



**B 47, OU Bürstadt 2. BA (2.Fahrbahn)
Ergänzung Lärmschutz**

von Bau-km 4+110 bis Bau-km 7+033.488
Nächster Ort: Bürstadt
Baulänge: 2.923.488 km

PLANÄNDERUNG

- Variantenuntersuchung der Lärmschutzmaßnahmen -

Nr.	Art der Änderung	Datum	Name

<p>Aufgestellt: Heppenheim, den 10.07.2020 Hessen Mobil KC Immissionsschutz</p> <p style="text-align: center;"><u>gez. A.Fabbian</u> (TA, KC Immissionsschutz)</p>	<p>Geprüft: Fulda, den 22.07.2020 Hessen Mobil KC Immissionsschutz</p> <p style="text-align: center;"><u>gez. Feder - Krantz</u> (Leitung KC Immissionsschutz)</p>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p>Nachrichtliche Unterlage Nr. 17.2 zur Planänderung vom 12.05.2026 Az. 0458-VI-061-k-06-01164#2024-00003 Wiesbaden, den 21.05.2026</p> </div> <p>Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr, Wohnen und ländlichen Raum Abt. VI Im Auftrag</p> <p style="text-align: center;"> Regierungsberrätin</p>	<p>Genehmigt: Wiesbaden, den 20.12.2020 Hessen Mobil Dezernat Planung Rhein-Main</p> <p style="text-align: center;"><u>i.A. gez. M.Schmitt</u> (Dezernent)</p>



Variantenuntersuchung der Lärmschutzmaßnahmen

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1 GRUNDLAGE DER VARIANTENUNTERSUCHUNG	3
1.1 UNTERSUCHTE VARIANTEN.....	3
1.2 ZUSÄTZLICHE UNTERSUCHUNGEN AUßERHALB DER EIGENTLICHEN VARIANTENBETRACHTUNG	4
1.2.1 LÄRMSCHUTZWAND AUF VORHANDENEN LÄRMSCHUTZWALL (BEREICH 1).....	4
1.2.2 LÄRMSCHUTZWAND AUF NEU GESCHÜTTETEM LÄRMSCHUTZWALL (BEREICH 1).....	5
1.2.3 ERHÖHUNG DER VORHANDENEN LÄRMSCHUTZWÄNDE	5
1.2.4 EINBAU EINER OPA DECKSCHICHT UNTER TEILWEISE BEIBEHALTUNG DER VORHANDENEN LÄRMSCHUTZWÄNDE (BEREICH 1 BIS 4)	6
2 DARSTELLUNG	6
2.1 DARSTELLUNG DER BERECHNUNGSMETHODE:	6
2.1 DARSTELLUNG DER WIRTSCHAFTLICHKEITSBETRACHTUNG (UNTERLAGE 17.2. ANLAGE 3).....	6
2.2 DARSTELLUNG DER ERGEBNISLISTE (UNTERLAGE 17.3.2).....	7
3 ERGEBNIS DER VARIANTENUNTERSUCHUNG.....	7
3.1 BEREICH 1 WOHNGBIET "SÜDL. DER KETTELERSTRAÙE"	7
3.2 BEREICH 2 WOHNGBIET "WESTLICH DER WASSERWERKSTRAÙE"	9
3.3 BEREICH 3 WOHNGBIET "RODSTÜCKE"	10
3.4 BEREICH 4 WOHNGBIET ""BUBENLACHE""	11
3.5 BEREICH 5 ORTSTEIL BÜRSTADT RIEDRODE	12
3.6 UNTERSUCHUNG EINES OPA BELAGES FÜR DIE BEREICHE 1-4	14
4 ZUSAMMENFASSUNG DER VORZUGSLÖSUNG	16

Anlage 1: Erläuterungen zur Methodik der Variantenuntersuchung

Anlage 2: Kostenermittlung

Anlage 3: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der einzelnen Bereiche und Ergebnislisten der einzelnen Varianten als Datengrundlage zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

1 Grundlage der Variantenuntersuchung

Die Methodik der vorliegenden Variantenuntersuchung entspricht der bestehenden Planungspraxis in Hessen. Erläuterungen hierzu beinhaltet die Anlage 1.

Zur Bewertung wird die Anzahl ungelöster Schutzfälle herangezogen. Als ungelöster Schutzfall ist jede fassaden- und geschossbezogene Immissionsgrenzwertüberschreitung (Gebäudeseitenetagen = GSE) im Tag- und/oder Nachtzeitraum und im Außenwohnbereich im Tagzeitraum definiert. Zur Bewertung der lärmindernden Wirkung wird das Lautheitsgewicht herangezogen, welches unabhängig von der Anzahl der verbleibenden Schutzfälle aus der Höhe der Beurteilungspegel berechnet wird. Hiermit wird in der Bewertung neben der Anzahl der Betroffenen auch die Minderung der Beurteilungspegel mitberücksichtigt. Die Ermittlung verhältnismäßiger aktiver Lärmschutzmaßnahmen ist somit wesentlich von der Anzahl der betroffenen Gebäudeseitenetagen (GSE) = Schutzfälle und der Höhe des jeweilig ermittelten Beurteilungspegels abhängig.

Mit der vorliegenden Untersuchung erfolgt ausgehend von der Ermittlung der jeweilig für den Vollschutz (Einhaltung der Immissionsgrenzwerte der 16. BImSchV) notwendigen aktiven Lärmschutzmaßnahmen (sofern ermittelbar und technisch realisierbar) eine Betrachtung weiterer Varianten, die neben aktiven Lärmschutzmaßnahmen auch passive Maßnahmen vorsehen. Ziel ist die Festlegung von verhältnismäßigen aktiven Lärmschutzmaßnahmen für alle betroffenen Gebäude.

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. Gemäß den in Anlage 1 beigehefteten Erläuterungen zur Methodik der Variantenuntersuchung wird für die Verhältnismäßigkeit als oberer Orientierungswert ein Betrag von 20.000 € pro gelösten Schutzfall empfohlen.

Die Gegenüberstellung der Varianten erfolgt jeweils in Tabellenform (Anlage 3). Gelb hinterlegte Zeilen kennzeichnen die jeweilig favorisierte Variante gem. des besten Verhältnismäßigkeitswertes, welcher allerdings nicht der Vorschlagsvariante entsprechen muss.

1.1 Untersuchte Varianten

Zum Schutz der Wohnbebauung von Bürstadt und Riedrode wurden für alle 5 Bereiche verschiedene neue Varianten mit unterschiedlichen Wandhöhen untersucht. Als minimale Lösung wurde hierbei eine 4m hohe Lärmschutzwand berücksichtigt. Diese wurde in den einzelnen Varianten so weit erhöht, bis der optimale Lärmschutz (Vollschutz) erreicht wurde. Hierdurch ergeben sich für die einzelnen Bereiche unterschiedliche Varianten, wobei die Anzahl von 4 Varianten (Riedrode) bis zu 9 Varianten "südl. der Kettelerstraße" reicht.

Darstellung der einzelnen Varianten in den Ergebnisblättern (Unterlage 17.2 Anlage 3).

Die erste Ziffer der Variante gibt den Bereich an.

Variante 1. steht für den Bereich 1 Wohngebiet "südl. der Kettelerstraße"

Variante 2. steht für den Bereich 2 Wohngebiet "westlich der Wasserwerkstraße"

Variante 3. steht für den Bereich 3 Wohngebiet "Rodstücke"

Variante 4. steht für den Bereich 4 Wohngebiet "Bubenlache"

Variante 5. steht für den Bereich 5 Ortsteil Riedrode

Die zweite Ziffer des Variantenvergleiches steht dann für die eigentliche Variante. Die Nummer 0 ist dabei immer die Berechnung für den Bestand. Das bedeutet, dass eventuell vorhandene Lärmschutzwände entsprechend in der derzeitigen Höhe berücksichtigt wurden. Der Vollschutz (optimaler Lärmschutz) wird bei allen Bereichen unter der Nr. 1 dargestellt. Die Varianten Nummern 2 und 3 wurden nur dann untersucht, sofern nicht bereits ein Vollschutz mit einer niedrigeren Wand erreicht wurde.

- Nr. 0 = Bestand
- Nr. 1 = Vollschutz
- Nr. 2 = Lärmschutzwand mit max. 10,00m Höhe
- Nr. 3 = Lärmschutzwand mit max. 8,00m Höhe
- Nr. 4 = Lärmschutzwand mit max. 7,00m Höhe
- Nr. 5 = Lärmschutzwand mit max. 6,00m Höhe
- Nr. 6 = Lärmschutzwand mit max. 5,00m Höhe
- Nr. 7 = Lärmschutzwand mit 4,00m Höhe

In dem Bereich 1 Wohngebiet "südl. der Kettelerstraße" kommt die Variante 3 (Lärmschutzwand in max. 8,00m Höhe) mehrfach vor, da hier nochmals eine Abweichung in der Wandlänge untersucht wurde.

Die gemäß der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung beste Bewertung hat die Variante mit dem höchsten Verhältnismäßigkeitswert (effektive Effizienz). Diese Variante wird in der Berechnung gelb hinterlegt (Unterlage 17.2 Anlage 3), welche jedoch nicht zwangsläufig auch die Vorschlagslösung darstellt.

So können auch höhere Kosten unter Abwägung der Schutzfälle und sonstigen Belange als sinnvoll erachtet werden, wobei 20.000€ je Schutzfall als oberer Orientierungswert (kein Grenzwert) gilt. Sollte eine andere Variante den Vorzug erhalten haben, als die Wirtschaftlichste, so wird diese grün hinterlegt.

Zusätzlich wurde nochmals eine OPA Deckschicht für Bürstadt (Bereich 1 bis 4) untersucht. Hier soll dargelegt werden, ob sich ggf. durch die zumindest teilweise beidseitige Bebauung Kostenvorteile gegenüber Lärmschutzwänden ergeben. Für den Bereich 5 (Ortsteil Riedrode) wurde diese Berechnung bereits in der Untersuchung zum 4-streifigen Ausbau von Bürstadt bis östlich Lorsch mit dem Ergebnis das sich keine Vorteile durch einen OPA Belag ergeben durchgeführt.

1.2 Zusätzliche Untersuchungen außerhalb der eigentlichen Variantenbetrachtung

1.2.1 Lärmschutzwand auf vorhandenen Lärmschutzwall (Bereich 1)

Der Bereich 1 "südl. der Kettelerstraße" wird derzeit, in einem Bereich von 500 Meter, von einem 3,30 bis 3,70 m hohem Lärmschutzwall geschützt. Der Lärmschutzwall weist ein Neigungsverhältnis von 1:1,6 bis 1:2,0 auf. Ursprünglich war eine Höhe von 4,0 m mit einer Schüttneigung von 1:1,5 angedacht. Entweder hat sich der Wall in den 30 Jahren gesetzt, oder er wurde entsprechend hergestellt. An der Oberkante befindet sich keine ausreichend breite Berme, weshalb bei der Herstellung einer Wand auf dem Wall, eine 2,0 m breite Berme an der Oberkante abgegraben werden müsste. Hierdurch reduziert sich die vorhandene Wallhöhe um weitere 0,50 m. Auch liegt der Wall 5,0 m bis 6,0 m zu weit vom Fahrbahnrand zurück. Durch die bis zu 5 Stockwerke hohe Bebauung in diesem Bereich, hat eine erste Berechnung ergeben, dass durch die zurückliegende Lage dieser Wand auf dem Wall und den ungünstigen Neigungen eine wesentlich höhere Wall / Wand Kombination

erforderlich werden würde, als bei einer Wand direkt am Straßenrand. (Nachteil des zusätzlichen Schattenwurfs durch Südlage der Wand auf die 22,0 m entfernten Gebäude und deren dazugehörenden Privatgrundstücke). Um ähnliche Lärmpegel wie bei der Vorschlagslösung mit einer 8,00 m hohen Lärmschutzwand zu erreichen, müsste die Lärmschutzwand auf dem Wall 7,00 m bis 7,50 m hoch sein. (Gesamtkonstruktionshöhe knapp über 10 m). Die Tragfähigkeit des Walls müsste zudem erst untersucht werden, wodurch sich bei der Herstellung durch Nachbesserungen oder tieferer Gründung weitere zusätzliche Kosten ergeben könnten.

Der Wall wurde vor ca. 30 Jahren geschüttet, ist mittlerweile dicht bewachsen (Sträucher und auch höheres Gehölz) und von Kleintieren besiedelt. Durch die Herstellung der Wand auf dem Wall müsste zu einem Teil der Wallkörper freigelegt werden, wodurch in die ökologische Funktion dieses Bereichs eingegriffen werden müsste.

Da Kosteneinsparungen auch bei Tragfähigkeit des Walls und geringen Ausgleichsmaßnahmen einer Wall / Wandkonstruktion nicht zu erwarten sind, wurde auf weitere Untersuchungen (Tragfähigkeit und Naturschutz) verzichtet und von der Möglichkeit der Wall / Wandkombination Abstand genommen.

1.2.2 Lärmschutzwand auf neu geschüttetem Lärmschutzwall (Bereich 1)

In einer weiteren Betrachtung wurde untersucht, wie sich eine Neuschüttung des Walls im Neigungsverhältnis 1:1,5 kostenmäßig verhalten würde. Der Wallfußpunkt auf der Anliegerseite würde dabei lagemäßig erhalten bleiben, während er auf der Seite der B 47 etwas näher an die Fahrbahn heranrückt. Hierdurch könnte ein nicht nur 3,0 m hoher Wall mit aufgesetzter Wand entstehen, sondern ein 4,50 m hoher Wall mit aufgesetzter Wand. Die Lärmschutzwand auf dem Wall müsste, um den gleichen Nutzen wie die 8,00 m hohe Wand zu erzielen, in diesem Bereich rund 5,0 m bis 5,50m hoch sein. Nachteil ist hier allerdings der notwendige vorübergehende Erwerb von Privatgrundstücken und die komplette Zerstörung des Bewuchses auf dem Wall.

Die Kosteneinsparungen ohne Ausgleichsmaßnahmen und Entschädigungen durch die vorübergehende Inanspruchnahme auf der Anliegerseite würde bei rund 250.000 € liegen.

Auf der Anliegerseite gehen die Einfriedigungen bei 10 Privatgrundstücken bis direkt an den Fußpunkt des vorhandenen Lärmschutzwalls. Eine vorübergehende Inanspruchnahme dieses Bereichs hätte zur Folge, dass hier doch teilweise erhebliche Kosten durch den notwendigen Abbau der Einfriedigungen, Carports, Gartenhütten usw. entstehen. Zusätzlich muss hier der gesamte Bewuchs des Walls mit der Zerstörung der ökologischen Funktion negativ bewertet werden. Durch den nicht nur unerheblichen vorübergehenden Eingriff in Privateigentum dürften auch die Verfahrens- und Gutachterkosten deutlich steigen. Durch die zusätzlichen Ausgleichsmaßnahmen, die Entschädigungszahlungen, und zusätzlichen Verfahrens und Gutachterkosten würde die Kosteneinsparungen so stark schrumpfen, dass hier die negativen Punkte aus Umweltsicht und Schutz von Privateigentum dominieren. Von der Möglichkeit einer Lärmschutzwand auf neu geschüttetem Lärmschutzwall wird deshalb Abstand genommen.

1.2.3 Erhöhung der vorhandenen Lärmschutzwände

Eine Erhöhung der vorhandenen Lärmschutzwände mit der derzeitigen Gründung ist nicht möglich. Auch die mittlerweile über 30 Jahre alten Aluminium Elemente in den Bereichen Rodstücke und Bubenlache können bei einer neuen Wand nicht weiterverwendet werden.

Auch die Gabionenwand im Bereich "westlich der Wasserwerkstraße" kann unabhängig der

statischen Anforderungen nicht erhöht werden, da der Abstand zum Fahrbahnrand zu groß ist, und eine Lärmschutzwand im Abstand von 2,50m vom Fahrbahnrand deutlich effektiver ist.

Somit ist bei allen nachfolgenden Untersuchungen von einem Neubau der aktiven Lärmschutzwände auszugehen.

1.2.4 Einbau einer OPA Deckschicht unter teilweise Beibehaltung der vorhandenen Lärmschutzwände (Bereich 1 bis 4)

In älteren Überlegungen wurde angedacht, dass die vorhandenen Lärmschutzwände aus Kostengründen nur teilweise durch neue ersetzt werden sollten. Als Ausgleich sollte eine OPA Deckschicht eingebaut werden. Diese Lösung hätte zwar die durch den 4-streifigen Ausbau verursachte Lärmsteigerung weitgehend kompensiert, doch hätten sich aus heutiger Sicht mit den prognostizierten Verkehrszahlen gem. der Verkersuntersuchung eine viel zu hohe Anzahl an Schutzfällen ergeben. Ein Weiterverfolgen dieser Lösung stände im klaren Widerspruch eines optimalen Lärmschutzes. Außerdem sind die vorhandenen Lärmschutzwände mittlerweile deutlich über 30 Jahre alt und es ist abzusehen, dass diese zwar nicht unmittelbar, doch in einem mittelfristigen Zeithorizont erneuert oder zumindest umfassend saniert werden müssten.

2 Darstellung

2.1 Darstellung der Berechnungsmethode:

Schutzfälle: Bei der neuen Berechnungsmethode entspricht ein Schutzfall einer Überschreitung je Gebäudefassade, Etage und Zeitbereich. Dies kann dazu führen, dass bei einem Einfamilienhaus über zwei Etagen bei dem an drei Gebäudefassaden die Immissionsgrenzwert sowohl am Tag als auch in der Nacht überschritten sind, das Gebäude mit 6 Schutzfällen am Tag und 6 Schutzfällen in der Nacht berücksichtigt wird.

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung: Das Berechnungsverfahren der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung berücksichtigt neben den Herstellungskosten von 400,00€ netto auch Verwaltungskosten, Baustelleneinrichtung und kapitalisierte Erhaltungskosten. Auch werden die Preise brutto dargestellt, weshalb die Kostenangaben hier bei der Herstellung schon bei knapp 550,00 € je m² liegt.

Auch werden neben den Herstellungskosten noch kapitalisierte Erhaltungskosten in Höhe von knapp 226,00€ je m² berücksichtigt.

Eine genaue Auflistung ist in Anlage 2 dieser Unterlage zu finden

2.1 Darstellung der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung (Unterlage 17.2. Anlage 3)

Für das Berechnungsverfahren der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ist die Berücksichtigung aller relevanten Gebäudefassaden notwendig. Auch müssen diese getrennt nach den Bereichen und für alle Varianten wie unter Punkt 1.1 beschrieben untersucht werden. Die Gegenüberstellung der einzelnen Varianten der unterschiedlichen Bereiche kann der Anlage 3 entnommen werden.

Unterlage 17.2 Anlage 3.1	Wohngebiet "südl. der Kettelerstraße"
Unterlage 17.2 Anlage 3.2	Wohngebiet "westlich der Wasserwerkstraße"
Unterlage 17.2 Anlage 3.3	Wohngebiet "Rodstücke"
Unterlage 17.2 Anlage 3.4	Wohngebiet "Bubenlache"
Unterlage 17.2 Anlage 3.5	Ortsteil Riedrode

2.2 Darstellung der Ergebnisliste (Unterlage 17.3.2)

Durch die umfangreiche Darstellung der einzelnen Varianten in den Bereichen und der notwendigen Berücksichtigung weiterer Gebäude (z.B. Aussiedlerhöfe) außerhalb dieser 5 Bereiche wurde der Vereinfachung eine separate Ergebnisliste aller Gebäude mit dem relevantesten Berechnungspunkt erstellt.

Hier werden neben dem Beurteilungspegel auch noch die Lage des Gebäudes genauer beschrieben und ein Vergleich zu der Berechnung durchgeführt, wenn keine Verbesserung des vorhandenen Lärmschutzes erfolgen würde (Unterlage 17.3.2)

Die wichtigsten Beschreibungen:

Spalte 1:	Darstellung der Berechnungspunktnummer analog der Nummer in den Lageplänen
Spalte 2	Anschrift des zu untersuchenden Gebäudes
Spalte 3-8	Beschreibung der Lage gem. Kilometrierung, Himmelsrichtung, Etage, Gebietsnutzung, Abstand und Höhendifferenz zur Straße.
Spalten 9-10	Immissionsgrenzwert entsprechend der Gebietsnutzung
Spalte 11-12	Berechnungsergebnis mit der prognostizierten Verkehrsbelastung und dem bestehenden Lärmschutz
Spalte 13-14	Berechnungsergebnis mit der prognostizierten Verkehrsbelastung und dem geplanten Lärmschutz
Spalten 15-16	Verbleibende Grenzwertüberschreitung am Gebäude unter Berücksichtigung des geplanten Lärmschutzes
Spalten 15-16	Pegelreduzierung / Pegelerhöhung durch die geplanten aktiven Lärmschutzmaßnahmen
Spalte 19	Darstellung ob Anspruch dem Grunde nach für passiven Lärmschutz besteht nein = kein Anspruch; N = Anspruch in der Nacht; T+N Anspruch am Tag und in der Nacht.

3 Ergebnis der Variantenuntersuchung

Für die 5 Bereiche erfolgte die Dimensionierung unterschiedlicher Lärmschutzvarianten. Die Betroffenheiten (Anzahl der Schutzfälle), die untersuchten Lärmschutzvarianten und deren Wirkung, sowie die Bewertung sind in den Tabellen der Anlage 3 enthalten. Im Folgenden erfolgt eine Auswertung der Tabellen für die jeweiligen Varianten.

3.1 Bereich 1 Wohngebiet "südl. der Kettelerstraße"

Das Wohngebiet "südl. der Kettelerstraße" befindet sich von Rosengarten kommend hinter der Bahnüberführung. Die aktiven Lärmschutzmaßnahmen (2,50 m hohe Lärmschutzwand und bis zu 4,0 m hoher Lärmschutzwahl) wurden im Zuge der Ausweisung des Baugebietes, auf der Grundlage eines schalltechnischen Gutachtens aus dem Jahr 1980 im Jahr 1984 errichtet.

Am Anfang befindet sich überwiegend eine zwei- bis drei geschossige Wohnbebauung in Form von Ein- und kleinen Mehrfamilienhäusern. In Richtung Wasserwerkstraße wird die Bebauung höher und es befinden sich hier 5- stöckige Mehrfamilienhäuser mit mehreren Wohnungen auf einer Etage. Gemäß der Festsetzungen der vorhandenen Bebauungsplänen ist dieser Bereich der Gebietskategorie 2: Allgemeines Wohngebiet zugeordnet.

Im Bereich des Wohngebiets "südl. der Kettelerstraße" (1) sind ohne aktive Lärmschutzmaßnahmen an 136 Gebäuden Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte festzustellen. Taggrenzwertüberschreitungen treten hierbei an 69 Gebäuden mit 261 Schutzfällen auf. Die Nachtgrenzwerte werden an 136 Gebäuden mit 696 Schutzfällen überschritten. Die maximalen Immissionsgrenzwertüberschreitungen betragen tags 9 dB(A) und nachts 13 dB(A). Mit Beurteilungspegeln von bis zu 68 dB(A) am Tag und 62 dB(A) in der Nacht an mehreren Gebäuden sind nicht nur die IGW überschritten, sondern die Werte würden ohne zusätzliche Maßnahmen nachts im gesundheitsgefährdenden Bereich liegen.

Die Ergebnisse des Variantenvergleichs für diesen Bereich sind in Anlage 3.1 enthalten.

Es wurden zusätzlich zur Situation ohne aktiven Schallschutz (Variante 1.0) noch 9 Varianten mit aktiven Lärmschutzmaßnahmen untersucht.

- Variante 1.1: Vollschutz mit Lärmschutzwand L=1325m bis maximal 12,0m Höhe.
- Variante 1.2: Lärmschutzwand L=1325m bis max. 10,0m Höhe.
- Variante 1.3a: Lärmschutzwand L=1490m bis max. 8,0m Höhe.
- Variante 1.3b: Lärmschutzwand L=1325m bis max. 8,0m Höhe.
- Variante 1.3c: Lärmschutzwand L=1225m bis max. 8,0m Höhe.
- Variante 1.4: Lärmschutzwand L=1225m bis max. 7,0m Höhe.
- Variante 1.5: Lärmschutzwand L=1225m bis max. 6,0m Höhe.
- Variante 1.6: Lärmschutzwand L=1225m bis max. 5,0m Höhe.
- Variante 1.7: Lärmschutzwand L=1225m bis max. 4,0m Höhe.

Besonderheit Variante 1.3: Diese bis zu max. 8m hohe Variante wurde mit unterschiedlichen Längen untersucht, da festgestellt wurde, dass ab einer Wandhöhe von 7m der seitliche Lärmeintrag zu stark ist, um noch eine spürbare Pegelverbesserung zu erreichen. Ab dieser Wandhöhe bietet der Dammkörper der Wasserwerkstraße keinen ausreichenden Schutz des seitlichen Lärmeintrags im Vergleich zur frontalen Lärmeinwirkung in das Baugebiet.

1.3a) Bei dieser Variante wurde untersucht, welche Auswirkung ein Lückenschluss zwischen dem Überführungsbauwerk der Wasserwerkstraße bis zur Lärmschutzwand im Bereich Bubenlache hätte. In diesem Bereich befindet sich keine Wohnbebauung, sondern das Sportstadion von Bürstadt, und die beiden Vereine TV 1891 Bürstadt e.V. und die Radfahrvereinigung 03 Bürstadt e.V, sowie ein Parkplatz.

Im Bereich 4 "Bubenlache" kommt es bei dieser Variante zu keinen spürbaren Pegelverbesserungen.

1.3b) Bei dieser Variante wird die Lärmschutzwand um 100m über das Überführungsbauwerk der Wasserwerkstraße verlängert.

1.3c) Als kürzeste Variante wurde hier eine Lärmschutzwand bis zum Überführungsbauwerk der Wasserwerkstraße untersucht.

Variantenvergleich im Bereich "südl. der Kettelerstraße".

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung kommt zum Ergebnis, dass die Variante 1.5 (Lärmschutzwand mit einer Wandhöhe bis 6m) am besten abschneidet. Es verbleiben jedoch bei dieser Variante immer noch 12 Schutzfälle am Tag und 62 Schutzfälle in der Nacht. Gemäß des Gebots des bestmöglichen kostenmäßig vertretbaren Schallschutzes, wird von dieser Variante jedoch Abstand genommen und die Variante 1.3b favorisiert, da mit dieser insbesondere alle Schutzfälle am Tag gelöst werden können.

Bei dem Vergleich der Varianten 1.5 mit der Variante 1.3b können bei Mehrkosten von 1.200.000€ zusätzlich 65 Schutzfälle vermieden werden. Die Mehrkosten zwischen den beiden Varianten liegen dabei mit 18.500€ (1.200.000€ / 65 Schutzfälle) noch knapp unter dem oberen Orientierungswert.

Der Vollschutz (Variante 1) bzw. eine Lösung mit 10m Wandhöhe (Variante 2) sowie die Zwischenlösung Variante 1.3a scheiden aus Kostengründen jedoch klar aus, da hier die Mehrkosten von 100.000€ je zusätzlich gelöstem Schutzfall im Vergleich zur Variante 1.3b beim 5fachen des oberen Orientierungswertes liegen.

Unter Abwägung aller Bewertungspunkte wird die Variante 1.3b vorgeschlagen.

3.2 Bereich 2 Wohngebiet "westlich der Wasserwerkstraße"

Das Wohngebiet "westlich der Wasserwerkstraße" befindet sich von Rosengarten kommend auf der rechten Seite ca. 600 m hinter der Bahnüberführung und reicht bis zur Überführung der Wasserwerkstraße. Die insgesamt drei Bauabschnitte in diesem Bereich wurden in Kenntnis der verfestigten Straßenplanung durch die Stadt Bürstadt ausgewiesen. Zum Schutz der Wohnbebauung wurde durch die Stadt Bürstadt eine 3,50 m hohe Gabionenwand errichtet. Die Lärmschutzwand wurde allerdings nicht wie üblich 2,50 m vom geplanten Fahrbahnrand, sondern bis zu 11 Meter entfernt errichtet. Durch die rund 8,0 m zu weit zurückliegende Lage, kann die Wand insbesondere in den oberen Etagen nicht die optimale Lärminderung erzielen.

Mit Schreiben des BMVI vom 22. Juli 2015 wurde Hessen Mobil aufgefordert, trotz der Festlegungen im Bebauungsplan das Wohngebiet in die Betrachtungen mit einzubeziehen. Der vorhandene Lärmschutz sollte überprüft und bei Bedarf ggf. erweitert werden.

Die Wohnbebauung in diesem Bereich wurde überwiegend in Form von Ein- und Zweifamilienhäusern errichtet. Gemäß der Festsetzungen der vorhandenen Bebauungspläne ist dieser Bereich der Gebietskategorie 2: Allgemeines Wohngebiet zugeordnet.

Im Bereich des Wohngebiets "westlich der Wasserwerkstraße" (2) sind ohne aktive Lärmschutzmaßnahmen an 94 Gebäuden Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte festzustellen. Taggrenzwertüberschreitungen treten hierbei an 45 Gebäude mit 110 Schutzfällen auf. Die Nachtgrenzwerte werden an 45 Gebäuden mit 336 Schutzfällen überschritten. Die maximalen Immissionsgrenzwertüberschreitungen betragen tags 7 dB(A) und nachts 11 dB(A).

Die Ergebnisse des Variantenvergleichs für diesen Bereich sind in Anlage 3.2 enthalten.

Es wurden zusätzlich zur Situation ohne aktiven Schallschutz (Variante 2.0) noch 6 Varianten mit aktiven Lärmschutzmaßnahmen untersucht.

- Variante 2.1: Vollschutz mit Lärmschutzwand L=655m bis maximal 9,0m Höhe.
- Variante 2.3: Lärmschutzwand L=655m bis max. 8,0m Höhe.
- Variante 2.4: Lärmschutzwand L=655m bis max. 7,0m Höhe.
- Variante 2.5: Lärmschutzwand L=655m bis max. 6,0m Höhe.
- Variante 2.6: Lärmschutzwand L=655m bis max. 5,0m Höhe.
- Variante 2.7: Lärmschutzwand L=655m bis max. 4,0m Höhe.

Variantenvergleich im Bereich " westlich der Wasserwerkstraße ".

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung kommt zum Ergebnis, dass die Variante 2.4 (Lärmschutzwand mit einer Wandhöhe bis 7,0m) am besten abschneidet. Es verbleiben jedoch bei dieser Variante immer noch 22 Schutzfälle in der Nacht. Gemäß des Gebots des bestmöglichen kostenmäßig vertretbaren Schallschutzes, wird von dieser Variante Abstand genommen und die Variante 2.3 favorisiert.

Bei dem Vergleich der Varianten 2.4 mit der Variante 2.3 können bei Mehrkosten von 350.000€ zusätzlich 18 Schutzfälle vermieden werden. Die Mehrkosten zwischen den beiden Varianten liegen dabei mit 19.500€ (350.000€ / 18 Schutzfälle) noch knapp unter dem oberen Orientierungswert.

Der Vollschutz (Variante 2.1) scheidet aus Kostengründen jedoch klar aus, da hier die Mehrkosten von knapp 100.000€ je zusätzlich gelöstem Schutzfall (388.000€ / 4 Schutzfälle) im Vergleich zur Variante 2.3 beim 5fachen des oberen Orientierungswertes liegen.

Unter Abwägung aller Bewertungspunkte wird die Variante 2.3 vorgeschlagen.

3.3 Bereich 3 Wohngebiet "Rodstücke"

Das Wohngebiet "Rodstücke" befindet sich auf der rechten Seite östlich der Wasserwerkstraße. Im Jahr 1982 wurde zum Schutz des Wohngebietes gemäß der RLS-81 und den vorläufigen Richtlinien VRSS- 75 eine Lärmschutzwand dimensioniert, welche aufgrund dieser Festlegungen dann 1987 mit einer Höhe von 3,25 m Höhe errichtet wurde

Die Wohnbebauung in diesem Bereich wurde überwiegend in Form von Ein- und kleineren Mehrfamilienhäusern errichtet. Gemäß der Festsetzungen der vorhandenen Bebauungsplänen ist dieser Bereich der Gebietskategorie 2: Allgemeines Wohngebiet zugeordnet.

Im Bereich des Wohngebiets "Rodstücke" (3) sind ohne aktive Lärmschutzmaßnahmen an 23 Gebäuden Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte festzustellen. Taggrenzwertüberschreitungen treten hierbei an 17 Gebäuden mit 23 Schutzfällen auf. Die Nachtgrenzwerte werden an 40 Gebäuden mit 130 Schutzfällen überschritten. Die maximalen Immissionsgrenzwertüberschreitungen betragen tags 5 dB(A) und nachts 9 dB(A).

Die Ergebnisse des Variantenvergleichs für diesen Bereich sind in Anlage 3.3 enthalten.

Es wurden zusätzlich zur Situation ohne aktiven Schallschutz (Variante 3.0) noch 6

Varianten mit aktiven Lärmschutzmaßnahmen untersucht.

- Variante 3.1: Vollschutz mit Lärmschutzwand L=455m bis maximal 8,0m Höhe.
- Variante 3.3: Lärmschutzwand L=375m bis max. 8,0m Höhe.
- Variante 3.4: Lärmschutzwand L=375m bis max. 7,0m Höhe.
- Variante 3.5: Lärmschutzwand L=375m bis max. 6,0m Höhe.
- Variante 3.6: Lärmschutzwand L=375m bis max. 5,0m Höhe.
- Variante 3.7: Lärmschutzwand L=375m bis max. 4,0m Höhe.

Variantenvergleich im Bereich „Rodstücke“.

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung kommt zum Ergebnis, dass die Variante 3.1 (Verlängerte Lärmschutzwand mit einer Wandhöhe bis 8,0m / Vollschutz) und die Variante 3.3 ähnlich abschneiden.

Im Variantenvergleich weist die Variante 3.1 Mehrkosten von 340.000€ zur nächstbesten Variante 3.3 auf. Mit 12 gelösten Schutzfällen ergeben sich Kosten von 28.000 € je gelöstem Schutzfall. Dadurch liegt der Betrag über dem oberen Orientierungswert von 20.000€. Allerdings würde das Gebiet bei Umsetzung der kürzeren Wand seitlich einer höheren Lärmeinstrahlung unterliegen. Unter Berücksichtigung der erreichten Pegelminderung für das Gebiet liegt der Verhältnismäßigkeitswert (effektive Effizienz) mit 0,72 bei beiden Varianten gleich. Dadurch kann im Sinne des kostenmäßig bestmöglichen vertretbaren Schallschutzes trotz Überschreitung des oberen Orientierungswertes der Vollschutz berücksichtigt werden.

Unter Abwägung aller Bewertungspunkte wird die Variante 3.1 (Vollschutz) vorgeschlagen.

3.4 Bereich 4 Wohngebiet "Bubenlache"

Das Wohngebiet "Bubenlache" befindet sich von Rosengarten kommend auf der linken Seite. Das Wohngebiet beginnt ca. auf der Höhe der Rad- und Fußgänger- Überführung und erstreckt sich über 300 m in Richtung AS B 47 / K 62. Im Jahr 1982 wurde zum Schutz des Wohngebietes gemäß der RLS-81 und den vorläufigen Richtlinien VRSS- 75 (IGW für WA 52/62 dB(A)) eine schalltechnische Untersuchung für den vierstreifigen Ausbau der Ortsumgehung Bürstadt aufgestellt. Aufgrund dieser Festlegungen wurde dann 1987 eine 2,75 bis 3,75 m hohe Lärmschutzwand errichtet.

Die Wohnbebauung in diesem Bereich wurde überwiegend in Form von Ein- und Zweifamilienhäusern errichtet. Gemäß der Festsetzungen der vorhandenen Bebauungsplänen ist dieser Bereich der Gebietskategorie 2: Allgemeines Wohngebiet zugeordnet.

Im Bereich des Wohngebiets "Bubenlache" (4) sind ohne aktive Lärmschutzmaßnahmen an 47 Gebäuden Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte festzustellen. Taggrenzwertüberschreitungen treten hierbei an 3 Gebäuden mit 3 Schutzfällen auf. Die Nachtgrenzwerte werden an 47 Gebäuden mit 118 Schutzfällen überschritten. Die maximalen Immissionsgrenzwertüberschreitungen betragen tags 3 dB(A) und nachts 7 dB(A).

Die Ergebnisse des Variantenvergleichs für diesen Bereich sind in Anlage 3.4 enthalten.

Es wurden zusätzlich zur Situation ohne aktiven Schallschutz (Variante 4.0) noch 7 Varianten mit aktiven Lärmschutzmaßnahmen untersucht.

- Variante 4.1: Vollschutz mit Lärmschutzwand L=530m bis maximal 10,0m Höhe und Schleuse im Bereich der Überführung
- Variante 4.2: Lärmschutzwand L=530m bis max. 10,0m Höhe.
- Variante 4.3: Lärmschutzwand L=530m bis max. 8,0m Höhe.
- Variante 4.4: Lärmschutzwand L=530m bis max. 7,0m Höhe.
- Variante 4.5: Lärmschutzwand L=530m bis max. 6,0m Höhe.
- Variante 4.6: Lärmschutzwand L=496m bis max. 5,0m Höhe.
- Variante 4.7: Lärmschutzwand L=462m bis max. 4,0m Höhe.

Variantenvergleich im Bereich " Bubenlache ".

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung kommt zum Ergebnis, dass die Variante 4.3 (Lärmschutzwand mit einer Wandhöhe bis 8m) am besten abschneidet. Es verbleiben jedoch bei dieser Variante 2 Schutzfälle in der Nacht. Gemäß des Gebots des bestmöglichen kostenmäßig vertretbaren Schallschutzes, wird diese Variante favorisiert.

Der Vollschutz (Variante 4.1) bzw. eine Lösung mit 10m Wandhöhe (Variante 4.2) scheiden aus Kostengründen klar aus, da hier die Mehrkosten von 200.000€ je Schutzfall im Vergleich zur Variante 4.3 beim 10fachen des oberen Orientierungswertes liegen.

Kosten je Schutzfall: Bei dieser Variante liegen die Kosten je Schutzfall mit rund 22.500€ zwar über dem oberen Orientierungswert. Es muss jedoch berücksichtigt werden, dass ohne einen Neubau der Lärmschutzwand, die 1987 errichtete, bestehende Lärmschutzwand (920m²) in einigen Jahren sowieso erneuert, bzw. umfassend saniert werden müsste. Unter Anrechnung dieser Kosten würden sich die Herstellungskosten um rund 20% reduzieren, wodurch die Kosten je Schutzfall wieder unter dem oberen Orientierungswert liegen.

Unter Abwägung aller Bewertungspunkte wird die Variante 4.3 vorgeschlagen.

3.5 Bereich 5 Ortsteil Bürstadt Riedrode

Der Ortsteil Riedrode liegt von Rosengarten kommend auf der linken Seite. Aktive Lärmschutzmaßnahmen sind nicht vorhanden. Die Baumaßnahme des 4-streifigen Ausbaus endet im Bereich des Ortsteils Riedrode

Die Wohnbebauung in diesem Bereich wurde überwiegend in Form von Ein- und Zweifamilienhäusern errichtet. Im Bereich der Bahnhofstraße / Taunusstraße befinden sich jedoch auch kleinere Mehrfamilienhäuser.

Die Beurteilung der Art der baulichen Nutzung der betroffenen Bereiche orientiert sich, nach Auskünften der Stadt Bürstadt, an vorhandene Bebauungspläne, sowie der tatsächlichen Nutzung. Die Bebauung in Bürstadt Riedrode ist dabei meist der Gebietskategorie 2: Allgemeines Wohngebiet zugeordnet. Teile der zurückliegenden Bebauung, sowie 2 Gebäude im Bereich der naheliegenden Bahn sind der Gebietskategorie 3: Kern- Dorf-

Mischgebiet zugeordnet. Die genaue Zuordnung kann den Lageplänen bzw. der Ergebnisliste (Unterlage 17.3.2) entnommen werden.

Die Baumaßnahme des 4-streifigen Ausbaus endet im Ortsteil Riedrode, im Bereich der Wohnbebauung. In einem weiteren Abschnitt ist dann der 4-streifige Ausbau von östlich der OU Bürstadt bis westlich Lorsch vorgesehen.

Die Schalltechnische Untersuchung sieht für den 4-streifigen Ausbau von östlich der OU Bürstadt bis westlich Lorsch eine 7m hohe Lärmschutzwand vor. Dabei ist vorgesehen die Zufahrt für Riedrode zu verlegen, wodurch die Lärmschutzwand im Endzustand wesentlich länger hergestellt werden könnte als derzeit möglich.

Durch diesen Sonderfall ist gem. der VLärmSchR 97 eine besondere Betrachtung notwendig. In einem ersten Schritt ist zu untersuchen welche Gebäude über den Ausbauabschnitt hinaus berücksichtigt werden müssen. Für den Bereich der vorhandenen Straße wird dabei der Verkehr mit Null angesetzt, es wird somit nur der Verkehr im Ausbauabschnitt berücksichtigt.

Im Ergebnis müssen nicht nur die Gebäude ab der Taunusstraße 4, sondern auch die Gebäude Rhönstraße 8 bis 12 berücksichtigt werden, welche deutlich vom Ausbauende entfernt sind.

Nachfolgende Abbildung zeigt die Gebäude bei der Überprüfung gem. der VLärmSchR eine Überschreitung aufweisen. Gebäudefassaden mit roter Markierung = Überschreitung / grün = ohne Überschreitung



In allen weiteren Untersuchungen wird bei den Gebäudefassaden, die gem. VLärmSchR 97 die Kriterien der Notwendigkeit der Überprüfung über den Ausbauabschnitt hinaus erfüllen, (rote Markierung) keine Unterscheidung mehr zu den Gebäuden im Planfeststellungsbereich vorgenommen. Gebäude die die Kriterien nicht erfüllen (im obigen Plan grün dargestellt), bleiben jedoch in den weiteren Untersuchungen unberücksichtigt. Die Verkehrsbelastung an der Straße außerhalb des Ausbauendes wird bei der nachfolgenden Dimensionierung der notwendigen aktiven Lärmschutzmaßnahmen wie bei dem Straßenabschnitt im Planfeststellungsbereich mit der vollen Verkehrsstärke angesetzt.

Im Bereich des Ortsteils Riedrode (5) sind ohne aktive Lärmschutzmaßnahmen an 98

Gebäuden Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte festzustellen. Taggrenzwertüberschreitungen treten hierbei an 45 Gebäuden mit 151 Schutzfällen auf. Die Nachtgrenzwerte werden an 98 Gebäuden mit 405 Schutzfällen überschritten. Die maximalen Immissionsgrenzwertüberschreitungen betragen tags 5 dB(A) und nachts 9 dB(A).

Die Ergebnisse des Variantenvergleichs für diesen Bereich sind in Anlage 3.5 enthalten.

Es wurden zusätzlich zur Situation ohne aktiven Schallschutz (Variante 5.0) noch 4 Varianten mit aktiven Lärmschutzmaßnahmen untersucht. Die Variante 5.1 Vollschutz entfällt bei dieser Untersuchung, da diese erst im Endzustand mit 4- streifige Ausbau von östlich der OU Bürstadt bis westlich Lorsch und der damit zusammenhängenden Verschiebung der Anbindung an die K62 realisiert werden kann.

- Variante 5.4: Lärmschutzwand L=748m bis maximal 7,0m Höhe.
- Variante 5.5: Lärmschutzwand L=655m bis max. 6,0m Höhe.
- Variante 5.6: Lärmschutzwand L=655m bis max. 5,0m Höhe.
- Variante 5.7: Lärmschutzwand L=655m bis max. 4,0m Höhe.

Variantenvergleich im Bereich des Ortsteil Bürstadt - Riedrode.

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung kommt zum Ergebnis, dass die Variante 5.6 (Lärmschutzwand mit einer Wandhöhe bis 5,0m) am besten abschneidet. Es verbleiben jedoch bei dieser Variante immer noch 44 Schutzfälle in der Nacht. Gemäß des Gebots des bestmöglichen kostenmäßig vertretbaren Schallschutzes, wird von dieser Variante jedoch Abstand genommen und die Variante 5.4 favorisiert.

Bei dem Vergleich der Varianten 5.6 mit der Variante 5.4 können bei Mehrkosten von 546.000€ weitere 43 Schutzfälle vermieden werden. Die Mehrkosten zwischen den beiden Varianten liegen dabei mit 12.700€ (546.000€ / 43 Schutzfälle) unter dem oberen Orientierungswert.

Der Vollschutz wird dann gem. der Untersuchung zum 4- streifige Ausbau von östlich der OU Bürstadt bis westlich Lorsch, in der die 7m hohe Lärmschutzwand fortgeführt wird, nachträglich realisiert. Derzeit kann eine längere Lärmschutzwand aufgrund der bestehenden Ausfahrt Riedrode noch nicht realisiert werden. Diese Ausfahrt wird im Zuge des 4- streifigen Ausbau von östlich der OU Bürstadt bis westlich Lorsch verlegt, wodurch im Endzustand dann eine deutlich längere Wand hergestellt werden kann.

Unter Abwägung aller Bewertungspunkte wird die Variante 5.4 vorgeschlagen.

3.6 Untersuchung eines OPA Belages für die Bereiche 1-4

Um die Auswirkungen einer OPA Deckschicht darzustellen wurde auch eine solche Lösung bei der Variantenbetrachtung mit einbezogen.

Vorteile einer OPA- Deckschicht:

Eine OPA-Deckschicht bewirkt eine Pegelminderung von -5 dB(A) gegenüber -2 dB(A) bei einem üblicherweise verwendetem lärmarmen Asphalt.

Dadurch könnten die Lärmschutzwände zwischen 1,50 und 2,00m niedriger hergestellt werden, um ähnliche Beurteilungspegel zu erreichen.

Niedrigere Lärmschutzwände sind i.d.R. städtebaulich günstiger zu bewerten, da diese die Sichtbeziehungen weniger stark stören und die Ortslage weniger stark verschatten. Im Bereich der OU Bürstadt stehen die Gebäude mit Ausnahme von 2 Gebäuden im Bereich 4 Wohngebiet "Bubenlache" mindestens 30m von der Lärmschutzwand entfernt, und für die Bereiche 2 Wohngebiet "westlich der Wasserwerkstraße" und 3 Wohngebiet "Rodstücke" würde die Wand nördlich errichtet werden, wodurch es hier zu keiner Beeinträchtigung diesbezüglich kommen würde.

Im Bereich 1 Wohngebiet "südl. der Kettelerstraße" hat die Lärmschutzwand von Rosengarten kommend mit einer max. Höhe von 6,50m eine ähnliche Höhe wie die Wohnbebauung in diesem Bereich. Der Abschnitt, in dem die Lärmschutzwand die maximale 8,0m Höhe erreicht, liegt hinter dem bewachsenen Lärmschutzwall. Die Lärmschutzwand hat hier unter Berücksichtigung des Bewuchses auf dem Wall eine ähnliche Höhe.

Im Bereich 4 Wohngebiet "Bubenlache" kommt es im Bereich der Rad- und Gehwegüberführung zu einer näherliegenden Sichtbeziehung zu der 8m hohen Lärmschutzwand. Die Lärmschutzwand ist dabei aber noch etwas über 20m von den Gebäuden Bubenlachring 71A und 73A entfernt. Die Sichtbeziehung ist jedoch auch schon heute durch die Geh- und Radwegüberführung gestört. Dies ist hinsichtlich der Wandhöhe der kritischste Bereich. Die übrige Bebauung im Bereich "Bubenlache" liegt deutlich weiter zurück und die Lärmschutzwand ist hier auch nur noch 6m hoch.

Im Bereich 5 Ortsteil Riedrode liegt die Wohnbebauung mindestens 50m von der 7m hohen Lärmschutzwand zurück.

Nachteile einer OPA Deckschicht:

Durch den OPA Belag und dessen notwendigen Einbau über die gesamte Fahrbahnbreite muss der Verkehr bei einer zukünftigen Deckenerneuerung während einer Sanierungsphase auf eine Richtungsfahrbahn gelegt werden. Durch den schmalen Querschnitt der B47 ist hier eine 2+2 Führung während der Bauphase nicht mehr möglich, wodurch es zu erheblichen Verkehrsbehinderungen bei den notwendigen Deckensanierungen alle 8 Jahre kommen würde.

Auch sind Reparaturmaßnahmen nach Unfällen oder altersbedingtem Verschleiß wesentlich problematischer.

Zusätzlicher Aufwand beim Winterdienst und durch die Reinigung einzelner Streifen ist anzuführen.

Kostenbetrachtung:

Die Herstellungskosten einer OPA Deckschicht sind durch die Einsparung von Lärmschutzwandflächen (rund 3.700m²) knapp 2.000.000€ günstiger als bei einer Deckschicht mit einem DStrO -2 Belag. Die zusätzlichen Aufwendungen durch die einmalige Aufbringung einer wasserundurchlässigen Schicht, sowie die Zusatzkosten bei der Entwässerung (z.B. kostenintensivere Kastenrinnen) relativieren dies allerdings um über 800.000€ auf Einsparungen von knapp 1.200.000€

Die Unterhaltungskosten einer OPA Deckschicht sind dagegen wesentlich höher gegenüber der von Lärmschutzwänden. Dies ist bedingt durch die beiden zusätzlichen Fahrbahnsanierungen über einen Betrachtungszeitraum von 30 Jahren (Verkehrssicherung, Abfräsen, Entsorgung, neue OPA Deckschicht). Den Zusatzkosten für die Unterhaltung der OPA Deckschicht von über 2.300.000€ stehen zwar Einsparungen bei den Unterhaltungskosten der Lärmschutzwände von unter 800.000€ gegenüber. Die kapitalisierten Mehrkosten in der Unterhaltung liegen mit über 1.500.000€ jedoch deutlich über den Einsparungen von knapp 1.200.000€ bei der Herstellung.

Sowohl beim Vergleich des Vollschutzes, als auch bei der Vorzugslösung mit den bis zu 8m hohen Lärmschutzwänden ist eine Bauweise ohne OPA Belag und mit höheren

Lärmschutzwänden um über 300.000€ günstiger. Bei dem Betrag sind die Zusatzkosten vom Winterdienst, Reinigung und der erhöhten Aufwendungen bei kleineren Reparaturarbeiten noch nicht berücksichtigt.

Da auch ohne OPA Deckschicht durch die bis zu 8m hohen Lärmschutzwände ein guter Lärmschutz für die Anwohner erreicht werden kann, die OPA Deckschicht bei den notwendigen Fahrbahnsanierungen zu erheblichen Verkehrsbehinderungen führt und auch keine kostenmäßigen Vorteile vorliegen, ist von der Lösung mit einem OPA Fahrbahnbelag Abstand zu nehmen.

4 Zusammenfassung der Vorzugslösung

Im Ergebnis der Variantenuntersuchung sind die folgenden aufgeführten aktiven Lärmschutzmaßnahmen vorzusehen.

Lärmschutzwände Bereich 1 Wohngebiet "südl. der Kettelerstraße"

Lärmschutzwand (1)

4+110 bis 4+215 H = 4,0m

4+215 bis 4+260 H = 4,5m

4+260 bis 4+430 H = 5,0m

4+430 bis 4+470 H = 5,5m

4+470 bis 4+490 H = 6,0m

4+490 bis 4+720 H = 6,5m die Lärmschutzwand muss ab 4+655 einseitig wegen

4+720 bis 5+175 H = 7,0m der gegenüberliegenden Bebauung hochabsorbierend

5+175 bis 5+180 H = 7,5m hergestellt werden.

5+180 bis 5+330 H = 8,0m

5+330 bis 5+335 Verzug in Damm der Wasserwerkstraße

Lärmschutzwand (2) (einseitig zur B47 hin hochabsorbierend):

5+355 Verzug in Damm

5+355 bis 5+455 H= 6,0m

Lärmschutzwand Bereich 2 Wohngebiet "westlich der Wasserwerkstraße" (einseitig zur B47 hin hochabsorbierend):

4+660 bis 4+735 H = 6,0m

4+735 bis 4+740 H = 6,5m

4+740 bis 4+760 H = 7,0m

4+760 bis 4+765 H = 7,5m

4+765 bis 5+310 H = 8,0m

5+310 bis 5+315 Verzug in Damm der Wasserwerkstraße

Lärmschutzwand Bereich 3 Wohngebiet "Rodstücke" (einseitig zur B47 hin hochabsorbierend):

5+335 bis 5+340

Verzug in Damm der Wasserwerkstraße

5+340 bis 5+595 H = 7,5m

5+595 bis 5+710 H = 8,0m in der Berechnung wird eine Absenkung über 10m

5+710 bis 5+720 H = 4,5m vorgesehen, diese sollte jedoch so kurz wie möglich sein.
5+720 bis 5+790 H = 5,0m Die Wand sollte so weit wie bautechnisch möglich in 8,0m Höhe bis zur Überführung fortgeführt werden.

Die Lärmschutzwand kann im Bereich des Damms der Fuß und Radwegüberführung auch geteilt werden. Die Wand muss in diesem Fall in den Dammkörper übergehen, um eine seitliche Lärmeinstrahlung zu vermeiden. Die volle Wandhöhe ist so weit wie bautechnisch möglich in der vollen Höhe von 8,00m bis zum Überführungsbauwerk zu führen (mind. bis 5+710). Eine 2.Wand muss dann ab dem Damm bis zur Station 5+790 errichtet werden.

Lärmschutzwand Bereich 4 Wohngebiet "Bubenlache" (einseitig zur B47 hin hochabsorbierend):

Die schalltechnische Berechnung berücksichtigt hier im Bereich der Geh- und Radwegüberführung über max. 10m eine nur 4,0m hohe Wand. In diesem Bereich ist die Wand nicht mit Aluminium Elementen hergestellt, sondern aus Beton (Schallreflektion wurde über den kurzen Abschnitt von 10m berücksichtigt). Augenscheinlich ist dieser Bereich der Wand noch sehr gut erhalten. Wegen der Problematik des Austausches der Elemente unter der Brücke kann der vorhandene Schutz bestehen bleiben. Dies wurde auch entsprechend bei der Berechnung berücksichtigt.

Sollte entgegen der Annahme die Wand komplett neu errichtet werden, so ist die Absenkung der Wand im Bereich der Brücke so gering wie möglich zu halten.

5+600 bis 5+660 H = 6,0m
5+660 bis 5+665 H = 6,5m
5+660 bis 5+715 H = 7,0m
5+715 bis 5+725 H = 4,0m Die Absenkung im Bereich der Brücke ist so gering wie möglich zu halten
5+725 bis 5+860 H = 8,0m
5+860 bis 5+875 H = Absenkung
5+875 bis 6+080 H = 6,0m
Entlang Rampe L=10m H=5,5m
Entlang Rampe L=45m H=5,0m

Lärmschutzwand Bereich 5 Ortsteil Riedrode (zur Anliegerseite hin wegen der Kreisstraße und der Bahn hin einseitig absorbierend):

6+285 bis 6+360 H = 4,0m
6+360 bis 6+365 H = 4,5m
6+365 bis 6+540 H = 5,0m
6+540 bis 6+640 H = 5,5m
6+640 bis 6+710 H = 6,0m
6+710 bis 6+775 H = 6,5m
6+775 bis 7+033 H = 7,0m

Anlage 1
Erläuterungen zur Methodik der
Varianteuntersuchung

Erläuterungen zur Methodik der Variantenuntersuchung

Die angewandte Verfahrensweise entstand im Zuge von Straßenbauvorhaben im Zusammenhang mit der einschlägigen Rechtsprechung der letzten Jahre. Beim Variantenvergleich werden nicht nur die Anzahl der Schutzfälle berücksichtigt, sondern über das Lautheitsgewicht auch die Höhe der Pegelüberschreitung. Neben den Herstellungskosten werden anhand der kapitalisierte Erhaltungskosten für die jeweilige aktive Lärmschutzvariante auch eine schutzfallbezogene Kostenermittlung ermöglicht.

Herstellungskosten

Um einen möglichst genauen Variantenvergleich zu gewährleisten, werden neben den Herstellungskosten der Lärmschutzwände auch die Einsparung der lagegleichen wegfallenden Irritationsschutzwände sowie Spritzschutzwände berücksichtigt. Auch finden Zusatzkosten wie z.B. die Verwaltungskosten und die MwSt. Berücksichtigung. Eine ausführliche Kostenschätzung ist dem Variantenvergleich zu entnehmen.

Erhaltungskosten

Die kapitalisierten Erhaltungskosten werden auf der Grundlage einer zeitlich unbegrenzten Erhaltungspflicht in Anlehnung an die Ablösungsbeträge-Berechnungsverordnung (ABBV) ermittelt. Sie setzen sich zusammen aus dem Anteil für die kapitalisierten Erneuerungskosten und dem Anteil für die kapitalisierten jährlichen Unterhaltungskosten. Ausgangsbasis für die Berechnung der kapitalisierten Erhaltungskosten sind die berechneten Herstellungskosten. Zusätzlich sind die im Rahmen einer Erneuerung anfallenden Kosten für den Abbruch der geplanten Lärmschutzmaßnahmen zu berücksichtigen.

Schutzfall: Beim Variantenvergleich entspricht ein Schutzfall nicht zwingend einer Wohneinheit, sondern jede Fassadenüberschreitung, jede Etage und jeder Zeitbereich (Tag / Nacht) einer Wohnung / Einfamilienhaus entspricht jeweils einem Schutzfall. Das bedeutet, dass eine Wohnung, die sich über eine komplette Etage erstreckt bei Überschreitung von 3 Gebäudefassaden in der Nacht auch mit 3 Schutzfällen berücksichtigt wird. Werden hier die IGW nicht nur in der Nacht, sondern auch am Tag an allen 3 Fassaden überschritten, so wird die Wohnung mit insgesamt 6 Schutzfällen berücksichtigt (3 am Tag und 3 in der Nacht). Wird dagegen nur die Fassade zur Straßenseite in der Nacht überschritten, so wird die Wohneinheit auch nur mit einem Schutzfall in der Nacht bewertet.

Tabellenblatt "Variantenvergleich"(Anlage 3)

Spalten 1 und 2 sowie 2a bis 2d

In diesen Spalten werden die Varianten benannt und möglichst kurz und prägnant beschrieben. Variante 0 sollte dabei immer die Variante ohne aktiven Lärmschutz sein, um die Anzahl der Anspruchsberechtigten und das Ausmaß der Betroffenen aufzeigen zu können. Ausgehend vom Vollschutz ist dann mit schrittweisen Abschlägen beim aktiven Lärmschutz die Vorzugsvariante iterativ zu entwickeln.

Spalten 3 bis 8

In diesen Spalten werden die verbleibenden Betroffenen unter Berücksichtigung der aktiven Lärmschutzmaßnahmen der jeweiligen Varianten aufgelistet. Die höchsten Betroffenen sollte die Variante 0 „ohne aktiven Lärmschutz“ liefern. Eine Variante mit „Vollschutz“ sollte definitionsgemäß die verbleibenden Betroffenen auf 0 senken. Die Ermittlung der Betroffenen erfolgt für jedes zu untersuchende Objekt bezogen auf einzelne Geschosseiten jeweils gesondert für den Tag- und Nachtzeitraum sowie für die Außenwohnbereiche. Geschosseite bedeutet in diesem Zusammenhang, dass die Objekte nach Hausseite und Stockwerk differenziert betrachtet werden.

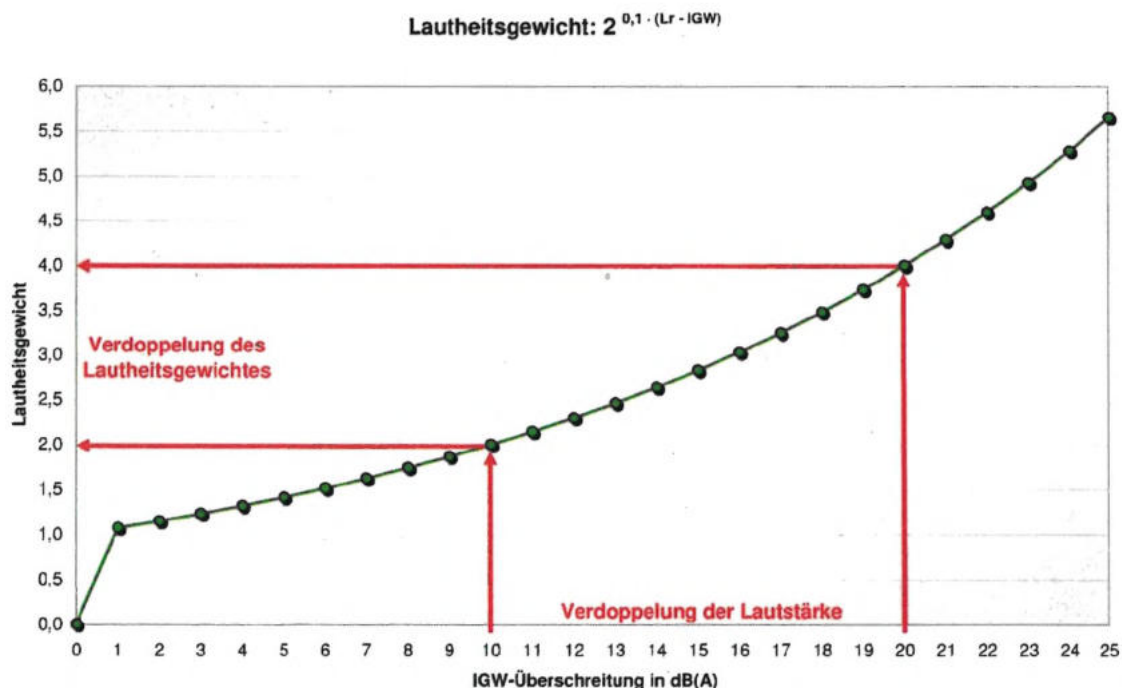
Beispiel: Ein vierseitiges Objekt mit Erdgeschoss und 1. Obergeschoss hätte demnach üblicherweise

$2 \times 4 = 8$ Geschosseiten, die zu untersuchen wären.

Im SoundPLAN-Projekt ist grundsätzlich je Geschosseite ein Immissionsort auszuwerten. Bezugsmaßstab für diese Festlegung ist ein handelsübliches Einfamilienhaus. Davon abweichend kann es im Einzelfall sinnvoll sein, mehrere Immissionsorte an einer Gebäudeseite anzuordnen - z.B. bei längeren Mehrfamilienhäusern. Es liegt in der Verantwortung des Bearbeiters darauf zu achten, dass die höhere Gewichtung einzelner Objekte durch zusätzliche Immissionsorte nicht zu einer Ungleichbehandlung der Betroffenen führt.

In den Spalten 3, 5 und 7 ist die Anzahl der verbleibenden ungelösten Schutzfälle einer Variante anzugeben. Ein solcher Schutzfall liegt dann vor, wenn am anspruchsberechtigten Immissionsort der geltende Immissionsgrenzwert (IGW) weiterhin überschritten wird.

In den Spalten 4, 6 und 8 ist zur Berücksichtigung der Höhe der IGW-Überschreitungen die Summe der zu den Schutzfällen gehörenden Lautheitsgewichte anzugeben. Das Lautheitsgewicht wird in den Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen, Ausgabe 1997, (EWS) zur Bewertung von Lärmbelastungen verwendet. Anstelle des dort verwendeten Zielpegels wird hier der IGW eingesetzt. Damit lässt sich das Lautheitsgewicht eines Schutzfalles nach der Formel $g = 2^{0,1 \cdot (Lr - IGW)}$ bestimmen, wobei Lr für den in der Variante berechneten Beurteilungspegel am Immissionsort steht. Wenn der Beurteilungspegel den geltenden IGW nicht überschreitet, wird das Lautheitsgewicht per Definition auf 0 gesetzt. Das Lautheitsgewicht bewirkt, dass bei einer Zunahme der Geräuschbelastung oberhalb des IGW um 10 dB(A), also bei einer Verdoppelung der Lautstärke, sich auch die über das Lautheitsgewicht berücksichtigte Lärmbelastung verdoppelt. Das folgende Diagramm veranschaulicht den Zusammenhang zwischen der Höhe einer IGW-Überschreitung und dem Lautheitsgewicht:



Spalten 9 bis 11

Hier werden die Herstellungs- und die kapitalisierten Erhaltungskosten sowie deren Summe aufgeführt. Durch die Einbeziehung der kapitalisierten Erhaltungskosten wird die dauerhafte Wirtschaftlichkeit verschiedener aktiver Lärmschutzmaßnahmen im Sinne des ARS Nr. 8/2004 berücksichtigt. Zusätzliche Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen sollten sich damit erübrigen.

Spalten 12 bis 14

Maßgebende Kriterien für die Bewertung der Varianten sind die Effektivität (Spalte 12) und die Effizienz (Spalte 13).

Effektivität ist ein Maß für die Zielerreichung (Wirksamkeit, Qualität der Zielerreichung). Sie wird durch die Minderung des Lautheitsgewichtes im Verhältnis zum Lautheitsgewicht der Variante 0 „ohne aktiven Lärmschutz“ dargestellt.

Beispiel: Reduziert sich das Lautheitsgewicht z.B. von 200 auf 30, so hat sich das Lautheitsgewicht um 170 reduziert. Die Effektivität errechnet sich demnach aus $170 : 200 = 85\%$

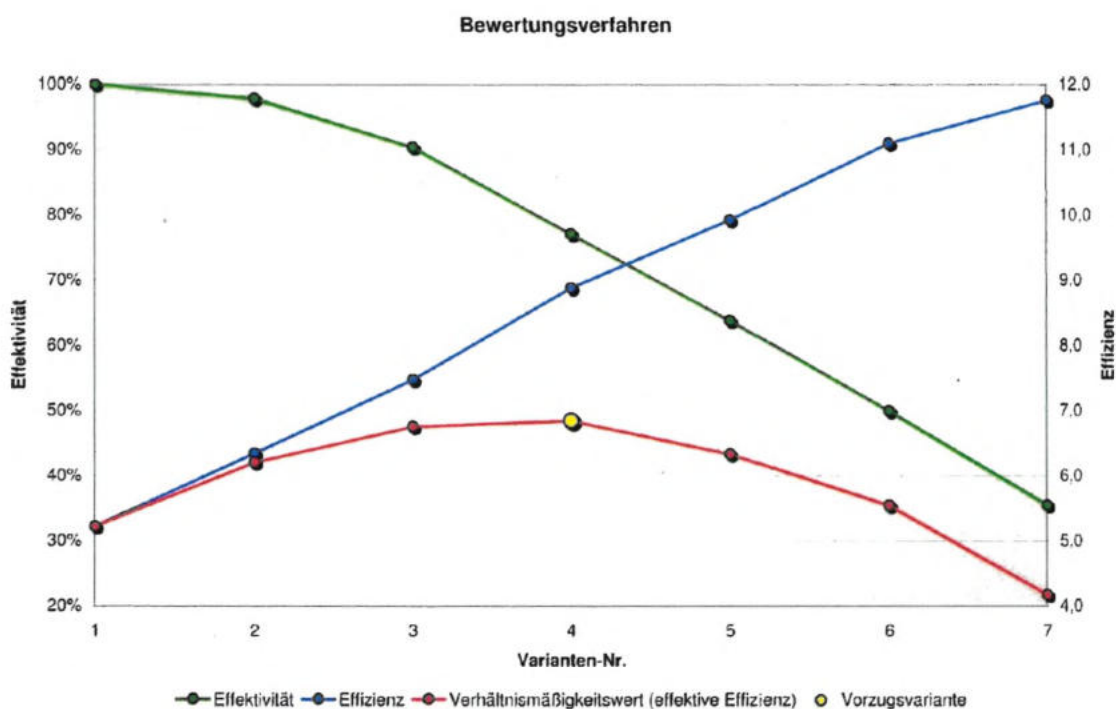
Effizienz ist ein Maß für die Wirtschaftlichkeit (Nutzen-Kosten-Relation). Dafür wird die Minderung des Lautheitsgewichtes ins Verhältnis zu den Kosten für den aktiven Schallschutz gesetzt.

Beispiel: (gesamtes Lautheitsgewicht der Variante ohne Lärmschutz - dem verbliebenen Lautheitsgewicht der zu untersuchenden Variante) geteilt durch die Gesamtkosten der aktiven Lärmschutzmaßnahmen der Variante mal 10000. Bei Kosten von 1.000.000 € und den Annahmen bei der obigen Effektivität würde sich folgendes Rechenbeispiel ergeben: $(200-30) / 1000000 * 10000 =$ entspricht Effizienz von 1,7.

Verhältnismäßigkeitswert (Spalte 14) Effektivität und Effizienz verhalten sich tendenziell eher diametral. Das heißt, je mehr die Effektivität bei den schrittweisen Abschlägen am aktiven Lärmschutz abnimmt, desto besser wird die Effizienz. Um eine ausgewogene Lösung zu finden, die der Forderung nach einer möglichst hohen Effektivität bei gerade noch vertretbarer Effizienz gerecht wird, wurde in Spalte 14 der Verhältnismäßigkeitswert eingeführt. Dieser Wert wird auch als „effektive Effizienz“ bezeichnet, weil er sich aus dem Produkt von Effektivität und Effizienz ergibt.

Beispiel: Die Effektivität wird dabei ins Verhältnis zur Effizienz gesetzt. Berechnung: $\text{Effektivität} * \text{Effizienz} = \text{Verhältnismäßigkeitswert}$: $85\% * 1,7 = 1,445$

Das Zusammenspiel von abnehmender Effektivität, zunehmender Effizienz und Verhältnismäßigkeit veranschaulicht das folgende Diagramm:



Die auf diese Weise rein wirtschaftlich bestimmte Vorzugsvariante ist nicht zwangsläufig die einzig mögliche Lösung, sondern stellt lediglich den Ausgangspunkt für die Abwägung der verschiedenen Varianten dar. Im vorliegenden Muster weist z.B. die Variante 3 einen nur geringfügig niedrigeren Verhältnismäßigkeitswert gegenüber der Variante 4 auf. Die Effektivität ist deutlich besser, die Effizienz entsprechend schlechter. Im Rahmen der Abwägung muss nun entschieden werden, ob die wirtschaftlichen Nachteile gegenüber der Variante 4 durch Berücksichtigung zusätzlicher, nicht monetärer Kriterien (wie z.B. Vorbelastung, städtebauliche Aspekte, Landschaftsbild, o.ä.) aufgewogen werden können.

Andere Randbedingungen für die Wahl einer Vorzugsvariante können auch analoge Lösungen zu anderen Abschnitten sein. Wenn z.B. in zwei benachbarten Abschnitten bereits OPA als eindeutige Vorzugsvariante ermittelt wurde, könnte OPA auch im aktuellen Abschnitt bevorzugt eingesetzt werden, um häufige Belagswechsel zu vermeiden – oder umgekehrt.

Spalten 15 und 16

Die Spalten 15 und 16 stehen als weitere Entscheidungshilfen zur Verfügung. Spalte 15 enthält die Summe der verbleibenden Schutzfälle einer Variante, Spalte 16 die Kosten pro Schutzfall.

Beispiel: Kosten je Schutzfall: Hier werden die Kosten je eingehaltenem Schutzfall genannt. Kosten die aktiven Maßnahmen z.B. 1.000.000€, und werden 170 Schutzfälle eingehalten, so ergeben sich hieraus Kosten von 5.882€ je Schutzfall.

Nach den Vorgaben des BVerwG erfolgt die Untersuchung der Lärmschutzvarianten ausschließlich innerhalb der aktiven Maßnahmen. Dabei wird sich immer eine Variante als die relativ beste erweisen. Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass die aus dieser Variante resultierenden Kosten absolut betrachtet in einem offensichtlichen Missverhältnis zum Schutzzweck stehen, weil sie z.B. den Verkehrswert des Objektes übersteigen.

Mit dem o.a. Urteil hat das BVerwG verkündet, dass die Relation zwischen Kosten und Nutzen, bei der die Unverhältnismäßigkeit des Aufwandes für aktiven Lärmschutz anzunehmen sei, nach den Umständen des Einzelfalles festzulegen sei. Somit kann keine Bagatellgrenze für die Kosten pro Schutzfall angegeben werden, unterhalb derer auf eine Variantenuntersuchung mit schrittweisen Abschlägen verzichtet

werden kann. 10.000 € pro Schutzfall können in einem Abschnitt verhältnismäßig sein, während 5.000 € pro Schutzfall für Vollschutz in einem anderen Abschnitt dadurch unverhältnismäßig werden, dass mit 4.000 € pro Schutzfall bereits eine Effektivität von 96 % erreicht werden kann.

Basierend auf den gesammelten Erfahrungen wird als oberer Orientierungswert für die Kosten pro Schutzfall ein Betrag von 20.000 € empfohlen. Dieser Betrag stellt keinen absoluten Grenzwert dar. Eine Annäherung oder eine Überschreitung sollten aber zu einer erhöhten Aufmerksamkeit bei der Auswahl einer Vorzugsvariante führen.

Wirtschaftlichste Variante: Die Variante mit dem höchsten Wert in der Spalte Verhältnismäßigkeitswert wird gelb hinterlegt. Diese Variante weist gem. dem Variantenvergleich die beste Bewertung auf.

Diese Variante muss jedoch nicht zwangsläufig die Vorschlagsvariante sein. Es ist ferner zu prüfen, ob nicht eine andere Variante im Sinne des bestmöglichen vertretbaren Schallschutzes für die Anwohner den Vorzug gegeben werden kann. So können die Mehrkosten einer anderen Variante durchaus auch bei einem niedrigeren Verhältnismäßigkeitswert gerechtfertigt sein, wenn sich dadurch entweder die Beurteilungspegel deutlich reduzieren oder die Anzahl der Schutzfälle bei verhältnismäßigen Mehrkosten deutlich abnimmt.

Ermittlung der Einheitspreise für Herstellungskosten

Unterlage 17.2 Anlage 2

lfd.N r.	Bauteil	Menge	EP Neubau	Baustellen- einrichtung	Verkehrs- sicherung	Verwaltungs- kosten	Herstellungs- kosten netto	Mehrwertsteuer	Herstellungs- kosten brutto
		ME	EUR / ME	EUR	EUR	EUR / ME	EUR	EUR	EUR
1	2	3	4	5 = 5% · 4	6	7 = 10% · (4+5+6)	8 = 4+5+6+7	9 = 19% · 8	10 = 8 + 9
1a	OPA	1 m ²	17,00	0,85	0,00	1,79	19,64	3,73	23,37
1b	Gussasphalt	1 m ²	8,30	0,42	0,00	0,88	9,60	1,82	11,42
	Summe								34,79
2	SMA	1 m ²	17,00	0,85	0,00	1,79	19,64	3,73	23,37
	Mehrkosten OPA								11,42
3	Kastenrinnen auf Bauwerken mit OPA	1 m	150,00	7,50	0,00	15,75	173,25	32,92	206,17
4	Lärmschutzwand	1 m ²	400,00	20,00	0,00	42,00	462,00	87,78	549,78*
5	Lärmschutzwall	1 m ³	8,00	0,40	0,00	0,84	9,24	1,76	11,00*

* Entspricht der "Statistik des Lärmschutzes an Bundesfernstraßen 2010"

Es ist stets auf die Aktualität der angesetzten Einheitspreise zu achten.

Alle Angaben sind bezogen auf die örtliche Situation (bzw. Einzelfall) abzustellen.

Ermittlung der Einheitspreise für kapitalisierte Erhaltungskosten E in Anlehnung an die Ablösungsbeträge-Berechnungsverordnung (ABBV)

$$E = \frac{1 + \frac{z}{100} \cdot m \cdot n}{1 + \frac{z}{100}} \cdot K_e + \frac{p}{z} \cdot K_u$$

bei $m = n$
und $z = 4\%$

$$\text{ergibt sich } E = \frac{1,04^n}{1,04^m - 1} \cdot K_e + \frac{p}{4} \cdot K_u = \frac{1}{1,04^m - 1} \cdot K_e + \frac{p}{4} \cdot K_u$$

Ifd. Nr.	Bauteil	m = n		Herstellungskosten (brutto)	Kosten für Abbruch	Ke = Ku (Herst.-Kosten + Abbruch)	1,04 ^m	$\frac{1}{1,04^m - 1}$	$\frac{p}{4}$	$\frac{1}{1,04^m - 1} \cdot K_e$	$\frac{p}{4} \cdot K_u$	E
		Jahre	%									
1	1a	2	3	4	5	6 = 4 + 5	7	8	9	10 = 8 · 6	11 = 9 · 6	12 = 10 + 11
1a	OPA	8	3,0	23,37	2,27	25,64	1,369	2,713	0,750	69,57	19,23	88,80
1b	Gussasphalt	25	1,0	11,42	1,00	12,42	2,666	0,600	0,250	7,46	3,11	10,57
	Summe											99,37
2	SMA	15	1,0	23,37	2,13	25,50	1,801	1,249	0,250	31,84	6,38	38,22
	Mehrkosten OPA											61,15
3	Kastenrinnen auf Bauwerken mit OPA	50	1,0	206,17	20,62	226,79	7,107	0,164	0,250	37,14	56,70	93,84
4	Lärmschutzwand	40	1,0	400,00	40,00	440,00	4,801	0,263	0,250	115,76	110,00	225,76
5	Lärmschutzwall	80	0,0	11,00	1,10	12,10	23,050	0,045	0,000	0,55	0,00	0,55

- E Kapitalisierte Erhaltungskosten
- Ke Erneuerungskosten der baulichen Anlage
- Ku Kosten der baulichen Anlage, die der Ermittlung der kapitalisierten Unterhaltungskosten zugrunde zu legen sind
- z Zinssatz der Kapitalisierung
- m Theoretische Nutzungsdauer der fiktiven baulichen Anlage
- n Restnutzungsdauer: Anzahl der Jahre vom Zeitpunkt der Fälligkeit der Ablösung bis zur nächsten fälligen theoretischen Erneuerung der alten vorhandenen baulichen Anlage
- p Jährliche Unterhaltungskosten der fiktiven baulichen Anlage in Hundertteilen der Kosten Ku

Unterlage 17.2 Anlage 3.1 Bereich Wohngebiet "südlich der Kettlerstraße"; Variantenvergleich gem. der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Nr.	Beschreibung	Variante				Betroffenheiten						Kosten			Bewertung				
		Wandfläche	Wallvolumen	OPA-Fläche	OPA-Brückeneinwässerung	Geschossseiten Tag		Geschossseiten Nacht		Außenwohnbereiche		Herstellungskosten	Erhaltungskosten (kapitalisiert)	Kosten des aktiven Schallschutzes (kapitalisiert)	Effektivität (Anteil Minderung Lärmschutzes (kapitalisiert))	Effizienz (Minderung Lärmschutzes pro Kosten)	Verhältnismäßigkeitswert (effektive Effizienz)	Summe verbleibender Schutzfälle	Kosten pro Schutzfall (kapitalisiert)
		[m ²]	[m ³]	[m ²]	[m]	verbleibende Schutzfälle	Lärmschutzwert	verbleibende Schutzfälle	Lärmschutzwert	verbleibende Schutzfälle	Lärmschutzwert	[EUR]	[EUR]	[EUR]	[%]	[10 ⁻¹]	[-]	[-]	[EUR]
1	2	2a	2b	2c	2d	3	4 = 2 ^{0,1 · (L-40m)}	5	6 = 2 ^{0,1 · (L-40m)}	7	8 = 2 ^{0,1 · (L-40m)}	9	10	11 = 9 + 10	12 = A _{0,0} · Σ L _{0,0}	13 = A _{0,0} · 11	14 = 12 · 13	15 = 3 + 5 + 7	16 = 11 · A _{0,0}
1.0	mit bestehenden Lärmschutz	-	-	-	-	261	340,16	696	967,64	-	-	-	-	-	-	-	-	957	-
1.1	Wand 1.325m x 4,0 bis 12,0m	9.550	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.250.399,00	2.156.008,00	7.406.407,00	100,0	1,8	1,77	-	7.739,19
1.2	Wand 1.325m x 4,0 bis 10,0m	9.200	-	-	-	-	-	3	3,22	-	-	5.057.976,00	2.076.992,00	7.134.968,00	99,8	1,8	1,82	3	7.479,00
1.3a	Wand 1490m x 4,0 bis 8,0m	9.190	-	-	-	-	-	4	4,36	-	-	5.052.478,20	2.074.734,40	7.127.212,60	99,7	1,8	1,82	4	7.478,71
1.3b	Wand 1.325m x 4,0 bis 8,0m	8.360	-	-	-	-	-	9	9,80	-	-	4.596.160,80	1.887.353,60	6.483.514,40	99,3	2,0	1,99	9	6.839,15
1.3c	Wand 1.225m x 4,0 bis 8,0m	7.760	-	-	-	7	7,89	30	36,49	-	-	4.266.292,80	1.751.897,60	6.018.190,40	96,6	2,1	2,03	37	6.541,51
1.4	Wand 1.225m x 4,0 bis 7,0m	7.574	-	-	-	7	7,98	32	39,17	-	-	4.164.033,72	1.709.906,24	5.873.939,96	96,4	2,1	2,07	39	6.398,63
1.5	Wand 1.225m x 4,0 bis 6,0m	6.850	-	-	-	12	13,58	62	74,58	-	-	3.765.993,00	1.546.458,00	5.312.449,00	93,3	2,3	2,14	74	6.016,36
1.6	Wand 1.225m x 4,0 bis 5,0m	5.976	-	-	-	18	20,56	142	167,95	-	-	3.285.485,28	1.349.141,76	4.634.627,04	85,6	2,4	2,07	160	5.815,09
1.7	Wand 1.225m x 4m	4.888	-	-	-	43	49,44	267	323,79	-	-	2.687.324,64	1.103.514,88	3.790.839,52	71,5	2,5	1,76	310	5.859,10

Unterlage 17.2 Anlage 3.2 Bereich Wohngebiet "westlich der Wasserwerkstraße"; Variantenvergleich gem. der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Nr.	Beschreibung	Variante				Betroffenheiten						Kosten			Bewertung				
		Wandfläche	Wallvolumen	OPA-Fläche	OPA-Brückenenentwässerung	Geschossseiten Tag		Geschossseiten Nacht		Außenwohnbereiche		Herstellungskosten	Erhaltungskosten (kapitalisiert)	Kosten des aktiven Schallschutzes (kapitalisiert)	Effektivität (Anteil Minderung Lauthetts-gewicht)	Effizienz (Minderung Lauthetts-gewicht pro Kosten)	Verhältnismäßigkeitswert (effektive Effizienz)	Summe verbleibender Schutzfälle	Kosten pro Schutzfall (kapitalisiert)
		[m ²]	[m ³]	[m ²]	[m]	verbleibende Schutzfälle	Lauthetts-gewicht	verbleibende Schutzfälle	Lauthetts-gewicht	verbleibende Schutzfälle	Lauthetts-gewicht	[EUR]	[EUR]	[EUR]	[%]	[10 ⁻⁴]	[-]	[-]	[EUR]
1	2	2a	2b	2c	2d	3	4 = 2 ^{0,1 · (2+0,00)}	5	6 = 2 ^{0,1 · (2+0,00)}	7	8 = 2 ^{0,1 · (2+0,00)}	9	10	11 = 9 + 10	12 = Δ _{GW} : Δ _{GW}	13 = Δ _{GW} : 11	14 = 12 · 13	15 = 3 + 5 + 7	16 = 11 : Δ _{GW}
2.0	mit bestehenden Lärmschutz	-	-	-	-	110	130,49	336	440,03	-	-	-	-	-	-	-	446	-	
2.1	Wand 655m x 6,0 bis 9,0m	5.540	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.045.781,20	1.250.710,40	4.296.491,60	100,0	1,3	1,33	-	9.633,39
2.3	Wand 655m x 6,0 bis 8,0m	5.040	-	-	-	-	-	4	4,29	-	-	2.770.891,20	1.137.830,40	3.908.721,60	99,2	1,4	1,44	4	8.843,26
2.4	Wand 655m x 7m	4.585	-	-	-	-	-	22	24,20	-	-	2.520.741,30	1.035.109,60	3.555.850,90	95,8	1,5	1,47	22	8.386,44
2.5	Wand 655m x 6m	3.930	-	-	-	1	1,07	96	106,94	-	-	2.160.635,40	887.236,80	3.047.872,20	81,1	1,5	1,23	97	8.733,16
2.6	Wand 655m x 5m	3.275	-	-	-	11	12,10	172	202,22	-	-	1.800.529,50	739.364,00	2.539.893,50	62,4	1,4	0,88	183	9.657,39
2.7	Wand 655m x 4m	2.620	-	-	-	48	54,50	271	334,49	-	-	1.440.423,60	591.491,20	2.031.914,80	31,8	0,9	0,28	319	15.999,33

Unterlage 17.2 Anlage 3.3 Bereich Wohngebiet "Rodstücke"; Variantenvergleich gem. der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Nr.	Beschreibung	Variante				Betroffenheiten						Kosten			Bewertung				
		Wandfläche	Wallvolumen	OPA-Fläche	OPA-Brückenentwässerung	Geschossseiten Tag		Geschossseiten Nacht		Außenwohnbereiche		Herstellungskosten	Erhaltungskosten (kapitalisiert)	Kosten des aktiven Schallschutzes (kapitalisiert)	Effektivität (Anteil Minderung Lautheitsgewicht)	Effizienz (Minderung Lautheitsgewicht pro Kosten)	Verhältnismäßigkeitswert (effektive Effizienz)	Summe verbleibender Schutzfälle	Kosten pro Schutzfall (kapitalisiert)
		[m ²]	[m ³]	[m ²]	[m]	verbleibende Schutzfälle	Lautheitsgewicht	verbleibende Schutzfälle	Lautheitsgewicht	verbleibende Schutzfälle	Lautheitsgewicht	[EUR]	[EUR]	[EUR]	[%]	[10 ⁻⁴]	[-]	[-]	[EUR]
1	2	2a	2b	2c	2d	3	4 = 2 ^{5,1} · (L+H/D)	5	6 = 2 ^{5,1} · (L+H/D)	7	8 = 2 ^{5,1} · (L+H/D)	9	10	11 = 9 + 10	12 = A _{0,0w} · T _{0,0w}	13 = Δ _{0,0w} · 11	14 = 12 · 13	15 = 3 + 5 + 7	16 = 11 · Δ _{0,0w}
3.0	mit bestehenden Lärmschutz	-	-	-	-	23	25,93	130	159,53	-	-	-	-	-	-	-	-	153	-
3.1	Wand 455m x 5,5m bis 8,0m	3.300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.814.274,00	745.008,00	2.559.282,00	100,0	0,7	0,72	-	16.727,33
3.3	Wand 375m x 7,5m bis 8,0m	2.860	-	-	-	-	-	12	13,48	-	-	1.572.370,80	645.673,60	2.218.044,40	92,7	0,8	0,72	12	15.730,81
3.4	Wand 375m x 7m	2.625	-	-	-	-	-	18	20,31	-	-	1.443.172,50	592.620,00	2.035.792,50	89,0	0,8	0,72	18	15.079,94
3.5	Wand 375m x 6m	2.250	-	-	-	-	-	29	33,00	-	-	1.237.005,00	507.960,00	1.744.965,00	82,2	0,9	0,72	29	14.072,30
3.6	Wand 375m x 5m	1.875	-	-	-	1	1,07	53	60,57	-	-	1.030.837,50	423.300,00	1.454.137,50	66,8	0,9	0,57	54	14.688,26
3.7	Wand 375m x 4m	1.500	-	-	-	6	6,74	97	113,57	-	-	824.670,00	338.640,00	1.163.310,00	35,1	0,6	0,20	103	23.266,20

Unterlage 17.2 Anlage 3.4 Bereich Wohngebiet "Bubenlache"; Variantenvergleich gem. der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Nr.	Beschreibung	Variante				Betroffenheiten						Kosten			Bewertung				
		Wandfläche [m ²]	Wailvolumen [m ³]	OPA-Fläche [m ²]	OPA- Brückenent- wässerung [m]	Geschossseiten Tag		Geschossseiten Nacht		Außenwohnbereiche		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 (effektive Effizienz) [-]	Summe verbleibender Schutzfälle [-]	Kosten pro Schutzfall (kapitalisiert) [EUR]
						verbleibende Schutzfälle	Lautheits- gewicht <small>4 = 2^{0,1 · (L-40dB)}</small>	verbleibende Schutzfälle	Lautheits- gewicht <small>6 = 2^{0,1 · (L-40dB)}</small>	verbleibende Schutzfälle	Lautheits- gewicht <small>8 = 2^{0,1 · (L-40dB)}</small>								
1	2	2a	2b	2c	2d	3	4	5	6	7	8	9	10	11 = 9 + 10	12 = $\Delta_{L,OW} : \Sigma_{L,OW}$	13 = $\Delta_{L,OW} : 11$	14 = 12 · 13	15 = 3 + 5 + 7	16 = 11 : $\Delta_{L,OW}$
4.0	mit bestehenden Lärmschutz	-	-	-	-	3	3,53	118	137,98	-	-	-	-	-	-	-	-	121	-
4.1	Vollschutz 530m bis 10m+Schleuset	3.940	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.166.133,20	889.494,40	3.055.627,60	100,0	0,5	0,46	-	25.253,12
4.2	Wand 530m von 5,0 bis 10,0m	3.740	-	-	-	-	-	1	1,07	-	-	2.056.177,20	844.342,40	2.900.519,60	99,2	0,5	0,48	1	24.171,00
4.3	Wand 530m von 5,0 bis 8,0m	3.460	-	-	-	-	-	2	2,14	-	-	1.902.238,80	781.129,60	2.683.368,40	98,5	0,5	0,53	2	22.549,31
4.4	Wand 530m von 5,0 bis 7,0m	3.320	-	-	-	-	-	6	6,58	-	-	1.825.269,60	749.523,20	2.574.792,80	95,4	0,5	0,50	6	22.389,50
4.5	Wand 530m von 5,0 bis 6,0m	3.050	-	-	-	-	-	9	9,96	-	-	1.676.829,00	688.568,00	2.365.397,00	93,0	0,6	0,52	9	21.119,62
4.6	Wand 496x 3,0 bis 5,0m	2.446	-	-	-	2	2,14	30	33,87	-	-	1.344.761,88	552.208,96	1.896.970,84	74,6	0,6	0,41	32	21.314,28
4.7	Wand 462x4m	1.848	-	-	-	2	2,48	55	63,65	-	-	1.015.993,44	417.204,48	1.433.197,92	53,3	0,5	0,28	57	22.393,72

Unterlage 17.2 Anlage 3.5 Bereich Ortsteil Riedrode; Variantenvergleich gem. der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Nr.	Beschreibung	Variante				Betroffenheiten						Kosten			Bewertung				
		Wandfläche	Wailvolumen	OPA-Fläche	OPA-Brückenentwässerung	Geschossseiten Tag		Geschossseiten Nacht		Außenwohnbereiche		Herstellungskosten	Erhaltungskosten (kapitalisiert)	Kosten des aktiven Schallschutzes (kapitalisiert)	Effektivität (Anteil Minderung Lautheitsgewicht)	Effizienz (Minderung Lautheitsgewicht pro Kosten)	Verhältnismäßigkeitswert (effektive Effizienz)	Summe verbleibender Schutzfälle	Kosten pro Schutzfall (kapitalisiert)
		[m ²]	[m ³]	[m ²]	[m]	verbleibende Schutzfälle	Lautheitsgewicht	verbleibende Schutzfälle	Lautheitsgewicht	verbleibende Schutzfälle	Lautheitsgewicht	[EUR]	[EUR]	[EUR]	[%]	[10 ⁻⁴]	[-]	[-]	[EUR]
1	2	2a	2b	2c	2d	3	4 = 2 ^{0,1 · (L-HDR)}	5	6 = 2 ^{0,1 · (L-HDR)}	7	8 = 2 ^{0,1 · (L-HDR)}	9	10	11 = 9 + 10	12 = A _{0w} · I _{L0w}	13 = A _{0w} · 11	14 = 12 · 13	15 = 3 + 5 + 7	16 = 11 · A _{0f}
5.0	Ohne aktiven Lärmschutz	-	-	-	-	151	176,03	405	531,84	-	-	-	-	-	-	-	-	556	-
5.4	Wand 748m 4,0 bis 7,0m höhe	4.395	-	-	-	-	-	1	1,07	-	-	2.416.283,10	992.215,20	3.408.498,30	99,8	2,1	2,07	1	6.141,44
5.5	Wand 748m 4,0 bis 6,0m höhe	4.136	-	-	-	-	-	12	13,02	-	-	2.273.890,08	933.743,36	3.207.633,44	98,2	2,2	2,13	12	5.898,39
5.6	Wand 748m 4,0 bis 5,0m höhe	3.691	-	-	-	-	-	44	48,33	-	-	2.029.237,98	833.280,16	2.862.518,14	93,2	2,3	2,15	44	5.590,86
5.7	Wand 748x4m	2.992	-	-	-	1	1,07	156	173,72	-	-	1.644.941,76	675.473,92	2.320.415,68	75,3	2,3	1,73	157	5.815,58

Unterlage 17.2 Anlage 3.6 Vergleich Varianten nur Lärmschutzwände mit Varianten Lärmschutzwände mit OPA Fahrbelag im Bereich 1 bis 4; Variantenvergleich gem. der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Nr.	Beschreibung	Variante				Betroffenheiten						Kosten			Bewertung				
		Wandfläche [m ²]	Wallvolumen [m ³]	OPA-Fläche [m ²]	OPA-zusätzliche Entwässerungskosten [m]	Geschossseiten Tag		Geschossseiten Nacht		Außenwohnbereiche		Herstellungskosten [EUR]	Erhaltungskosten (kapitalisiert) [EUR]	Kosten des aktiven Schallschutzes (kapitalisiert) [EUR]	Effektivität (Anteil Minderung Lautheits- gewicht) [%]	Effizienz (Minderung Lautheits- gewicht pro Kosten) [10 ⁻¹]	Verhältnis- mäßigkeit (effektive Effizienz) [-]	Summe verbleibende r Schutzfälle [-]	Kosten pro Schutzfall (kapitalisiert) [EUR]
						verbleibende Schutzfälle	Lautheits-gewicht $4 = 2^{0,1 \cdot (L_{eq} - H_{lim})}$	verbleibende Schutzfälle	Lautheits-gewicht $6 = 2^{0,1 \cdot (L_{eq} - H_{lim})}$	verbleibende Schutzfälle	Lautheits-gewicht $8 = 2^{0,1 \cdot (L_{eq} - H_{lim})}$								
1	2	2a	2b	2c	2d	3	4	5	6	7	8	9	10	11 = 9 + 10	12 = $A_{0,0w} \cdot \xi_{0,0w}$	13 = $A_{0,0w} \cdot 11$	14 = 12 · 13	15 = 3 + 5 + 7	16 = 11 : $A_{0,0w}$
6.0	mit bestehenden Lärmschutz	-	-	-	-	397	500,11	1.280	1.705,18	-	-	-	-	-	-	-	-	1.677	-
6.1	Vollschutz Wände bis 12m Höhe	22.450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.342.561,00	5.068.312,00	17.410.873,00	100,0	1,3	1,27	-	10.382,15
6.2	Lärmschutzwände bis 10,0m Höhe	22.100	-	-	-	-	-	3	3,22	-	-	12.150.138,00	4.989.296,00	17.139.434,00	99,9	1,3	1,28	3	10.238,61
6.3	Lärmschutzwände bis 8,0m Höhe	20.250	-	-	-	-	-	15	16,23	-	-	11.133.045,00	4.571.640,00	15.704.685,00	99,3	1,4	1,38	15	9.449,27
6.8	OPA + Wände bis 10m Höhe+Verf.	18.550	-	38.000	1.900	-	-	-	-	-	-	11.024.102,00	6.675.024,00	17.699.126,00	100,0	1,2	1,25	-	10.554,04
6.9	OPA + Wände bis 8,0m Höhe+Verf.	18.050	-	38.000	1.900	-	-	2	2,22	-	-	10.749.212,00	6.562.144,00	17.311.356,00	99,9	1,3	1,27	2	10.335,14
6.10	OPA + Wände bis 7,0m Höhe+Verf.	17.560	-	38.000	1.900	-	-	7	7,58	-	-	10.479.819,80	6.451.521,60	16.931.341,40	99,7	1,3	1,29	7	10.138,53
6.11	OPA + Wände bis 6,0m Höhe+Verf.	16.490	-	38.000	1.900	-	-	20	22,13	-	-	9.891.555,20	6.209.958,40	16.101.513,60	99,0	1,4	1,34	20	9.717,27
6.12	OPA + Wände bis 6,0m Höhe	15.740	-	38.000	1.900	1	1,07	28	32,02	-	-	9.479.220,20	6.040.638,40	15.519.858,60	98,5	1,4	1,38	29	9.417,39