zur AS Dillenburg. Der Neubau der PWC-Anlage „Am Schlierberg“ ist ebenfalls Bestandteil der Planung. 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 Ortschaft Sechshelden, aber auch auf die Lkw-Stellplätze der vorhandenen und geplanten PWC-Anlagen 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

2.1.1 Rechtliche Grundlagen

2.1.2 Schutz der Nachbarschaft

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 29.03.2017

² Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV) vom 12.06.1990, zuletzt geändert am 18.12.2014

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:

Gebietsnutzung nach BauNVO ¹	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:

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.

¹ Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (BauNutzungsverordnung - BauNVO) vom 26.06.1962 in der Neufassung vom 23.01.1990, zuletzt geändert am 04.05.2017

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.

2.1.3 Schutz der Lkw-Fahrer

Lastkraftwagenfahrer, die ihre Fahrzeuge aufgrund der vorgeschriebenen Ruhezeiten auf Parkplätzen entlang von Autobahnen abstellen und in den Fahrerhäusern übernachten, sind oftmals hohen Lärmbelastungen ausgesetzt. Gemäß dem Schreiben des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) an die Obersten Straßenbaubehörden der Länder² können deswegen an bestehenden Tank- und Rastanlagen (TR-Anlagen) sowie Parkplätzen mit WC (PWC-Anlagen) zum Schutz der Lkw-Fahrer vor dem Verkehrslärm während der Ruhezeiten aktive Lärmschutzmaßnahmen (in der Regel Lärmschutzwälle und/oder -wände neben der Fahrbahn) ergriffen werden. Die aktiven Lärmschutzmaßnahmen sollen unter Berücksichtigung wirtschaftlich vertretbarer Lösungen so dimensioniert werden, dass ein Lärmpegel von 65 dB(A) in der Nacht nicht überschritten wird. Die Höhe von Lärmschirmen soll dabei 6 Meter nicht überschreiten. Bei allen Neu-, Um- und Ausbau- bzw. Erweiterungsmaßnahmen ist die Einhaltung dieses Zielwertes bereits in der Planung durch schalltechnische Berechnungen nachzuweisen.

2.1.4 Schutz während der Bauzeit

Rechtliche Grundlage für die Beurteilung von Baulärm stellt die AVV Baulärm³ dar. In Abschnitt 3.1.1 der Verordnung sind gebietsabhängige Immissionsrichtwerte aufgeführt, die während der Bauarbeiten nicht überschritten werden sollen:

¹ Vierundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes- Immissionsschutzgesetzes (Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung - 24. BImSchV) vom 04.02.1997, geändert am 23.09.1997

² Schreiben des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) an die Obersten Straßenbaubehörden der Länder (AZ: S 25/722.4/3-2/800920) vom 29.01.2008

³ Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm (AVV Baulärm) - Geräuschimmissionen - vom 19.08.1970

Gebiet	Immissionsrichtwert in dB(A)	
	Tag	Nacht
Gebiete, in denen nur gewerbliche oder industrielle Anlagen und Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie Aufsichts- und Bereitschaftspersonen untergebracht sind	70	70
Gebiete, in denen vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind	65	50
Gebiete mit gewerblichen Anlagen und Wohnungen, in denen weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind	60	45
Gebiete, in denen vorwiegend Wohnungen untergebracht sind	55	40
Gebiete, in denen ausschließlich Wohnungen untergebracht sind	50	35
Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten	45	35

Bei den Richtwerten ist zu beachten, dass der Nachtzeitraum (abweichend vom Verkehrslärm) den Zeitraum von 20.00 Uhr bis 7.00 Uhr umfasst. Zusätzlich dürfen im Nachtzeitraum kurzzeitige Geräuschspitzen den entsprechenden Immissionsrichtwert um nicht mehr als 20 dB(A) überschreiten. Überschreitet der (gemessene) Beurteilungspegel den Immissionswert um mehr als 5 dB(A), sollen Maßnahmen zur Minderung der Geräusche angeordnet werden.

Überschreitungen der Immissionsrichtwerte sind gemäß Abschnitt 5.2.2. AVV Baulärm nur zulässig, wenn die Bauarbeiten

- zur Verhütung oder Beseitigung eines Notstandes, zur Abwehr sonstiger Gefahren für die öffentliche Sicherheit und Ordnung unerlässlich sind oder
- im öffentlichen Interesse dringend erforderlich sind und ohne die Überschreitung der Immissionsrichtwerte nicht oder nicht rechtzeitig durchgeführt werden können.

2.2 Schalltechnische Grundlagen

Der von der Straße ausgehende Schall, die Schallemission, und der an einem bestimmten Ort ankommende Schall, die Schallimmission, sind (mit Ausnahme des Baulärms) 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)¹. Liegen keine projektbezogenen Untersuchungsergebnisse vor, so werden ersatzweise die Werte nach Tabelle 3 der „Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen“ (RLS-90)² verwendet.

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. Gefällestrrecken 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 (06.00 – 22.00 Uhr) und Nacht (22.00 – 06.00 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.

¹ Rechenbeispiele zu den Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen (RBLärm-92) vom 15.10.1992

² Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen (RLS-90) vom 10.04.1990, zuletzt geändert am 04.09.2010

2.3 Lärmschutztechnische Grundlagen

Die wichtigsten aktiven Lärmschutzmaßnahmen sind eine schalltechnisch günstige Trassierung (Abstand, Gradienten), lärmindernde Straßenoberflächen, Abschirmeinrichtungen (Lärmschutzwälle, Lärmschutzwände usw.) 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.

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 Lärmschutzmaßnahmen² eingeführt. 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 Grenzwertüberschreitungen nachgewiesen werden.

Neben dem Umfang der Grenzwertüberschreitungen ist für die Bewertung der Lärmsituation auch die Höhe der Grenzwertüberschreitungen maßgebend. Dazu werden die Differenzen zwischen den berechneten Beurteilungspegeln und den zugehörigen Immissionsgrenzwerten gebildet. Im Anschluss erfolgt die Umrechnung in Lautheitsgewichte nach den EWS 97³. Anstelle des dort verwendeten Zielpiegels wird der jeweils gültige Immissionsgrenzwert eingesetzt. Durch die in der Formel enthaltene Zweierpotenz wird die überproportionale Zunahme der Lärmbelastung bei wachsenden Pegeln berücksichtigt. Für Beurteilungspegel unterhalb des Immissionsgrenzwertes beträgt das Lautheitsgewicht Null.

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

² Variantenuntersuchung von aktiven Lärmschutzmaßnahmen
Verfügung der Niedersächsischen Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr vom 13.03.2012

³ Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen (EWS)
Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Ausgabe 1997

Die Kosten für die aktiven Lärmschutzmaßnahmen setzen sich zusammen aus den Herstellungs- und Erhaltungskosten. Die Einheitspreise für die Herstellungskosten der Lärmschutzmaßnahmen basieren auf bundesweiten Statistiken¹ oder regional verfügbaren Preisspiegeln. Die Einheitspreise für die kapitalisierten Erhaltungskosten der Lärmschutzmaßnahmen werden nach der ABBV² 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.).

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 ein Maßstab 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.

Bei der Optimierung des aktiven Lärmschutzes ist grundsätzlich von der Ermittlung der notwendigen aktiven Lärmschutzmaßnahmen für den Vollschutz (vollständige Einhaltung der Immissionsgrenzwerte der 16. BImSchV an allen Immissionsorten) auszugehen. Ist der Vollschutz technisch nicht realisierbar und/oder unverhältnismäßig, werden schrittweise Abschläge (zum Beispiel Höhenreduzierung bei Lärmschutzwällen oder -wänden) vorgenommen, um die mit gerade noch verhältnismäßigem Aufwand zu leistende maximale Verbesserung der Lärmsituation zu ermitteln. Ziel ist die Festlegung von verhältnismäßigen aktiven Lärmschutzmaßnahmen bei gleichzeitiger Minimierung der zusätzlich notwendigen passiven Schallschutzmaßnahmen an den Gebäuden.

Bei der Bewertung der verschiedenen Schallschutzvarianten sind die Verhältnismäßigkeit sowie die Effektivität der unterschiedlichen Schallschutzmaßnahmen ausschlaggebend. Die Verhältnismäßigkeit, d.h. die Relation zwischen Kosten und Nutzen ist gemäß Rechtsprechung des BVerwG (BVerwG 9 A 72.07) nach den Umständen des Einzelfalls festzulegen. Als Orientierungswert für die Verhältnismäßigkeit sollen für die vorliegende Untersuchung 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 auf 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. 650 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.

Für die Lkw-Stellplätze der PWC-Anlagen „Auf dem Bon“ und „Am Schlierberg“ ist die Einhaltung des Zielwertes 65 dB(A) Nacht nachzuweisen. Bei Überschreitung des Zielwertes sind Minderungsmaßnahmen hinsichtlich der Schallentstehung bzw. -ausbreitung erforderlich.

¹ Statistik des Lärmschutzes an Bundesfernstraßen
Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Ausgabe 2013

² Verordnung zur Berechnung von Ablösungsbeträgen nach dem Eisenbahnkreuzungsgesetz, dem Bundesfernstraßengesetz und dem Bundeswasserstraßengesetz (Ablösungsbeträge-Berechnungsverordnung – ABBV) vom 01.07.2010

Bei Überschreitung der gebietsabhängigen Immissionsrichtwerte nach Abschnitt 3.1.1 AVV Baulärm während der Bauzeit sind Minderungsmaßnahmen hinsichtlich der Schallentstehung bzw. -ausbreitung erforderlich.

3.2 Schutzbedürftigkeiten

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

Sechshelden nördlich A 45

Gebiet / Anlage	Bau-km	Beschreibung
Wohngebiet Im Höfchen/ Sechsheldener Str.	0+825 bis 1+375	Mindestabstand ca. 25 m nördlich der Achse A 45 ca. 25 Wohnhäuser Immissionsgrenzwerte 59/49 dB(A) Tag/Nacht
Dorf-/Mischgebiet Am Klangstein	1+600 bis 1+700	Mindestabstand ca. 30 m nördlich der Achse A 45 ca. 5 Wohnhäuser Immissionsgrenzwerte 64/54 dB(A) Tag/Nacht
Dorf-/Mischgebiet Ortskern Sechshelden	1+300 bis 1+950	Mindestabstand ca. 35 m nördlich der Achse A 45 ca. 205 Wohnhäuser Immissionsgrenzwerte 64/54 dB(A) Tag/Nacht
Sondernutzung Kindertagesstätte Kirchberg 11	1+550	Mindestabstand ca. 225 m nördlich der Achse A 45 1 Kindergartengebäude keine Nachtnutzung Immissionsgrenzwerte 57/ - dB(A) Tag/Nacht
Sondernutzung Schule Kirchberg 29	1+625	Mindestabstand ca. 300 m nördlich der Achse A 45 1 Schulgebäude keine Nachtnutzung Immissionsgrenzwerte 57/ - dB(A) Tag/Nacht
Wohngebiet Goldbachstr./ Zum Hengsbach	1+350 bis 1+850	Mindestabstand ca. 225 m nördlich der Achse A 45 ca. 147 Wohnhäuser Immissionsgrenzwerte 59/49 dB(A) Tag/Nacht
Gewerbegebiet Sechsheldener Str. 116/120	1+900 bis 2+300	Mindestabstand ca. 25 m nördlich der Achse A 45 ca. 2 Wohn-/Geschäftshäuser Immissionsgrenzwerte 69/59 dB(A) Tag/Nacht

Sechshelden südlich A 45

Gebiet / Anlage	Bau-km	Beschreibung
Wohngebiet W.-Thielmann-Str./ Lange Wiese	0+700 bis 0+900	Mindestabstand ca. 35 m südlich der Achse A 45 ca. 75 Wohnhäuser Immissionsgrenzwerte 59/49 dB(A) Tag/Nacht
Dorf-/Mischgebiet Am Klangstein	1+400 bis 1+500	Mindestabstand ca. 50 m südlich der Achse A 45 ca. 5 Wohnhäuser Immissionsgrenzwerte 64/54 dB(A) Tag/Nacht

3.3 Ausgangsdaten

3.3.1 Bundesautobahn A 45

Eine detaillierte Beschreibung des Vorhabens ist dem Erläuterungsbericht der Unterlage 1 zu entnehmen. Im Folgenden werden nur die schalltechnisch relevanten Parameter betrachtet.

Die Längsneigungen der A 45 sowie der Rampenfahrbahnen der südöstlich an das Vorhaben anschließenden AS Dillenburg betragen durchgängig weniger als 5 Prozent und sind damit schalltechnisch nicht wirksam.

Die für die Schallberechnungen verwendeten Geschwindigkeiten orientieren sich an den zulässigen Höchstgeschwindigkeiten sowie den Trassierungsparametern, insbesondere den Krümmungsradien. Auf der A 45 wurden 130 km/h für Pkw und 80 km/h für Lkw angesetzt. Bei den Rampenfahrbahnen der AS Dillenburg sind 60 km/h maßgebend.

Auf der A 45 wurde eine lärmindernde Straßenoberfläche mit einer Pegelreduzierung von -2 dB(A) vorgesehen. Auf den außerhalb der Baustrecke gelegenen, und damit baulich unveränderten Rampenfahrbahnen der AS Dillenburg wurde von dem Standardbelag Gussasphalt/Asphaltbeton ohne spezielle Lärminderung ausgegangen. Ein lärmindernder Belag kommt auch im Falle eines Aus- und Umbaus gemäß RLS-90 wegen der zu geringen Geschwindigkeit (< 70 km/h) ohnehin nicht in Frage.

Das Prognose-Verkehrsaufkommen für das Jahr 2030 beträgt auf der A 45 gemäß Verkehrsuntersuchung¹ 27.600 Kfz/24 h (Richtungsfahrbahn Hanau) bzw. 27.300 Kfz/24 h (Richtungsfahrbahn Dortmund). Auf den Rampenfahrbahnen der AS Dillenburg ist ein Verkehr in Größenordnungen zwischen 3.500 Kfz/24 h und 4.650 Kfz/24 h zu erwarten.

Die Prognose-Lkw-Anteile > 2,8 t auf der A 45 betragen gemäß Verkehrsuntersuchung 29/67 Prozent Tag/Nacht (Richtungsfahrbahn Hanau) bzw. 30/63 Prozent Tag/Nacht (Richtungsfahrbahn Dortmund). Auf den Rampenfahrbahnen der AS Dillenburg sind Lkw-Anteile zwischen 14 und 27 Prozent Tag sowie zwischen 19 und 32 Prozent Nacht zu erwarten.

3.3.2 PWC-Anlagen

Die Untersuchungen der PWC-Anlagen „Auf dem Bon“ und „Am Schlierberg“ basieren auf folgenden Ausgangsdaten:

Parameter	PWC-Anlage „Auf dem Bon“	PWC-Anlage „Am Schlierberg“
Anzahl Pkw-Stellplätze	28	24
Anzahl Lkw-Stellplätze	20	15
Zuschlag Parkplatztyp Pkw in dB(A)	0	0
Zuschlag Parkplatztyp Lkw in dB(A)	10	10
Fahrzeubewegungen Tag je Stellplatz und Stunde (nach Tab. 5 RLS-90)	1,5	1,5
Fahrzeubewegungen Nacht je Stellplatz und Stunde (nach Tab. 5 RLS-90)	0,8	0,8

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

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), der komplexen Bebauungssituation und der wechselnden Emissionspegel 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 und der Rampenfahrbahnen der AS Dillenburg wurden lage- und höhenmäßig aus dem Straßenprojekt übernommen. Die Topografie wurde auf der Basis der digitalen Geländemodelldaten 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 Emissionspegel

Die Berechnung der Emissionspegel für den Prognosehorizont 2030 erfolgte ausschließlich für die A 45 (einschließlich der Rampenfahrbahnen der AS Dillenburg) sowie die PWC-Anlagen „Auf dem Bon“ und „Am Schlierberg“. Andere Emittenten, wie beispielsweise das nachgeordnete Straßennetz, die Eisenbahn oder gewerbliche Schallquellen wurden nicht berücksichtigt.

Für die A 45 ergeben sich Emissionspegel in Höhe von 73,2/69,7 dB(A) Tag/Nacht (Richtungsfahrbahn Hanau) bzw. 73,3/69,4 dB(A) Tag/Nacht (Richtungsfahrbahn Dortmund). Auf den Rampenfahrbahnen der AS Dillenburg sind mit Emissionspegeln zwischen 62,0 und 64,3 dB(A) Tag sowie zwischen 55,3 und 57,8 dB(A) Nacht deutlich niedrigere Werte zu verzeichnen.

Die Emissionen der vorhandenen PWC-Anlage „Auf dem Bon“ betragen 53,2/50,5 dB(A) Tag/Nacht (Pkw-Stellplätze) bzw. 61,8/59,0 dB(A) Tag/Nacht (Lkw-Stellplätze). Für die geplante PWC-Anlage „Am Schlierberg“ sind Emissionspegel in Höhe von 52,6/49,8 dB(A) Tag/Nacht (Pkw-Stellplätze) bzw. 60,5/57,8 dB(A) Tag/Nacht (Lkw-Stellplätze) zu erwarten.

4.3 Beurteilungspegel ohne Lärmschutz

4.3.1 Sechshelden

Für die im schalltechnisch relevanten Einwirkungsbereich der A 45 gelegene Wohnbebauung der Ortschaft Haiger, Stadtteil Sechshelden 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 haben ergeben, dass im Zusammenhang mit dem geplanten Vorhaben die zulässigen Immissionsgrenzwerte an vielen Wohnhäusern, teilweise sehr deutlich, überschritten werden. Es sind folgende Grenzwertüberschreitungen und Betroffenheiten zu verzeichnen:

Grenzwertüberschreitungen/Betroffenheiten	Tag	Nacht
maximale Grenzwertüberschreitung	7,6 dB(A)	13,8 dB(A)
durchschnittliche Grenzwertüberschreitung	2,2 dB(A)	3,5 dB(A)
Anzahl betroffener Immissionsorte (Schutzfälle)	444	2.825
Anzahl betroffener Wohnhäuser	92	442

Auf Grund der umfangreichen Grenzwertüberschreitungen sind Lärmschutzmaßnahmen im Rahmen der Lärmvorsorge erforderlich.

4.3.2 PWC-Anlagen

Für die Ermittlung der maximalen Lärmbelastungen an den vorhandenen bzw. geplanten Lkw-Stellplätzen wurden repräsentative Immissionsorte im Bereich der Fahrerhäuser der abgestellten Fahrzeuge vereinbart. Die Höhe der Immissionsorte ist von der Anzahl der Schlafplätze im Fahrerhaus und damit vom Fahrzeugtyp abhängig. Im Sinne einer konservativen Einschätzung wurde nicht nur von einem Schlafplatz hinter dem Fahrersitz, sondern zusätzlich von einem weiteren Schlafplatz darüber ausgegangen. Daraus ergibt sich eine Berechnungshöhe von ca. 3,00 m über Gelände. Die pegelmindernde Abschirmung der eigenen Fahrzeugaufbauten und ggf. der benachbarten abgestellten Lkws wurde bei den Ausbreitungsberechnungen nicht berücksichtigt. Die Ergebnisse liegen somit auf der sicheren Seite.

PWC-Anlage „Auf dem Bon“

Die Lkw-Stellplätze der bereits vorhandenen PWC-Anlage „Auf dem Bon“ sind schalltechnisch ungünstig angeordnet, da die Fahrerhäuser der Lkws in Richtung Autobahn zeigen.

Zur Ermittlung der maximalen Lärmbelastungen wurden 4 repräsentative Immissionsorte am südlichen Rand der Stellflächen vereinbart. Die schalltechnischen Berechnungen haben ergeben, dass der geforderte Zielwert 65 dB(A) Nacht an den einzelnen Immissionsorten mit Beurteilungspegeln in Höhe von 71 dB(A) Nacht um 6 dB(A) überschritten wird. Auf Grund der nachgewiesenen Zielwertüberschreitungen sind Lärmschutzmaßnahmen im Rahmen der Lärmvorsorge erforderlich.

PWC-Anlage „Am Schlierberg“

Die Lkw-Stellplätze an der neu geplanten PWC-Anlage „Am Schlierberg“ sind schalltechnisch günstig angeordnet. Durch die vorgelagerten Pkw-Stellplätze und die Ausrichtung der Fahrerhäuser der Lkws weg von der Autobahn vergrößert sich der Abstand zur A 45. Die von der Fahrgasse in Richtung Süden abfallende Querneigung der Lkw-Stellflächen wirkt sich schalltechnisch ebenfalls positiv aus, da die Fahrerhäuser, bezogen auf die Fahrgasse, tiefer liegen. Dadurch verbessert sich die Abschirmwirkung der geplanten Lärmschutzwand an der A 45 (siehe Abschnitt 4.5.6). Im Falle einer entgegengesetzten Querneigung müssten die an den dadurch höher gelegenen Immissionsorten höheren Beurteilungspegel durch eine Wanderhöhung um ca. 0,25 m kompensiert werden.

Zur Ermittlung der maximalen Lärmbelastungen wurden 4 repräsentative Immissionsorte am südlichen Rand der Stellflächen vereinbart. Die schalltechnischen Berechnungen haben ergeben, dass der geforderte Zielwert 65 dB(A) Nacht an den einzelnen Immissionsorten mit Beurteilungspegeln in Höhe von 67 bis 68 dB(A) Nacht um 2 bis 3 dB(A) überschritten wird. Auf Grund der nachgewiesenen Zielwertüberschreitungen sind Lärmschutzmaßnahmen im Rahmen der Lärmvorsorge erforderlich.

4.4 Beurteilungspegel mit Lärmschutz

4.4.1 Aktive Lärmschutzmaßnahmen

Zum Schutz der Wohnbebauung in Sechshelden 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 orientiert sich somit weitestgehend an dem Bestand.

Straßenoberfläche

Es wird eine lärmindernde Straßenoberfläche mit einer Pegelminderung von -2 dB(A) vorgesehen. Mit Asphaltbelägen lassen sich noch höhere Pegelminderungen in Größenordnungen von bis zu -5 dB(A) erzielen. Dabei ist zu beachten, dass derartige Beläge nicht nur höhere Herstellungs- und Instandhaltungskosten verursachen, sondern auch andere Nachteile, beispielsweise eine kürzere Lebensdauer, Probleme bei der Reinigung und Reparatur sowie erhöhte Anforderungen an den Winterdienst aufweisen.

Bei der Talbrücke Sechshelden kommt hinzu, dass offenporige Straßenoberflächen gemäß ARS 8/2004¹ auf Brückenbauwerken grundsätzlich nicht eingebaut werden sollen. Des Weiteren reicht die zusätzliche Minderungswirkung in Höhe von 3 dB(A) für die vollständige Einhaltung der Immissionsgrenzwerte bei Weitem nicht aus. Es wären dennoch zusätzliche, umfangreiche Lärmschutzmaßnahmen, beispielsweise Lärmschutzwände erforderlich. Ein offenporiger Belag ist für das konkrete Vorhaben somit weder technisch sinnvoll noch wirtschaftlich vertretbar.

Fahrbahnübergänge

An den Widerlagern der Talbrücke Sechshelden werden lärmgedämmte Fahrbahnübergänge vorgesehen.

Lärmschutzwälle

Lärmschutzwälle kommen auf dem Brückenbauwerk nicht in Frage und bieten sich auch auf den 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 zum Einsatz. Testrechnungen im Rahmen der Voruntersuchung haben ergeben, dass für die vollständige Einhaltung der Immissionsgrenzwerte Tag und Nacht (Vollschutz) eine ca. 965 m lange Einhausung erforderlich ist. Die abgeschätzten Herstellungskosten in Höhe von ca. 175 Mio. € sind aus wirtschaftlicher Sicht nicht vertretbar.

Lärmschutzwände

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

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

Bereits im Ergebnis der schalltechnischen Voruntersuchungen hat sich abgezeichnet, dass für die komplette Einhaltung der Immissionsgrenzwerte Tag und Nacht (Vollschutz) extrem hohe Lärmschutzwände über 10,00 m erforderlich sind. Derartige Wandhöhen sind (insbesondere auf Brückenbauwerken) aus statischer, technischer aber auch ästhetischer Sicht problematisch. Gemäß ARS 24/2016¹ sind mit Wandhöhen über 5,00 m in der Regel auch erhöhte Schwierigkeiten und Aufwendungen für die Durchführung der notwendigen Bauwerksprüfungen verbunden.

Besonderes Augenmerk bei der Dimensionierung von Lärmschutzwänden ist auf die Einhaltung der Immissionsgrenzwerte Tag zu richten. Dadurch werden die Lärmbelastungen nicht nur an den Gebäuden, sondern auch im gesamten Umfeld des Untersuchungsraumes auf ein verträgliches, zumutbares Maß beschränkt, was sich erheblich auf die Qualität der Aufenthaltswirkung (Erholung, Kommunikation usw.) auswirkt.

Getrennt für die Bereiche Sechshelden-nördlich und Sechshelden-südlich der A 45 wurden verschiedene Lärmschutzwandhöhen untersucht und nach akustischen, aber auch wirtschaftlichen Gesichtspunkten bewertet. Ausgehend von 2,50 m hohen Lärmschutzwänden wurden die Wände schrittweise um jeweils 1,00 m solange erhöht, bis die Immissionsgrenzwerte Tag und Nacht vollständig eingehalten werden (Vollschutz).

Die Höhenangaben der Lärmschutzwände beziehen sich auf die Gradienten der jeweiligen Richtungsfahrbahn. Der Abstand der Lärmschutzwände beträgt nach Richtzeichnung LS 15, Blatt 1² auf der freien Strecke 2,50 m vom befestigten Fahrbahnrand. Auf der Talbrücke reduziert sich der Abstand vom Bord gemäß Richtzeichnung He-Lsw 07³ auf ca. 2,10 m.

Da beidseitig der A 45 Lärmschutzwände erforderlich sind, entstehen zwischen den parallel verlaufenden Lärmschutzwänden pegelerhöhende Mehrfachreflexionen, die nur durch die Auskleidung der straßenseitigen Wandoberflächen mit hochabsorbierenden Materialien (Absorptionsgruppe A 3 nach ZTV-Lsw 06⁴) unterbunden werden können. Dies widerspricht jedoch den Gestaltungsvorstellungen, wonach (zumindest teilweise) auch transparente, und damit reflektierende Materialien zum Einsatz kommen sollen.

Bei den Schallberechnungen wurde davon ausgegangen, dass die straßenseitigen Oberflächen der Lärmschutzwände absorbierende Eigenschaften (Absorptionsgruppe A 2 nach ZTV-Lsw 06) aufweisen. Damit ist auch ein Materialmix, beispielsweise eine Kombination hochabsorbierender Sockel (mindestens 1/3 der Gesamthöhe) und reflektierender/transparenter oberer Teil (höchstens 2/3 der Gesamthöhe) möglich. In Abhängigkeit von den Wandhöhen entstehen bei absorbierender Ausführung der Wände geringfügige Zuschläge zum Emissionspegel der A 45 in Größenordnungen von 0,2 bis 0,7 dB(A).

¹ Allgemeines Rundschreiben Straßenbau (ARS) Nr. 24/2016 vom 02.11.2016
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

² Richtzeichnungen für Ingenieurbauten (RiZ-ING), Ausgabe Dezember 2013

³ Handbuch Hessen Mobil - Planung Ingenieurbauwerke, Stand Januar 2013

⁴ 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

4.4.2 Sechshelden (nördlich A 45)

Die schalltechnischen Testrechnungen und Optimierungen (siehe Anlage 1) haben ergeben, dass für die komplette Einhaltung der Immissionsgrenzwerte Tag und Nacht eine 14,50 m hohe Lärmschutzwand erforderlich ist. Derartige Wandhöhen sind (insbesondere auf Brückenbauwerken) problematisch (siehe Abschnitt 4.4.1). Für die vollständige Einhaltung der Immissionsgrenzwerte Tag ist eine 6,50 m hohe Lärmschutzwand notwendig. Die im Hinblick auf das Nutzen-Kosten-Verhältnis wirtschaftlichste Lösung ergibt sich bei einer Wandhöhe von 3,50 m.

Im Rahmen der Abwägung wird unter Berücksichtigung aller akustischer und wirtschaftlicher Aspekte am nördlichen Fahrbahnrand der A 45 eine mindestens 1.450 m lange (Bau-km 0+600 bis 2+050) und mindestens 6,50 m hohe Lärmschutzwand vorgesehen. Die große Wandhöhe bereitet zwar erhöhte Schwierigkeiten und Aufwendungen im Zusammenhang mit der Bauwerksprüfung, aber erst bei dieser Höhe können in den Wohngebieten der Immissionsgrenzwert Tag und in den Dorf-/Mischgebieten sogar die Immissionsgrenzwerte Tag und Nacht (Vollschutz) vollständig eingehalten werden. Zudem sind im Vergleich zur wirtschaftlichsten Variante nicht nur höhere Pegelminderungen erreichbar, es verbleiben auch deutlich geringere Restbetroffenheiten (648 verbleibende Schutzfälle bei h=3,50 m; 403 verbleibende Schutzfälle bei h=6,50 m). Insgesamt verändern sich die Betroffenheiten durch die Lärmschutzwand wie folgt:

Betroffenheiten	Immissionsorte (Schutzfälle)		Wohnhäuser	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht
ohne Lärmschutzwand	364	2.450	65	383
mit Lärmschutzwand	-	403	-	73

Die Wandenden werden auf einer Länge von jeweils 40 m bis auf 2,50 m abgesenkt. Die geplante Lärmschutzwand gliedert sich im Einzelnen wie folgt:

Lärmschutzwand Sechshelden (nördlich A 45)

Bau-km	Länge	Höhe	Anforderungen Absorptionsgrad
0+600 bis 0+640	40 m	2,50 m bis 6,50 m	straßenseitig absorbierend
0+640 bis 1+685	1.045 m	6,50 m	straßenseitig absorbierend
1+685 bis 2+010	325 m	6,50 m	keine (reflektierend)
2+010 bis 2+050	40 m	6,50 m bis 2,50 m	keine (reflektierend)

Eine weitere Erhöhung der Lärmschutzwand wird wegen der o. g. technischen Schwierigkeiten, aber auch aus Gründen der Bauwerksästhetik nicht empfohlen. Hinzu kommt, dass sich die Herstellungs- und Erhaltungskosten im Vergleich zur wirtschaftlichsten Variante mehr als verdoppeln und damit die Verhältnismäßigkeit nicht mehr gewährleistet ist.

4.4.3 Sechshelden (südlich A 45)

Die schalltechnischen Testrechnungen und Optimierungen (siehe Anlage 2) haben ergeben, dass für die komplette Einhaltung der Immissionsgrenzwerte Tag und Nacht eine 12,50 m hohe Lärmschutzwand erforderlich ist. Derartige Wandhöhen sind (insbesondere auf Brückenbauwerken) problematisch (siehe Abschnitt 4.4.1). Für die vollständige Einhaltung der Immissionsgrenzwerte Tag ist eine 2,50 m hohe Lärmschutzwand notwendig. Die im Hinblick auf das Nutzen-Kosten-Verhältnis wirtschaftlichste Lösung ergibt sich ebenfalls bei einer Wandhöhe von 5,50 m.

Im Rahmen der Abwägung wird unter Berücksichtigung aller akustischer und wirtschaftlicher Aspekte am südlichen Fahrbahnrand der A 45 eine mindestens 1.093 m lange (Bau-km 0+555 bis 1+648) und mindestens 5,50 m hohe Lärmschutzwand vorgesehen. Mit dieser Wandhöhe werden in den Dorf-/Mischgebieten die Immissionsgrenzwerte Tag und Nacht (Vollschutz) und in den Wohngebieten der Immissionsgrenzwert Tag vollständig eingehalten. Darüber hinaus ist dies auch die wirtschaftlichste Variante. Die Betroffenheiten ändern sich durch die Lärmschutzwand wie folgt:

Betroffenheiten	Immissionsorte (Schutzfälle)		Wohnhäuser	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht
ohne Lärmschutzwand	80	375	27	59
mit Lärmschutzwand	-	57	-	19

Das westliche Wandende wird auf einer Länge von 30 m bis auf 2,50 m abgesenkt. Das östliche Wandende wird nicht abgesenkt, sondern unter Beibehaltung der vollen Wandhöhe in die vorhandene Böschung geführt. Die geplante Lärmschutzwand gliedert sich im Einzelnen wie folgt:

Lärmschutzwand Sechshelden (südlich A 45)

Bau-km	Länge	Höhe	Anforderungen Absorptionsgrad
0+555 bis 0+585	30 m	2,50 m bis 5,50 m	straßenseitig absorbierend
0+585 bis 1+648	1.063 m	5,50 m	straßenseitig absorbierend

4.4.4 Passive Lärmschutzmaßnahmen

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

Grenzwertüberschreitungen/Betroffenheiten	Tag	Nacht
Maximale Grenzwertüberschreitung	-	5,9 dB(A)
Durchschnittliche Grenzwertüberschreitung	-	1,9 dB(A)
Anzahl betroffener Immissionsorte	-	469
Anzahl betroffener Wohnhäuser	-	95

Die Anzahl der betroffenen Immissionsorte und Wohnhäuser ist im Vergleich zu den ausgewiesenen Betroffenheiten der Lärmschutzwandoptimierungen für Sechshelden-Nord und -Süd (siehe Abschnitte 4.4.2 und 4.4.3) geringfügig höher (9 Immissionsorte, 3 Wohnhäuser). Dies ist hauptsächlich darauf zurück zu führen, dass bei den Variantenvergleichen vereinfacht von durchgängig konstanten Wandhöhen ausgegangen wurde, während bei den abschließenden Berechnungen zur Ermittlung der verbleibenden Restbetroffenheiten die schrittweise Absenkung der einzelnen Wandenden berücksichtigt wurde.

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

4.4.5 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 (einschließlich AS Dillenburg)
- Lärmschutz: Lärmschutzwände gemäß Abschnitte 4.4.2 und 4.4.3
- Berechnungshöhe: 2,00 m über Gelände
- Anzahl der Reflexionen: 1
- Rasterabstand: 10,00 m

Anhand der Lagepläne der Immissionsschutzmaßnahmen 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.

4.4.6 PWC-Anlagen

PWC-Anlage „Auf dem Bon“

Eine schalltechnische Optimierung der Anordnung und Ausrichtung der Lkw-Stellplätze ist im Zusammenhang mit dem geplanten Vorhaben nicht möglich, da die bereits vorhandene Anlage nur an die ausgebaute A 45 angebunden, darüber hinaus aber baulich nicht verändert wird. Ein ausreichender Schutz der Lkw-Stellplätze kann somit nur mit einer Abschirmeinrichtung gewährleistet werden.

Für die vollständige Einhaltung des Zielwertes 65 dB(A) Nacht an allen Lkw-Stellplätzen ist am nördlichen Fahrbahnrand der A 45 eine mindestens 115 m lange (Bau-km 0+220 bis 0+335) und mindestens 3,75 m hohe Lärmschutzwand erforderlich. Die Höhenangaben beziehen sich auf die Gradienten der A 45, Richtungsfahrbahn Dortmund. Der Abstand der Lärmschutzwand zum befestigten Fahrbahnrand der A 45 beträgt 2,50 m. Die Wandenden werden auf einer Länge von jeweils 15 m bis auf 2,50 m abgesenkt. Die Lärmschutzwand gliedert sich wie folgt:

Lärmschutzwand PWC-Anlage „Auf dem Bon“

Bau-km	Länge	Höhe
0+220 bis 0+235	15 m	2,50 m bis 3,75 m
0+235 bis 0+320	85 m	3,75 m
0+320 bis 0+335	15 m	3,75 m bis 2,50 m

Die mit der Lärmschutzwand erreichbaren Pegelminderungen betragen bis zu ca. 7 dB(A). Die maximalen Beurteilungspegel mit Lärmschutzwand betragen zwischen 64 und 65 dB(A) Nacht. Der Zielwert 65 dB(A) Nacht wird an allen Immissionsorten eingehalten.

PWC-seitig wird hinsichtlich der Materialeigenschaften zur Vermeidung pegelerhöhender Reflexionen durch Fahrverkehr, laufende Motoren, Kühlaggregate o. ä. eine absorbierende Ausführung (Gruppe A 2 nach Tab. 1 ZTV-Lsw 06) empfohlen. Straßenseitig bestehen keine erhöhten Anforderungen an den Absorptionsgrad, da sich auf der gegenüber liegenden Seite (südlich der A 45) keine Schutzbedürftigkeiten befinden.

Das westliche Wandende ragt in das Sichtdreieck der Einfahrtsichtweite nach RAA ¹. Dem kann ggf. durch den Einsatz transparenter Materialien im Bereich des Wandendes abgeholfen werden. In diesem Fall genügt auf dem entsprechenden Teilabschnitt eine reflektierende Ausführung.

PWC-Anlage „Am Schlierberg“

Die Lkw-Stellplätze der neu geplanten PWC-Anlage sind bereits schalltechnisch günstig angeordnet (siehe Abschnitt 4.3.2). Ein weiteres Abrücken von der A 45 ist auf Grund der Topografie (starker Einschnitt) und der daraus resultierenden Platzverhältnisse nicht möglich. Ein ausreichender Schutz der Lkw-Stellplätze kann somit nur mit einer zusätzlichen Abschirmeinrichtung gewährleistet werden.

Für die vollständige Einhaltung des Zielwertes 65 dB(A) Nacht an allen Lkw-Stellplätzen ist am südlichen Fahrbahnrand der A 45 eine mindestens 115 m lange (Bau-km 0+425 bis 0+540) und mindestens 2,50 m hohe Lärmschutzwand erforderlich. Die Höhenangaben beziehen sich auf die Gradienten der A 45, Richtungsfahrbahn Hanau. Der Abstand der Lärmschutzwand zum befestigten Fahrbahnrand der A 45 beträgt 2,50 m. Eine Absenkung der Wandenden ist auf Grund der geringen Höhe nicht erforderlich.

Die mit der Lärmschutzwand erreichbaren Pegelminderungen betragen bis zu ca. 3 dB(A). Die maximalen Beurteilungspegel mit Lärmschutzwand betragen 65 dB(A) Nacht. Der Zielwert 65 dB(A) Nacht wird an allen Immissionsorten eingehalten.

PWC-seitig wird hinsichtlich der Materialeigenschaften zur Vermeidung pegelerhöhender Reflexionen durch Fahrverkehr, laufende Motoren, Kühlaggregate o. ä. eine absorbierende Ausführung (Gruppe A 2 nach Tab. 1 ZTV-Lsw 06) empfohlen. Straßenseitig bestehen keine erhöhten Anforderungen an den Absorptionsgrad, da sich auf der gegenüber liegenden Seite (nördlich der A 45) keine Schutzbedürftigkeiten befinden.

Das östliche Wandende ragt in das Sichtdreieck der Einfahrtsichtweite nach RAA. Dem kann ggf. durch den Einsatz transparenter Materialien im Bereich des Wandendes abgeholfen werden. In diesem Fall genügt auf dem entsprechenden Teilabschnitt eine reflektierende Ausführung.

¹ Richtlinien für die Anlage von Autobahnen (RAA), Ausgabe 2008

5. Baulärm

Grundsätzlich sollen während der Bauausführung, aber auch bereits in der Bauvorbereitung Lärmschutzaspekte ausreichend berücksichtigt werden, um die Lärmbelastigungen für die Anwohner möglichst gering zu halten. Hierzu zählen folgende Maßnahmen:

- frühzeitige Zusammenarbeit aller am Bau Beteiligten in Fragen der Baulärmbekämpfung
- Berücksichtigung von Lärmschutzauflagen in Ausschreibung und Angebot
- Einsatz von lärmarmen Bauverfahren und –maschinen, Nachtarbeiten werden auf den unbedingt notwendigen Umfang beschränkt
- Berücksichtigung der Immissionsrichtwerte bei der Gestaltung des Bauablaufes
- Zusammenlegen lärmintensiver Arbeiten mit anschließenden ausreichend langen Lärmpausen
- Information der Nachbarschaft und der Aufsichtsbehörden über unvermeidbaren, ungewöhnlich hohen Lärm
- Anordnung zusätzlicher Schallschutzmaßnahmen, wie Schallschirme, Schallschürzen, Kapselungen o. ä.

Auf Grund der örtlichen Ausgangssituation (Wohnhäuser in unmittelbarer Nähe der Talbrücke Sechshelden) ist abzusehen, dass sich sowohl beim Abbruch der alten als auch beim Bau der neuen Talbrücke Sechshelden Überschreitungen der Immissionsrichtwerte nach AVV Baulärm voraussichtlich nicht vollständig vermeiden lassen. Auch der bauzeitlich bedingte Verkehrslärm kann ggf. schalltechnische Probleme bereiten.

Zur objektiven Bewertung des Baulärms wird im Rahmen der Baurechtsschaffung anhand der in dieser Planungsphase vorliegenden Unterlagen (Bauwerksentwurf, Bauzeitenablaufplan) ein separates Baulärmgutachten erstellt, welches eine Abschätzung der zu erwartenden Lärmbelastungen an kritischen Immissionsorten und (im Falle der Überschreitung der Immissionsrichtwerte) ein entsprechendes Lärmschutzkonzept beinhaltet. In der Phase der Ausschreibung/Baudurchführung kann auf Grund weiterer Konkretisierungen hinsichtlich der Bauverfahren, der Baumaschinen sowie des Einsatzes und der Dauer lärmintensiver Tätigkeiten eine Aktualisierung des Baulärmgutachtens erforderlich werden.

Für die Überprüfung und Einhaltung des Lärmschutzkonzeptes während der Bauzeit sind begleitende Lärmmessungen vorgesehen.

6. Kostenschätzung

Die materialunabhängigen Durchschnittskosten für die Lärmschutzwände an den PWC-Anlagen betragen gemäß der aktuellen Lärmschutzstatistik ca. 326 €/m². Für die Lärmschutzwände im Bereich Sechshelden ist mit erhöhten konstruktiven und materialspezifischen Aufwendungen (zum Beispiel transparente Ausführungen) zu rechnen. Es wurden 500 €/m² angesetzt.

Bei passiven Schallschutzmaßnahmen ist eine Kostenschätzung sehr schwierig, da beispielsweise 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 schallgedämmte Lüftungseinrichtungen werden mit durchschnittlich ca. 596 €/Stück angegeben. Basierend auf diesen Ansätzen und unter Berücksichtigung der meist nur geringen Grenzwertüberschreitungen nachts wurden für passive Schallschutzmaßnahmen Kosten in Höhe von ca. 5.000 €/Wohnhaus angesetzt. Für die einzelnen Teilbereiche ergeben sich folgende Lärmschutzkosten:

Bereich	Kosten Lärmschutz in €		
	Lärmschutzwände	Passiver Lärmschutz	Gesamtkosten
Sechshelden (nördlich A 45)	4.632.500	370.000	5.002.500
Sechshelden (südlich A 45)	2.975.750	105.000	3.080.750
PWC-Anlage „Auf dem Bon“	154.700	-	154.700
PWC-Anlage „Am Schlierberg“	107.800	-	107.800
Gesamt	7.870.750	475.000	8.345.750

Entschädigungen für erhöhte Lärmbelastungen in Außenwohnbereichen (zum Beispiel Terrassen) 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 im Bereich Sechshelden umfangreiche Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte zu erwarten sind. Unter Berücksichtigung einer lärmindernden Straßenoberfläche mit einer Pegelminderung von -2 dB(A), lärmgeminderten Fahrbahnübergänge sowie der geplanten 5,50 m bis 6,50 m hohen Lärmschutzwände (siehe Abschnitte 4.4.2 und 4.4.3) können in den Dorf-/Mischgebieten die Immissionsgrenzwerte Tag und Nacht (Vollschutz) vollständig eingehalten werden. In den Wohngebieten ist die vollständige Einhaltung des Immissionsgrenzwertes Tag gewährleistet. Für die 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.

Unter Berücksichtigung aller aktiver und passiver Lärmschutzmaßnahmen ist mit dem Vorhaben für die derzeit stark belasteten Anwohner von Sechshelden eine wesentliche Verbesserung der Lärmsituation verbunden.

An den Lkw-Stellplätzen der PWC-Anlagen „Auf dem Bon“ und „Am Schlierberg“ sind Überschreitungen des Zielwertes 65 dB(A) Nacht zu verzeichnen. Unter Berücksichtigung einer lärmindernden Straßenoberfläche mit einer Pegelminderung von -2 dB(A) und der geplanten 2,50 m bis 3,75 m hohen Lärmschutzwände (siehe Abschnitt 4.4.6) kann der Zielwert an allen Lkw-Stellplätzen vollständig eingehalten werden.

A 45, Ersatzneubau der Talbrücke Sechshelden

Unterlage 17.1 Schalltechnische Untersuchung - Erläuterungen

Vergleich aktiver Lärmschutzmaßnahmen (Sechshelden nördlich A 45)

Variante		Betroffenheiten				Kosten			Bewertung						
Nr.	Beschreibung	Wandfläche [m ²]	Geschossseiten Tag		Geschossseiten Nacht		Herstellungskosten [EUR]	Erhaltungskosten (kapitalisiert) [EUR]	Kosten des aktiven Schallschutzes (kapitalisiert) [EUR]	Effektivität (Anteil Minderung Lautheits- gewicht) [%]	Effizienz (Minderung Lautheits- gewicht pro Kosten) [10 ⁻⁴]	Verhältnis- mäßigkeits- wert (effektive Effizienz) [-]	Summe verbleibender Schutzfälle	Kosten pro Schutzfall (kapitalisiert) [EUR]	
			verbleibende Schutzfälle	Lautheits- gewicht	verbleibende Schutzfälle	Lautheits- gewicht									12 = $\Delta_{L,GW} : \Sigma_{L,GW}$
1	2	2b	3	4 = 2 ^{0,1} · (L-I-GW)	5	6 = 2 ^{0,1} · (L-I-GW)	9	10	11 = 9 + 10						
0	ohne aktiven Lärmschutz	-	364	449,08	2.450	3.264,42	-	-	-	-	-	-	2.814	-	
1	LSW 2,50m	3.625	145	165,55	1.025	1.321,75	1.812.500,00	1.022.975,00	2.835.475,00	59,9	7,9	4,71	1.170	1.724,74	
2	LSW 3,50m	5.075	80	88,68	648	852,05	2.537.500,00	1.432.165,00	3.969.665,00	74,7	7,0	5,22	728	1.903,00	
3	LSW 4,50m	6.525	37	40,27	545	701,64	3.262.500,00	1.841.355,00	5.103.855,00	80,0	5,8	4,66	582	2.286,67	
4	LSW 5,50m	7.975	8	8,57	474	588,38	3.987.500,00	2.250.545,00	6.238.045,00	83,9	5,0	4,19	482	2.674,98	
5	LSW 6,50m (Einhaltung IGW Tag)	9.425	-	-	403	486,23	4.712.500,00	2.659.735,00	7.372.235,00	86,9	4,4	3,80	403	3.057,75	
6	LSW 7,50m	10.875			302	357,08	5.981.250,00	3.068.925,00	9.050.175,00	90,4	3,7	3,35	302	3.602,78	
7	LSW 8,50m	12.325			221	257,70	7.395.000,00	3.478.115,00	10.873.115,00	93,1	3,2	2,96	221	4.193,26	
8	LSW 9,50m	13.775			164	187,98	8.953.750,00	3.887.305,00	12.841.055,00	94,9	2,7	2,61	164	4.845,68	
9	LSW 10,50m	15.225			125	140,30	10.657.500,00	4.296.495,00	14.953.995,00	96,2	2,4	2,30	125	5.561,17	
10	LSW 11,50m	16.675			86	95,30	12.506.250,00	4.705.685,00	17.211.935,00	97,4	2,1	2,05	86	6.309,36	
11	LSW 12,50m	18.125			52	58,11	14.500.000,00	5.114.875,00	19.614.875,00	98,4	1,9	1,83	52	7.101,69	
12	LSW 13,50m verlängert	22.748			7	7,66	19.335.800,00	6.419.485,60	25.755.285,60	99,8	1,4	1,44	7	9.175,38	
13	LSW 14,50m verlängert (Einhaltung IGW Tag+Nacht)	24.433			-	-	21.989.700,00	6.894.992,60	28.884.692,60	100,0	1,3	1,29	-	10.264,64	

Wirtschaftlichste Variante

Gewählte Variante

A 45, Ersatzneubau der Talbrücke Sechshelden

Unterlage 17.1 Schalltechnische Untersuchung - Erläuterungen

Vergleich aktiver Lärmschutzmaßnahmen (Sechshelden südlich A 45)

Variante		Betroffenheiten				Kosten			Bewertung					
		Geschossseiten Tag		Geschossseiten Nacht		Herstellungskosten [EUR]	Erhaltungskosten (kapitalisiert) [EUR]	Kosten des aktiven Schallschutzes (kapitalisiert) [EUR]	Effektivität (Anteil Minderung Lautheits- gewicht) [%]	Effizienz (Minderung Lautheits- gewicht pro Kosten) [10 ⁻⁴]	Verhältnis- mäßigkeit- wert (effektive Effizienz) [-]	Summe verbleibender Schutzfälle	Kosten pro Schutzfall (kapitalisiert) [EUR]	
Nr.	Beschreibung	Wandfläche [m ²]	verbleibende Schutzfälle	Lautheits- gewicht	verbleibende Schutzfälle									Lautheits- gewicht
1	2	2b	3	$4 = 2^{0,1} \cdot (L-I_{GW})$	5	$6 = 2^{0,1} \cdot (L-I_{GW})$	9	10	11 = 9 + 10	12 = $\Delta_{L,GW} : \Sigma_{L,GW}$	13 = $\Delta_{L,GW} : 11$	14 = 12 · 13	15 = 3 + 5 + 7	18 = 11 : Δ_{SF}
0	ohne aktiven Lärmschutz	-	80	88,91	375	524,18	-	-	-	-	-	-	455	-
1	LSW 2,50m (Einhaltung IGW Tag)	2.825	-	-	272	321,23	1.412.500,00	797.215,00	2.209.715,00	47,6	1,3	0,63	272	12.074,95
2	LSW 3,50m	3.955	-	-	175	199,62	1.977.500,00	1.116.101,00	3.093.601,00	67,4	1,3	0,90	175	11.048,58
3	LSW 4,50m	5.085	-	-	108	118,50	2.542.500,00	1.434.987,00	3.977.487,00	80,7	1,2	1,00	108	11.462,50
4	LSW 5,50m	6.215	-	-	57	61,26	3.107.500,00	1.753.873,00	4.861.373,00	90,0	1,1	1,02	57	12.214,51
5	LSW 6,50m	7.345	-	-	25	27,26	3.679.845,00	2.072.759,00	5.752.604,00	95,6	1,0	0,97	25	13.378,15
6	LSW 7,50m	8.475	-	-	12	13,02	4.661.250,00	2.391.645,00	7.052.895,00	97,9	0,9	0,83	12	15.920,76
7	LSW 8,50m	9.605	-	-	8	8,65	5.763.000,00	2.710.531,00	8.473.531,00	98,6	0,7	0,70	8	18.956,45
8	LSW 9,50m	10.735	-	-	3	3,22	6.977.750,00	3.029.417,00	10.007.167,00	99,5	0,6	0,61	3	22.139,75
9	LSW 10,50m	11.865	-	-	2	2,14	8.305.500,00	3.348.303,00	11.653.803,00	99,7	0,5	0,52	2	25.725,83
10	LSW 11,50m	12.995	-	-	1	1,07	9.746.250,00	3.667.189,00	13.413.439,00	99,8	0,5	0,46	1	29.545,02
11	LSW 12,50m (Einhaltung IGW Tag+Nacht)	14.125	-	-	-	-	11.300.000,00	3.986.075,00	15.286.075,00	100,0	0,4	0,40	-	33.595,77

Wirtschaftlichste = Gewählte Variante