Schalltechnische Untersuchung über zusätzliche Maßnahmen zur Lärmminderung im Bereich der Stolzenauer Straße in Bremen

Bericht Nr. 250-5443-09

im Auftrag der

DB Netz AG I.NVS 4 60486 Frankfurt am Main

Augsburg, im Oktober 2018



Schalltechnische Untersuchung über zusätzliche Maßnahmen zur Lärmminderung im Bereich der Stolzenauer Straße in Bremen

Bericht-Nr.: 250-5443-09

Datum: 29.10.2018

Auftraggeber: DB Netz AG

I.NVS 4

Theodor-Heuss-Allee 5-7 60486 Frankfurt am Main

Auftragnehmer: Möhler + Partner Ingenieure AG

Beratung in Schallschutz + Bauphysik

Prinzstraße 49 D-86153 Augsburg

T + 49 821 4554 97 – 0 F + 49 821 4554 97 – 29

www.mopa.de info@mopa.de

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Roozbeh Karimi

Dipl.-Geogr. Andrea Höcker Dipl.-Ing. Manfred Liepert

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Sämtliche Personen- und Mandatsbezeichnungen gelten für beiderlei Geschlecht

Inhaltsverzeichnis

1. Aufgabenstellung	10
2. Abkürzungen	11
3. Örtliche Gegebenheiten	12
4. Grundlagen	13
4.1 Methodik	13
4.2 Verkehrsmengen	14
4.3 Erhebung der Ausgangssituation	15
4.4 Schallschutzmaßnahmen	
4.4.1 Schallschutzmaßnahmen am Schienensteg – Schienenstegdämpfer (SSD)	
4.4.2 Schallschutzmaßnahmen am Ausbreitungsweg - Schallschutzwand (SSW)	16
5. Akustische Berechnungen	17
5.1 Grundlagen des Berechnungsverfahrens	17
5.1.1 Immissionspunkte an Gebäudefassaden	
5.1.2 Zuordnung der Einwohnerzahlen zu Gebäuden	
5.1.3 Pegelentlastung der Einwohner	
5.2 Schallemissionsberechnungen	
5.3 Berechnungsmodell	
5.3.1 Grundmodell mit bestehenden Schallschutzmaßnahmen	
5.3.2 Recheneinstellungen5.3.3 Vorgehensweise bei den Variantenberechnungen	
5.3.3.1 Varianten der 2 m hohen Schallschutzwand mit Schienenstegdämpfern	
5.3.3.1.1 Zusatzvariante Schallschutzwand 2-3 m an der Strecke 1400	
5.3.3.2 Kombination der 2-m-Schallschutzwand (Strecke 1400) mit Mittelwandvarianten	27
5.3.3.3 Kombination der 2-m-Wand (Strecke 1400) mit Mittelwand und Schienenstegdämpfern	
5.3.3.4 Variante der 3 m hohen Schallschutzwand mit Schienenstegdämpfern	29
6. Bewertungsmodell für die Schallschutzmaßnahmen in Bezug auf Wirksamkeit und Kosten	31
6.1 Kostenansätze für die Bewertung von Schallschutzmaßnahmen	31
6.2 Bewertung nach dem Nutzen-Kosten-Verhältnis NKV	31
7. Bewertung der Schallschutzmaßnahmen	33
7.1 Berechnung des Nutzen-Kosten-Verhältnisses NKV	33
7.2 Verhältnismäßigkeit der Schallschutzmaßnahmen, Förderfähigkeit und Kostenansatz	33
7.3 Nutzen-Kosten-Verhältnis der untersuchten Schallschutzmaßnahmenvarianten	33
8. Passiver Schallschutz	36
8.1 Vorzugsvariante: 3-m-Schallschutzwand an der Strecke 1400 + SSD an der Strecke 1740	36
9 Anlagen	30

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Untersuchungsgebiet (Quelle: Openstreetmap) mit Streckennummern1	12
Abbildung 2: Lage der Rechengebiete (Umgriffe); in rot ist die Lage der Gebäude Stolzenauer Straf	
Abbildung 3: Schienenstegdämpfer1	16
Abbildung 4: Streckenübersichtsplan1	18
Abbildung 5: Bremen – Stolzenauer Straße 4 bis 24, Gebäudelärmkarte – Nacht – Prognose 202 - Bestand ohne Maßnahme2	
Abbildung 6: Bremen – Stolzenauer Straße 4 bis 24, Gebäudelärmkarte – Nacht – Prognose 202 - Maßnahme – Lückenschluss mit 2 m Höhe2	
Abbildung 7: Bremen – Stolzenauer Straße 4 bis 24, Gebäudelärmkarte – Nacht – Prognose 202 - Maßnahme – Lückenschluss mit 3 m Höhe2	
Abbildung 8: Stolzenauer Straße 18, Erdgeschoss mit Garagen2	24
Abbildung 9: Lückenschluss h = 2 m an vorhandene Schallschutzwand anschließend Schienenstegdämpfer an der Strecke 17402	
Abbildung 10: Lage der Mittelschallschutzwände2	28

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Abkürzungen und (Tabellen-)Bezeichnungen11
Tabelle 2: Verkehrsmengen, Streckenabschnitt Bremen – entlang Stolzenauer Straße von Friedrich- Karl-Straße bis Frauenburger Weg14
Tabelle 3: Pegel der längenbezogenen Schallleistung L _{WA} der Strecken im Untersuchungsabschnitt für den Zustand Prognose 2025 in [dB(A)]19
Tabelle 4: Brücken und deren Kategorisierung im Bereich der Baumaßnahme20
Tabelle 5: Betroffenheitsänderung durch Schallschutzwandvarianten für den Zeitraum L _{rN} 22
Tabelle 6: Variantenvergleich der 3-m-Wand-Variante an der Strecke 1400 mit der 2-m-Wand-Variante an der 1400- Strecke plus Schienenstegdämpfer auf der Strecke 1740 bzw. noch zusätzlich auf der Strecke 2200 (Betroffenheitsänderung)
Tabelle 7: Zusatzvariante Schallschutzwand 2-3 m an der Strecke 1400 (Betroffenheitsänderung)
Tabelle 8: Kombination 2-m-Wand (südl. Lückenschluss) mit Schienenstegdämpfern auf den Strecken 1400 und 174027
Tabelle 9: Varianten der 2-m-Wand an der Strecke 1400 mit Schienenstegdämpfern und Mittelwänden (Betroffenheitsänderung)
Tabelle 10: 2-m-Schallschutzwand an der Strecke 1400 mit Vorzugsmittelwandvariante an der Strecke 1740 und Schienenstegdämpfern auf der Strecke 174029
Tabelle 11: Nachts von höheren Lärmpegeln als LrN = 50 / 55 / 57 / 60 dB(A) betroffene Einwohner – Vergleich SSW 3m mit SSW 3m + SSD 174029
Tabelle 12: Kostenansatz für die Bewertung von Schallschutzmaßnahmen31
Tabelle 13: Maßnahmenübersicht (2-12) mit Nutzen-/ Kostenverhältnis-Kennwert NKV 5734
Tabelle 14: Maßnahmenübersicht (13-22) mit Nutzen-/ Kostenverhältnis-Kennwert NKV 5734
Tabelle 15: Vorzugsvariante 3-m-Schallschutzwand entlang der Strecke 1401 von km 1,935 bis km 2,780 über eine Länge von 845 m + Schienenstegdämpfer an der Strecke 1740 von km 119,126 bis km 119,381 über eine Länge von 255 m

Grundlagenverzeichnis

- [1] Richtlinie zur Förderung von Maßnahmen zur Lärmsanierung an bestehenden Schienenwegen der Eisenbahnen des Bundes; Berlin, den 7. Mai 2014; Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Referat LA 18; LA 18.5185.7/10-2051609
- [2] Deutsche Bahn AG; Innovative Maßnahmen zum Lärm- und Erschütterungsschutz am Fahrweg Schlussbericht vom 15.06.2012; www.dbnetze.com/konjunktuprogramm2-laerm
- [3] Berechnung des Beurteilungspegels für Schienenwege, Schall 03 [2014], Stand 18.12.2014
- [4] Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm VBEB vom 9. Februar 2007 (Bekanntmachung der Vorläufigen Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm-VBEB im Bundesanzeiger vom 20. April 2007; S. 4.137)
- [5] SoundPLAN GmbH, SoundPLAN 7.4, Stand 15.10.2015, PC-Programm zur Schallimmissionsprognose. Das Programm ist geprüft auf Konformität gemäß den QSI-Formblättern zu DIN 45687, DIN ISO 9613-2, RLS 90:1990 und enthält die Schall 03, Stand 18.12.2014
- [6] Vierunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetztes (Verordnung über die Lärmkartierung 34. BlmSchV) vom 6. März 2006, Bundesgesetzblatt Jahrgang 2006 Teil I Nr. 12, ausgegeben zu Bonn am 15. März 2006
- [7] DIN ISO 9613-2: Akustik D\u00e4mpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren (ISO 9613-2:1996), Beuth-Verlag, Oktober 1999
- [8] LAI, Bund/Länderarbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz, Hinweise zur Lärmkartierung in der Fassung des Beschlusses der 121. Sitzung der LAI vom 2. bis 3. März 2011
- [9] WHO-Leitlinien für die Europäische Region gegen Nachtlärm, 2009
- [10] Maßnahmen zur Lärmsanierung an bestehenden Schienenwegen der Eisenbahnen des Bundes, Gesamtkonzept der Lärmsanierung, Stand März 2013; Az: LA 18/5185.7/20
- [11] Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes VLärm-SchR 97 - Stand: 27. Mai 1997
- [12] Akustischer Fahrflächenzustand im Netz Der DB Netz AG, Vortrag im Rahmen der Veranstaltung Bahnakustik - Infrastruktur, Fahrzeuge, Betrieb, Rothämel/Schröder/Koch, München, November 2014
- [13] Machbarkeitsuntersuchung über zusätzliche Maßnahmen zur Lärmminderung an der Infrastruktur der Bahnstrecken im Mittelrheintal Schlussbericht, Wölfel GmbH, Höchberg, 04.09.2014
- [14] Machbarkeitsuntersuchung über zusätzliche Maßnahmen zur Lärmminderung an der Infrastruktur der Bahnstrecken im Inntal Schlussbericht, Möhler + Partner Ingenieure AG, München, 12.09.2017

- [15] Sonderprogramm Lärmschutz Schiene zur Finanzierung von Einzelmaßnahmen zum Lärmschutz an Schienenwegen des Bundes im Rahmen des Infrastrukturbeschleunigungsprogramms II (IBP II), Schlussbericht, DB Netz AG, Frankfurt a. M., Dezember 2015
- [16] Telefonkonferenz mit Auftraggeber zu den Kosten von Lärmschutzwänden, 18.08.2017
- [17] Umwelt-Leitfaden zur eisenbahnrechtlichen Planfeststellung und Plangenehmigung sowie für Magnetschwebebahnen, Teil VI Schutz vor Schallimmissionen aus Schienenverkehr. Eisenbahn-Bundesamt, Fachstelle Umwelt, Dezember 2012
- [18] Elftes Gesetz zur Änderung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (11. BlmSchGÄndG) vom 02. Juli 2013 (BGBI. I S. 1943)
- [19] SoundPLAN GmbH, SoundPLAN 8.0, Stand 25.04.2018, PC-Programm zur Schallimmissionsprognose. Das Programm ist geprüft auf Konformität gemäß den QSI-Formblättern zu DIN 45687, DIN ISO 9613-2, RLS 90:1990 und enthält die Schall 03, Stand 18.12.2014

Vorwort

Die vorliegende schalltechnische Untersuchung ist die finalisierte Fassung, in die die konstruktiven Anregungen und Fragen der Anwohner der Stolzenauer Straße eingeflossen sind. Eine vorhergehende Entwurfsversion ist vorab den Bürgern im Rahmen der Öffentlichkeitsveranstaltung am 15. August 2018 in Bremen zur Kenntnis und Diskussion gegeben worden. Im Zuge der Überarbeitung wurde eine aktualisierte Gebäudesituation für die Betroffenenanalyse verwendet. Ergänzungen und redaktionelle Anpassungen, die aufgrund der aufmerksamen Hinterfragung der Bürger vorgenommen werden konnten, sowie erforderliche Korrekturen der Parameter bei der NKV-Ermittlung gingen ebenfalls in die Aktualisierung ein. Im Zusammenhang mit der öffentlichen Präsentation wurde festgestellt, dass im unmittelbaren östlichen Anschluss an das Untersuchungsgebiet ein Gebäude unmittelbar an den Gleisanlagen existiert, das derzeit als Unterkunft für Flüchtlinge genutzt wird. Da nach Auskunft des Bremer Senats eine langfristige Nutzung - z. B. als Studentenwohnheim – geplant ist, wird empfohlen, dieses Gebäude in die geplanten Schutzmaßnahmen einzubeziehen.

Zusammenfassung

Im Bereich der Stolzenauer Straße in Bremen fühlen sich die Anwohner trotz bereits umgesetzter Lärmsanierungsmaßnahmen stark von Lärm belastet. Daher sollen weitere Lärmschutzmaßnahmen im Rahmen der vorliegenden schalltechnischen Untersuchung auf ihre Wirksamkeit untersucht werden. Der Stichtag für die freiwillige Lärmsanierung (01.04.1974) bleibt unberücksichtigt. Es finden alle Gebäude Berücksichtigung. Dies gilt auch für die passiv lärmsanierten Gebäude. Als Gebietsnutzung wurde eine Einstufung als Wohngebiet vorgenommen.

Untersucht werden Schallschutzwandvarianten mit Höhen von 2 m und 3 m entlang der südlichen Gleistrasse mit Anschluss an die im Westen bereits vorhandene Schallschutzwand. Hier soll als freiwillige Lärmsanierungsmaßnahme ein Lückenschluss hergestellt werden.

Unter Berücksichtigung städtebaulicher Kriterien und des Anschlusses an die vorhandene 2 m hohe Schallschutzwand wird überprüft, ob die Wirkung einer 3 m hohen Schallschutzwand ebenso mit einer 2-m-Wand in Verbindung mit weiteren Maßnahmen des aktiven Schallschutzes erzielt werden kann, damit es für die direkten Anwohner zu einer geringeren visuellen Einschränkung kommt. Denn die geplante Schallschutzwand liegt oberhalb einer Böschung und erscheint damit vom Erdgeschossniveau aus betrachtet umso höher. Die schalltechnische Untersuchung analysiert daher zunächst die Wirksamkeit von Schienenstegdämpfern auf verschiedenen Strecken sowie Mittelwandvarianten in Verbindung mit einer 2 m hohen Lückenschlusswand. Hierbei stellt sich im iterativen Verfahren im Pegelbereich über 60 dB(A) nachts eine Kombination der 2 m hohen Schallschutzwand mit einer Mittelschallschutzwand und Schienenstegdämpfern auf der Strecke 1740 als die wirkungsvollste Maßnahme für die von den höchsten Lärmpegeln Betroffenen des Nahbereichs heraus.

Großräumig betrachtet kann eine 3-m-Wand jedoch deutlich mehr Betroffene entlasten. Zur Verbesserung im Nahbereich an der Stolzenauer Straße wurde die Maßnahme der 3-m-Wand mit Schienenstegdämpfern auf der Strecke 1740 ergänzt. So konnte die Wirksamkeit auch hier deutlich gesteigert werden. Die Akzeptanz einer 3 m hohen Wand durch die Anwohner scheint gegeben, wie sich im Rahmen einer Öffentlichkeitsveranstaltung mit den Betroffenen herausstellte.

Diese Maßnahmenvariante weist zugleich das beste Nutzen-Kosten-Verhältnis (NKV) auf, welches ausschlaggebend für die Förderfähigkeit ist. Die Berechnung des Nutzen-/ Kostenverhältnis-Kennwerts NKV 57, der einen höheren Wert als 1,0 aufweisen muss, belegt die Zuwendungsfähigkeit der Maßnahme.

Trotz der teilweise deutlichen Senkung der Beurteilungspegel durch den aktiven Schallschutz mit 3-m-Wand und Schienenstegdämpfern verbleibt aufgrund der hohen Ausgangspegel noch eine große Anzahl an Gebäuden, die förderfähigen passiven Schallschutz erhalten können. Aufgrund der mit dem Bundeshaushaltsgesetz 2016 um 3 dB(A) abgesenkten Auslösewerte der Lärmsanierung ist hier ein nächtlicher Auslösewert von 57 dB(A) maßgeblich.

Festzuhalten ist, dass als Vorzugsvariante aus dieser Untersuchung die 3 m hohe Schallschutzwand kombiniert mit Schienenstegdämpfern auf der Strecke 1740 hervorgeht. Die Schallschutzwand soll als Lückenschluss zur bestehenden 2 m hohen Schallschutzwand im Bereich der Überführung Friedrich-Karl-Straße mit einer Länge von 845 m ausgeführt werden. Die Schienenstegdämpfer werden von der Überführung Stader Straße über eine Länge von 255 m in östliche Richtung geführt.

1. Aufgabenstellung

Im Rahmen des Lärmsanierungsprogramms des Bundes werden entsprechend der "Richtlinie zur Förderung von Maßnahmen der Lärmsanierung an bestehenden Schienenwegen der Eisenbahnen des Bundes" [1] Schallschutzmaßnahmen umgesetzt. Auch in Bremen wurden bereits innerhalb des Programms aktive und passive Schallschutzmaßnahmen realisiert. Daher gibt es beidseitig entlang der Bahnstrecke westlich der Stolzenauer Straße eine 2-m-hohe Schallschutzwand, die östlich der Überführung über die Friedrich-Karl-Straße endet. Im Bereich Stolzenauer Straße wurden Schallschutzfenster gefördert.

Die bisher realisierten Lärmsanierungsmaßnahmen werden von Anwohnern im Bereich der Stolzenauer Straße als nicht ausreichend bewertet. Nach den Förderrichtlinien sind Baugebiete von Maßnahmen nach dem freiwilligen Lärmsanierungsprogramm des Bundes ausgenommen, wenn der Bebauungsplan, in dessen Geltungsbereich die bauliche Anlage errichtet wurde, nach dem
01.04.1974, also nach dem Inkrafttreten des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, rechtsverbindlich
wurde oder in Gebieten ohne Bebauungsplan Gebäude nach diesem Stichtag errichtet wurden. Die
vorliegende schalltechnische Untersuchung umfasst dagegen sämtliche Gebäude unabhängig von
diesem Stichtag. Dies gilt auch für die passiv lärmsanierten Gebäude.

In der schalltechnischen Untersuchung sollen über die bisher schon durchgeführten Schallschutzmaßnahmen hinaus weitere Schallschutzmaßnahmen untersucht und bewertet werden. Sowohl herkömmliche Schallschutzwände als auch innovative Schallschutzmaßnahmen an der Quelle und auf dem quellennahen Ausbreitungsweg sind zu untersuchen. Zusätzlich ist zu erfassen, wieviel zuwendungsfähige Fälle für Maßnahmen des passiven Schallschutzes (nachts > 57 dB(A)) verbleiben. Nicht Inhalt der Untersuchung sind betriebliche Schallschutzmaßnahmen (z. B. Geschwindigkeitsreduzierungen und Trassenänderungen) und zusätzliche fahrzeugseitige Schallschutzmaßnahmen. Erschütterungsimmissionen wurden in der vorliegenden schalltechnischen Untersuchung ebenfalls ausgenommen, da sich die dafür notwendigen Erhebungs- und Beurteilungsmethoden grundsätzlich von den Verfahren zum Schallschutz unterscheiden.

In dem der Untersuchung zugrunde gelegten Verkehrsmengenszenario für das Prognosejahr 2025 wurde ein Umrüstungsgrad der Bestandsgüterwagen von 80% gemäß Schall 03 [3] auf lärmmindernde Verbundstoffbremssohlen berücksichtigt. Für die Berechnungen wurde ein digitales 3D-Modell aus den Gelände-, Gebäude- und Infrastrukturdaten erstellt. Dabei wurde die in der Verkehrslärmschutzverordnung (16. BlmSchV) mit Wirkung vom 01.01.2015 festgelegte Berechnungsvorschrift Schall 03 [3] berücksichtigt.

Die Bewertung und Priorisierung der Schallschutzmaßnahmen erfolgt auf Basis von Schallimmissionsberechnungen und eines Bewertungsmodells, das Wirksamkeit und Kosten einbezieht. Das Bewertungsmodell wurde im Rahmen der Machbarkeitsuntersuchung Mittelrheintal [13] entwickelt und festgelegt.

Im Fokus dieser schalltechnischen Untersuchung steht die Bebauung Stolzenauer Straße 4-24. Es sollen jedoch mit einem Lückenschluss zur vorhandenen Schallschutzwand (Bereich Friedrich-Karl-Straße) weitere Anwohner von der Lärmschutzmaßnahme profitieren. Daher wird die Wirkung der Schallschutzmaßnahmen nicht nur für das eigentliche Untersuchungsgebiet überprüft, sondern dar-über hinaus - zur Berücksichtigung des Lückenschlusses – zusätzlich für ein größeres Untersuchungsgebiet nachgewiesen.

2. Abkürzungen

Tabelle 1: Abkürzungen und (Tabellen-)Bezeichnungen				
Abkürzung	Bedeutung			
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur			
dB(A)	Dezibel mit Frequenzbewertung A			
L _{eq.}	Energetischer Mittelungspegel			
MSSW	Mittelschallschutzwand			
MU	Machbarkeitsuntersuchung			
NKV	Nutzen-Kosten-Verhältnis			
GZ	Schienengüterverkehr			
SOK	Schienenoberkante			
FV	Schienenpersonenfernverkehr			
RV	Schienenpersonennahverkehr			
SSD	Schienenstegdämpfer			
SSW	Schallschutzwand			

3. Örtliche Gegebenheiten

Die Untersuchung beschäftigt sich mit der akustischen Situation im Bereich der Stolzenauer Straße in Bremen. Nördlich der Stolzenauer Straße verlaufen die Bahnstrecken 1400, 1740 und 2200. Westlich auf der Höhe des Gebäudes Pagentorner Heimweg 3 endet eine bestehende 2 m hohe Schallschutzwand südlich der Bahn. Anschließend an das östliche Ende dieser Bestandswand folgt eine nach Osten hin immer dichter werdende Bebauung. Im Bereich der Stader Str. 119 / Stolzenauer Str. 4 bis 24 befindet sich die Wohnbebauung unmittelbar an der Schiene. In diesem Bereich kommt es zu Verzweigungen der genannten Bahnstrecken, die die Gesamtbreite der Gleisanlagen von ca. 30 m auf über 65 m wachsen lässt. Weiterhin sollte beachtet werden, dass die verschiedenen Bahnstrecken auf unterschiedlichen Höhenniveaus liegen.

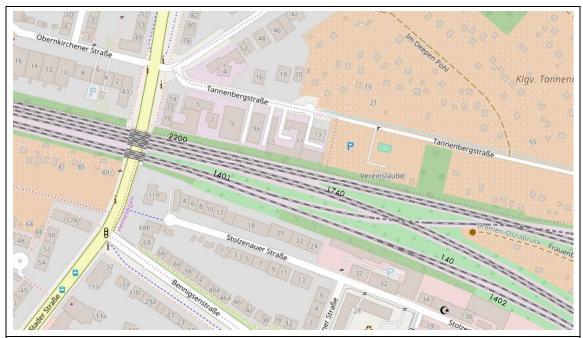


Abbildung 1: Untersuchungsgebiet (Quelle: Openstreetmap) mit Streckennummern

4. Grundlagen

4.1 Methodik

In Bremen im Bereich der Stolzenauer Straße 4 – 24 waren zum Schutz der angrenzenden Wohnbebauung entlang der Bahnstrecke 1740, bzw. 1400 Schallschutzvarianten zu untersuchen. In diesem Bereich gab es seitens der Anwohner Beschwerden über den Bahnlärm, die den Anlass für die vorliegende schalltechnische Untersuchung gaben.

Bei der schalltechnischen Untersuchung sollte sowohl die Wirksamkeit von Schallschutzmaßnahmen auf den Kernbereich um die an der Strecke liegende Wohnbebauung der Stolzenauer Straße berechnet werden, als auch die Wirksamkeit auf den größeren Umgriff ab dem östlichen Ende der bestehenden Schallschutzwand. Denn die DB Netz AG erachtet es als sinnvoll, wenn Maßnahmen realisiert werden, zeitgleich die Lücke zur vorhandenen Schallschutzwand zu schließen, um bei nachgewiesener Förderfähigkeit gegebenenfalls noch weitere Anwohner von Lärm zu entlasten.

Es wurden daher in der vorliegenden Untersuchung sukzessive Maßnahmenvarianten mit einer iterativen Vorgehensweise entwickelt und für beide Untersuchungsräume dargestellt.

Die Wirksamkeit der Maßnahmen um die Stolzenauer Straße 4 – 24 wurde in einem kleinen Rechengebiet berechnet, das etwa von Bahn-km 1,95 bis km 2,20 über eine Länge von ca. 250 m reicht. Nach Süden umfasst es die nördliche Häuserzeile der Bennigsenstraße; nach Norden bezieht es die Gleisanlage als Schallquelle komplett ein. Westlich und östlich begrenzt wird das kleine Rechengebiet von Stader Straße und Petershagener Straße.

Das "große Rechengebiet" umfasst einen mindestens 200 m breiten Streifen beiderseits der Trasse von der Überführung über die Friedrich-Karl-Straße bis zum Frauenburger Weg. Es reicht etwa von Bahn-km 1,57 bis km 2,94 mit einer Länge von ca. 1370 m.

Im Folgenden werden der Einfachheit halber die Begriffe "kleines Rechengebiet" und "großes Rechengebiet für die beiden Untersuchungsräume verwendet.

Die nachfolgende Abbildung stellt die Lage der beiden Umgriffe (grün) dar:

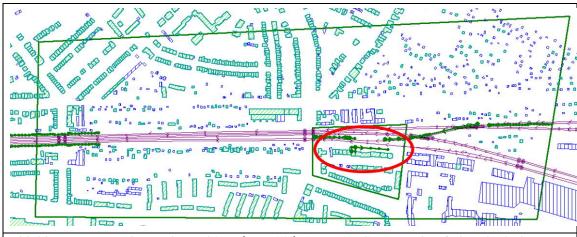


Abbildung 2: Lage der Rechengebiete (Umgriffe); in rot ist die Lage der Gebäude Stolzenauer Straße 4-24 zu erkennen

Bericht 250-5443-09

Ausgangsparameter war die Einstufung aller Wohngebäude des Gebiets als Wohngebiet. Damit weisen, in Analogie zu der Lärmaktionsplanung, alle Wohngebäude die gleiche Schutzbedürftigkeit auf. Die 1974er Regelung, die bei der Lärmsanierung zur Anwendung kommt, wird hier nicht angewendet.

4.2 Verkehrsmengen

Als Ausgangsdaten für die Schallemissionsberechnungen wurden die Verkehrsmengendaten vom Auftraggeber für das Prognosejahr 2025 zur Verfügung gestellt; diese sind in folgenden Tabellen für die wesentlichen Streckenabschnitte zusammengefasst. Neuere Prognosedaten lagen zum Beauftragungszeitpunkt noch nicht vor.

Tabelle 2: Verkehrsmengen, Streckenabschnitt Bremen – entlang Stolzenauer Straße von Friedrich-Karl-Straße bis Frauenburger Weg									
			SZ	RV		F	V	Summe	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
Strecke 1402 Abschnitt Bremen-H	astedt bis HB-	Vahr Einm	ündung in	1401					
Strecke 1402 rechtes Gleis aus 2200 bei km 234,9 in 1401 rechts bei km 1,6	Prognose 2025	18	12	-	-	-	-	18	12
Strecke 1402 linkes Gleis aus 2200 bei km 234,7 in 1401 links bei km 1,9	Prognose 2025	19	11	•	-	-	-	19	11
Strecke 1401 Abschnitt Bremen-S	ebaldsbrück b	is HB-Vahr	Einmündu	ng 1402	+ Gleiszus	ammenfüh	rung		
Strecke 1401 rechtes Gleis bis Einm. 1402 bei km 1,6	Prognose 2025	37	24	18	6	-	-	55	30
Strecke 1401 linkes Gleis bis Einm. 1402 bei km 1,9	Prognose 2025	40	20	-	-	-	-	40	20
Strecke 1401 rechtes Gleis ab Einm. 1402 bei km 1,6 bis Gleis- zusammenführung bei km 2,1	Prognose 2025	55	36	18	6	-	-	73	42
Strecke 1401 linkes Gleis ab Einm. 1402 bei km 1,9 bis Gleis- zusammenführung bei km 2,1	Prognose 2025	59	31	-	-	-	-	59	31
Strecke 1401 Abschnitt Gleiszu- sammenführung bei km 2,1 bis Abzw. 1500 (beide Richtungen)	Prognose 2025	114	67	18	6	-	-	132	73

Tabelle 2: Verkehrsmeng rich-Karl-Straße bis Fraue			nitt Brei	men – e	ntlang S	Stolzena	auer Stra	aße von	Fried-
			ξZ	RV		FV		Summe	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
Strecke 2200 Abschnitt Bremen-H	lastedt								
Strecke 2200 bis Abzweig 1402 links bei km 234,7 (beide Richtungen)	Prognose 2025	37	23	64	10	43	5	144	38
Strecke 2200 ab Abzweig 1402 links bei km 234,7 bis Abzweig 1402 rechts bei km 234,9 (beide Richtungen)	Prognose 2025	18	12	64	10	42	6	124	28
Strecke 2200 ab Abzweig 1402 rechts bei km 234,9 bis Hbf. (beide Richtungen)	Prognose 2025	-	-	70	18	43	5	113	23
Strecke 1740 Abschnitt Bremen-S	ebaldsbrück	l	ı	I.	I.	I.	I.	Į.	I.
Strecke 1740 Abschnitt Bremen- Sebaldsbrück bis Abzw. 1401 (beide Richtungen)	Prognose 2025	93	66	106	16	27	7	226	89
Strecke 1740 Abschnitt Bremen- Sebaldsbrück ab Abzw. 1401 bis Abzw. 1500 (km 121,7 Weichenbereich Brücke Parkallee (beide Richtungen)	Prognose 2025	12	26	88	10	27	7	127	43

4.3 Erhebung der Ausgangssituation

Im Rahmen einer Ortsbegehung wurde die örtliche Situation aufgenommen. Weiterhin wurde in enger Abstimmung mit der Stadt Bremen und der DB Netz AG die Untersuchung abgestimmt. Zu dieser Abstimmung gehörte ebenfalls die Diskussion der Maßnahmenplanung sowie die technischen Randbedingungen, die aufgrund der komplizierten Verläufe und Lage der Gleisanlagen vor Ort zwingend zu beachten sind. Weiterhin wurden der Zustand der Eisenbahnstrecke (Gleiszustand, Brückenbauwerke, Signalstandorte, Weichen), Besonderheiten auf dem Ausbreitungsweg (Damm- und Einschnittslagen, reflektierende Flächen) und die Betroffenheit von Wohn- und Erholungsflächen erfasst (Flächennutzungen, Bebauungsart, Bebauungsdichte, Freiraumnutzung etc.).

4.4 Schallschutzmaßnahmen

In der schalltechnischen Untersuchung wurden u. a. Schallschutztechnologien berücksichtigt die im Rahmen des Konjunkturprogramms II erprobt wurden. Es geht dabei v.a. um "Technologien, die die vom Schienenverkehr ausgehenden (Schall-)Emissionen direkt oder nahe an der Quelle reduzieren" [2]. Zu diesen gehören insbesondere Schienenstegdämpfer, deren Funktionsweise im Folgenden kurz beschrieben wird, und Schallschutzwände:

4.4.1 Schallschutzmaßnahmen am Schienensteg – Schienenstegdämpfer (SSD)

Schienenstegdämpfer (SSD) werden an beiden Seiten der Schiene angebracht werden. Sie vermindern die durch die Zugüberfahrten angeregten Schienenschwingungen und reduzieren dabei den

abgestrahlten Schall. Die Dämpfung wirkt sich nicht nur auf den Schienensteg selbst, sondern auf die ganze Schiene aus. Schienenstegdämpfer zählen zu den aktiven Schallschutzmaßnahmen. Sie reduzieren die Lärmabstrahlung bereits an der Quelle [2].



Fotos: Möhler + Partner Ingenieure AG

Abbildung 3: Schienenstegdämpfer

4.4.2 Schallschutzmaßnahmen am Ausbreitungsweg - Schallschutzwand (SSW)

Die vorgeschlagenen Schallschutzwände wurden im Regelfall mit einem Abstand zur Gleismitte von 3,30 m und schienenseitig hoch schallabsorbierenden Eigenschaften modelliert. Die untersuchten Schallschutzwandvarianten wurden in Höhen von 2 m und 3 m über Schienenoberkante (SOK) untersucht. Des Weiteren wurde eine Schallschutzwand untersucht, bei der Höhen von 2 m und 3 m ü. SOK miteinander kombiniert wurden.

Akustische Berechnungen

5.1 Grundlagen des Berechnungsverfahrens

5.1.1 Immissionspunkte an Gebäudefassaden

Bei den Berechnungen wurden die Immissionspunkte an Gebäudefassaden pro Stockwerk in Anlehnung an VBEB [4] wie folgt gesetzt:

- Fassaden mit mehr als 5 m Länge werden in gleichlange Teilfassaden zerlegt; an diesen wird jeweils ein Immissionspunkt positioniert.
- An Fassaden mit einer Länge zwischen 2,5 m und 5 m wird ein Immissionspunkt gesetzt.
- An kleineren Fassaden werden keine Immissionspunkte gesetzt, es sei denn, dass mehrere kurze aufeinander folgende Fassaden zusammen eine Länge von mehr als 5 m erreichen. In diesem Fall werden sie wie eine Fassade betrachtet und dementsprechend Immissionspunkte gesetzt.

Die Berechnungen beziehen Gebäude, die sowohl vor als auch nach Inkrafttreten des BlmSchG (01.04.1974) errichtet wurden oder die im Rahmen der Lärmsanierung bereits mit passiven Schallschutzmaßnahmen versehen wurden, ein.

5.1.2 Zuordnung der Einwohnerzahlen zu Gebäuden

Einwohner wurden nur Gebäuden mit der Einstufung "Hauptgebäude" zugeordnet. Die Zuordnung der Einwohner pro Gebäude erfolgte nach VBEB [4]. Die Zahl der Anwohner eines Gebäudes wurde nach folgender Methode bestimmt:

$$EZ_{\textit{Gebäude}} = \frac{G_{\textit{Gebäude}} * GZ_{\textit{Gebäude}} * 0,8}{WE}$$

Es bedeuten:

- F7 Finwohnerzahl
- GZ Geschosszahl
- G Grundfläche des Gebäudes
- WE Wohnfläche pro Einwohner, 41 m² Wohnfläche / Einwohner für die alten Bundesländer laut Statistischem Bundesamt 2003
- 0,8 Umrechnungsfaktor Bruttogeschossfläche nach Wohnfläche.

Die Verteilung der Anwohner pro Gebäude auf die Immissionsorte an den Außenfassaden erfolgt im Verhältnis zur Größe des Flächenanteils, die dem Immissionsort zugeordnet wurde.

5.1.3 Pegelentlastung der Einwohner

Zur Ermittlung der Wirkung von Schallschutzmaßnahmen wurden an den jeweiligen Fassadenpunkten (Immissionspunkten) die Mittelungspegel (L_{eq}) für den Nachtzeitraum berechnet und den Anwohnern je Immissionspunkt zugeordnet. Dabei wurde die Anzahl der betroffenen Anwohner je Pegelbereich (>50, >55, >60, >65, >70, >75, >80 dB(A)) mit und ohne zusätzliche Schallschutzmaßnahme untersucht. Die Einwohnerzahlen wurden dazu ohne Nachkommastellen aufgerundet.

5.2 Schallemissionsberechnungen

Die fahrzeugbedingten Emissionen werden im Wesentlichen bestimmt durch die Art, Menge und Geschwindigkeit der auf dem jeweiligen Streckenabschnitt verkehrenden Fahrzeugeinheiten. Diese Daten wurden vom Vorhabenträger zur Verfügung gestellt (siehe Anlage 3).

Den Fahrzeugarten werden – soweit vorhanden – für die Geräuscharten "Rollgeräusche", "Aerodynamische Geräusche", "Aggregatgeräusche" und "Antriebsgeräusche" als akustische Kennwerte die Schallleistungspegel für eine Bezugsgeschwindigkeit von 100 km/h zugeordnet. Für die akustische Modellierung von Zügen ist die Anzahl von Fahrzeugeinheiten der jeweiligen Fahrzeugart mit der dazugehörenden Anzahl von Achsen zu berücksichtigen. Dabei werden die Geräusche auf drei Quellhöhen in Höhe von 0 m, 4 m, und 5 m über der Schienenoberkante (SOK) aufgeteilt. Ferner werden Pegelkorrekturen, die vom Fahrweg abhängen (Fahrbahnarten, Brücken), frequenzabhängig berücksichtigt. Im Bereich von Brücken erhielten die Gleise entlang der Stolzenauer Straße gemäß Schall 03 [3] einen Korrekturzuschlag von 3 dB(A), siehe Tabelle 4. Für die Situation Prognose 2025 wurde entsprechend Schall 03 mit 80 % auf Verbundstoffbremsen umgerüstete Güterwagen gerechnet; 20 % der Güterwagen wurden mit Grauguss-Klotzbremsen angesetzt. Bei künftigen Prognoserechnungen ist ein Umrüstungsgrad von 100 % anzusetzen. Daraus resultiert eine Lärmminderung von ca. 2-3 d(B). Die nach Schall 03 errechneten Pegel der längenbezogenen Schallleistung L_{WA} sind (jeweils summiert über alle Oktaven und die drei Quellhöhen) in folgender Tabelle 3 aufgeführt, wobei die Lage der Streckenabschnitte in Abbildung 4 zur Verdeutlichung eingetragen sind:

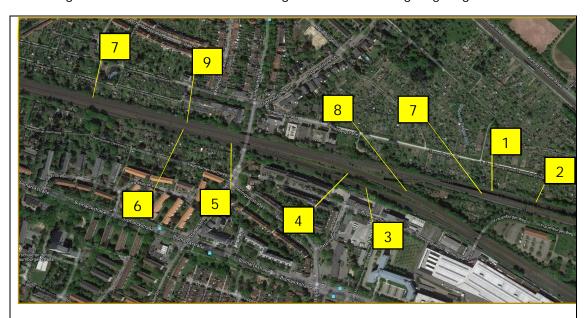


Abbildung 4: Streckenübersichtsplan

Tabelle	Tabelle 3: Pegel der längenbezogenen Schallleistung L _{W'A} der Strecken im Untersuchungsabschnitt für den Zustand Prognose 2025 in [dB(A)]					
		Tag	Nacht			
1	Strecke 1402 linkes Gleis aus 2200 bei km 234,7 in 1401 links bei km 1,9	84,3	84,9			
2	Strecke 1401 rechtes Gleis bis Einm. 1402 bei km 1,6	87,2	88,3			
3	Strecke 1401 linkes Gleis bis Einm. 1402 bei km 1,9	87,5	87,5			
4	Strecke 1401 rechtes Gleis ab Einm. 1402 bei km 1,6 bis Gleiszusammenführung bei km 2,1	87,2	88,3			
5	Strecke 1401 linkes Gleis ab Einm. 1402 bei km 1,9 bis Gleiszusammenführung bei km 2,1	90,5	90,7			
6	Strecke 1401 Abschnitt Gleiszusammenführung bei km 2,1 bis Abzw. 1500 (beide Richtungen)	92,2	92,7			
7	Strecke 2200 bis Abzweig 1402 links bei km 234,7 (beide Richtungen)	86,9	82,2			
	Strecke 2200 ab Abzweig 1402 links bei km 234,7 bis Abzweig 1402 rechts bei km 234,9 (beide Richtungen)	86,9	82,2			
	Strecke 2200 ab Abzweig 1402 rechts bei km 234,9 bis Hbf. (beide Richtungen)	86,9	82,2			
8	Strecke 1740 Abschnitt Bremen-Sebaldsbrück bis Abzw. 1401 (beide Richtungen)	93,6	94,6			
9	Strecke 1740 Abschnitt Bremen-Sebaldsbrück ab Abzw. 1401 bis Abzw. 1500 (km 121,7 Weichenbereich Brücke Parkallee (beide Richtungen)	93,6	94,6			

Tabelle 4: Brücken und deren Kategorisierung im Bereich der Baumaßnahme							
Strecken-km Bezeichnung		Einstufung gemäß Tabelle 9 der Anlage 2 zur 16. BlmSchV					
ou coken kin	Dezelelinding	Zeile	Spalte	Brücken- und Fahrbahn- art			
236.4+19.1 bis 236.4+65.7	Kreuzungsbauwerk Strecke 2200	3	В	Brücken mit massiver Fahr- bahnplatte oder mit bes. stählernem Überbau und Schwellengleis im Schot- terbett			
119.0+68.2 bis 119.1+12.3	Kreuzungsbauwerk Strecke 1740 Richtungsgleis	3	В	Brücken mit massiver Fahr- bahnplatte oder mit bes. stählernem Überbau und Schwellengleis im Schot- terbett			
119.4	EÜ Kirchbachstraße Strecke 1740	3	В	Brücken mit massiver Fahr- bahnplatte oder mit bes. stählernem Überbau und Schwellengleis im Schot- terbett			
120.1	EÜ Friedrich-Karl- Straße Strecke 1740	3	В	Brücken mit massiver Fahr- bahnplatte oder mit bes. stählernem Überbau und Schwellengleis im Schot- terbett			

Die geometrische Schallausbreitung wird gemäß Schall 03 [3] berechnet; diese lehnt sich an die DIN ISO 9613-2 [9] an.

5.3 Berechnungsmodell

5.3.1 Grundmodell mit bestehenden Schallschutzmaßnahmen

Anhand von bereitgestellten Höhendaten wurde ein Geländemodell erzeugt. Die bestehenden Schallschutzeinrichtungen an den Bahnstrecken wurden aus den von der DB Netz AG zu Verfügung gestellten Dateien in Bezug auf Lage und Höhe übernommen.

Zur Erstellung des akustischen 3D-Berechnungsmodells wurden die beschriebenen Eingangsdaten auf Plausibilität und Vollständigkeit geprüft und anschließend in die Berechnungssoftware eingepflegt. Für die Berechnungen wurde die Software SoundPLAN [5] auf Grundlage der Schall 03 [3] verwen-

det. Das Grundmodell spiegelt den Zustand mit bestehenden Schallschutzmaßnahmen aus dem Lärmsanierungsprogramm der DB Netz AG wieder. Für die Ermittlung der Geräuschemissionen des Schienenverkehrs wurde die Prognose 2025 herangezogen.

5.3.2 Recheneinstellungen

Der Rechenumfang ist höher als bei üblichen Einzelpunktnachweisen, da hier deutlich mehr Fassadenabschnitte gerechnet wurden und nähert sich dem Aufwand von Lärmkartierungen nach 34. BlmSchV [6] an. Die Recheneinstellungen werden daher in Anlehnung an die LAI-Hinweise zur Lärmkartierung [8] mit Vereinfachungen versehen.

5.3.3 Vorgehensweise bei den Variantenberechnungen

Bei der Variantenuntersuchung werden zunächst verschiedene Schallschutzwandhöhen an der 1400er Strecke betrachtet. Die 1400er Strecke führt am dichtesten an der Bebauung Stolzenauer Straße vorbei. Da es von Westen kommend bereits eine bestehende Schallschutzwand mit einer Höhe von 2 m bis über die Friedrich-Karl-Straße hinweg gibt, bietet sich hier südlich der 1400er Strecke ein Lückenschluss bzw. eine Ergänzung dieser Wand an. Die Berechnung von Lärmpegeln und Betroffenenzahlen für unterschiedlich hohe Wände, insbesondere im Nachtzeitraum, dient der Ermittlung einer Vorzugsvariante.

Mit der Schallschutzwandvorzugsvariante sollen dann Schienenstegdämpfer kombiniert und auf ihre Wirksamkeit überprüft werden. Auch nach diesem Schritt ist eine Vorzugsvariante zu bestimmen.

Des Weiteren kommen noch Mittelschallschutzwände für die Untersuchung in Betracht. Es soll berechnet werden, ob sich noch weitere Entlastungen der Betroffenen erzielen lassen.

Zunächst wurde ein Lückenschluss zur vorhandenen Schallschutzwand an der Überführung Friedrich-Karl-Straße mit unterschiedlichen Wandhöhen (2 m und 3 m) untersucht. Es steht insbesondere die Wirksamkeit von Schallschutzmaßnahmen für die Anwohner der Stolzenauer Straße 4 – 24 im Mittelpunkt, da sie den höchsten Pegeln im Untersuchungsgebiet ausgesetzt sind. Daher werden in der Betroffenenanalyse die Auswirkungen der unterschiedlichen Schallschutzmaßnahmen zunächst in der höchsten Pegelklasse über 60 dB(A) im Nachtzeitraum analysiert. Die den Gleisen zugewandten Fassaden weisen durchweg noch höhere Pegel auf.

Als Ergebnis zeigt sich (siehe Tabelle 5), dass mit einer 2 m hohen Schallschutzwand 13% der von Pegeln > 60 dB(A) Betroffenen der Stolzenauer Straße 4 - 24 (absolut 39 Personen) entlastet werden. Mit einer 3-m-Wand zeigt sich nur eine geringfügig höhere Entlastung von 14 % (absolut 44 Personen) im kleinen Rechengebiet. Da die zusätzliche Entlastung von Betroffenen durch die 3-m-Variante relativ gering ausfällt, aber sich durch die um einen Meter höhere Wand, die dazu noch auf einem Wall liegt, visuelle Einschränkungen für die direkten Anwohner an der Gleistrasse ergeben können, wird im Weiteren zunächst überprüft, ob die 2-m-Wand mit anderen – nicht sichteinschränkenden Maßnahmen – kombiniert werden kann.

Innerhalb des großen Rechengebiets sieht es anders aus. Es ergibt sich mit einer 2 m hohen Schallschutzwand eine Reduzierung der Betroffenenzahl von 5% gegenüber dem Bestand. Eine 3-m-Wand reduziert die Zahl der belasteten Anwohner um 19%. Das bedeutet, dass sich diese Variante insbesondere für nicht direkt an der Gleistrasse wohnende Bürger, die vorher von Pegeln knapp über 60

dB(A) nachts betroffen waren, sehr vorteilhaft auswirkt. Diese Betroffenengruppe verschiebt sich mittels der 3-m-Wand in die nächstniedrigere Pegelklasse. Daher ist bei Betrachtung des großen Rechengebiets eine 3 m hohe Schallschutzwand als Vorzugsvariante einzustufen.

Tabelle 5: Betroffenheitsänderung durch Schallschutzwandvarianten für den Zeitraum L _{rN}							
Betroffene	gro	ßes Rechengel	oiet	kleines Rechengebiet			
nachts	1	2	3	6	7	8	
	Bestand	Differenz zum Bestand (absolut / in %)		Bestand		um Bestand :/in %)	
		2-m-SSW 1400	3-m-SSW 1400		2-m-SSW 1400	3-m-SSW 1400	
>50 dB(A)	4144	55/1%	179/4%	653	4/1%	6/1%	
>55 dB(A)	3006	78/3%	261/9%	513	25/5%	44/9%	
>57 dB(A)	2493	95/4%	268/11%	392	29/7%	43/11%	
>60 dB(A)	1958	94/ 5%	367/ 19%	310	39/ 13 %	44/ 14 %	

Man erkennt also, dass solche Betroffenheitsanalysen stets in einem engen Zusammenhang zur Größe des Rechengebietes stehen. Beim großräumigen Vergleich erscheint die 3-m-Schallschutzwand deutlich wirksamer als die 2-m-Variante. Die Fokussierung auf den engeren Bereich um die Stader Str. 119 und Stolzenauer Str. 4 bis 24, wo sich die Wohnbebauung unmittelbar an der Schiene befindet, zeigt jedoch, dass die Zahl der von Pegeln über 60 dB(A) Entlasteten sich absolut nur um 5 Betroffene (1%) unterscheidet.

Die direkt den Schienen zugewandten Fassaden sind am stärksten von Lärm betroffen. Daher soll zunächst anhand der folgenden Abbildungen verdeutlicht werden, wie sich der Bahnlärm konkret durch den Einsatz der verschiedenen Schallschutzwandhöhen verändert.

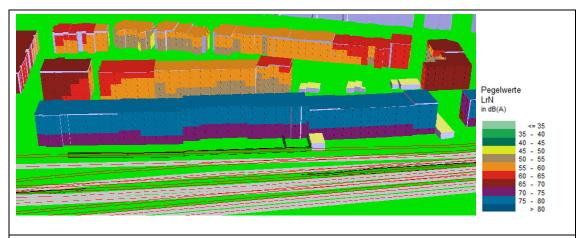


Abbildung 5: Bremen – Stolzenauer Straße 4 bis 24, Gebäudelärmkarte – Nacht – Prognose 2025 – Bestand ohne Maßnahme

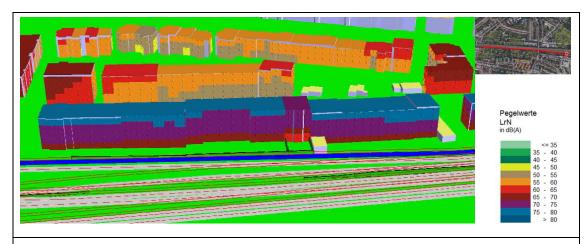


Abbildung 6: Bremen – Stolzenauer Straße 4 bis 24, Gebäudelärmkarte – Nacht – Prognose 2025 – Maßnahme – Lückenschluss mit 2 m Höhe

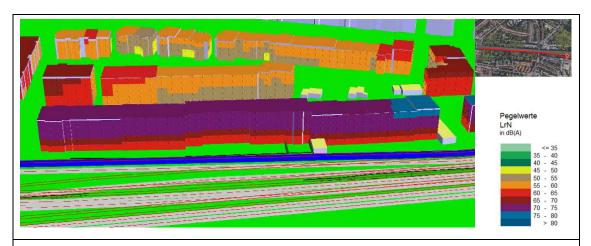


Abbildung 7: Bremen – Stolzenauer Straße 4 bis 24, Gebäudelärmkarte – Nacht – Prognose 2025 – Maßnahme – Lückenschluss mit 3 m Höhe

Die obigen Abbildungen zeigen, dass es zwar Pegelminderungen durch eine 2-m-Wand bzw. 3-m-Wand gibt. Ein Vollschutz (Einhaltung des nächtlichen Grenzwertes der Lärmsanierung von 57 dB(A)) ist jedoch durch keine der zwei Wandhöhenvarianten zu erzielen. Gerade da, wo im untersten Geschoss nachts die niedrigsten Pegelwerte durch die 3-m-Wand erreicht werden (55-60 dB(A)), befindet sich keine Wohnnutzung sondern Garagen.



Abbildung 8: Stolzenauer Straße 18, Erdgeschoss mit Garagen

Eine maßgebliche Reduzierung der sehr starken Lärmbelastung der bahnzugewandten Fassaden lässt sich nur durch gebäudehohe Schallschutzwände von ca. 20 m erreichen. Solche Wandhöhen sind weder städtebaulich verträglich noch aus Bürgersicht annehmbar. Grundsätzlich ist zu beachten, dass es für Bewohner von Erdgeschosswohnungen unangenehm sein kann, auf hohe Wände zu blicken. Schallschutzwände mit einer Höhe von 2 bis 3 m zeigen ihre Wirksamkeit hauptsächlich in den unteren Stockwerken.

Der geplante Lärmschutz ist auch übergeordnet im Vergleich zum Lärmschutz der benachbarten Bereiche zu sehen. Bei gleichem Abstand zur Schiene werden die Wohngebiete, die westlich an das große Rechengebiet anschließen, durch eine 2-m-Wand geschützt.

Im Folgenden wird zunächst die 2-m-Variante in Kombination mit anderen Maßnahmen des aktiven Schallschutzes untersucht. Da sich die 3 m hohe Schallschutzwand im Nahbereich als nicht deutlich wirksamer als die 2-m-Variante erwies, aber gerade an der direkt anschließenden Bebauung visuelle Beeinträchtigungen aufgrund der Böschungslage nicht ausgeschlossen werden können, wurde sie erstmal nicht als eindeutige Vorzugsvariante für die Stolzenauer Straße betrachtet. Bei einer Schallschutzwandhöhe von 2 m ist nicht von einem Akzeptanzproblem bei den Anwohnern der unteren Etagen auszugehen. Wenn mit einer 2-m-Wand in Kombination mit anderen Maßnahmen des aktiven Schallschutzes eine gleiche oder höhere Entlastung der Anwohner erzielt werden kann als mit einer höheren Wand, soll diese Maßnahmenvariante den Vorzug erhalten. Grundsätzlich soll die geplante Wand allerdings nicht nur den Bereich der Stolzenauer Straße 4 bis 24 (kleines Rechengebiet) schützen, sondern an die Bestandswand östlich der Brücke über die Friedrich-Karl-Straße (westlicher Bereich des großen Rechengebietes) anschließen.

Zum Vergleich der Wirksamkeit der einzelnen Maßnahmenkombinationen wird mittels der Betroffenenanalyse die Zahl der entlasteten Personen dargestellt.

5.3.3.1 Varianten der 2 m hohen Schallschutzwand mit Schienenstegdämpfern

2-m-SSW + SSD 1740

Aufgrund der Entscheidung, zunächst die 2-m-Schallschutzwand entlang der Strecke 1400 (als südlicher Lückenschluss an die vorhandene 2-m-Wand anschließend) weiter zu untersuchen, wird diese als erstes mit Schienenstegdämpfern auf der Strecke 1740 kombiniert. An der Bebauung der Stolzenauer Straße 4 – 24, also bei Betrachtung des kleinen Rechengebiets, zeigt sich, dass die Abnahme der Betroffenen mit 18 % (absolut 56 Personen) gegenüber der 3-m-Wand mit 14 % (absolut 44 Personen) eine deutlich größere Wirksamkeit aufweist. Die Hinzunahme weiterer Schienenstegdämpfer auf der Strecke 2200 (18%) kann keine weitere Verbesserung herbeiführen (siehe nachfolgende Tabelle).

Tabelle 6: Variantenvergleich der 3-m-Wand-Variante an der Strecke 1400 mit der 2-m-Wand-Variante an der 1400- Strecke plus Schienenstegdämpfer auf der Strecke 1740 bzw. noch zusätzlich auf der Strecke 2200 (Betroffenheitsänderung)

satzlier da de streeke 2200 (Betromeniotsanderang)								
Betroffene	kleines Rechengebiet							
nachts	7	8	9	10				
	Bestand	Diffe	Differenz zum Bestand (absolut / in %)					
		3-m-SSW 1400	2-m-SSW 1400	2-m-SSW 1400				
			+ SSD 1740	+ SSD1740				
				+ SSD 2200				
>50 dB(A)	653	6 /1%	48/7%	48/7%				
>55 dB(A)	513	44/9%	68/13%	68/13%				
>57 dB(A)	392	43/11%	57/15%	57/15%				
>60 dB(A)	310	44/ 14%	56 / 18%	56 / 18%				

Aufgrund der deutlichen Verbesserung der Lärmsituation durch die Kombination der 2-m-Wand an der Strecke 1400 mit Schienenstegdämpfern auf der Strecke 1740 und der besseren Wirkung gegenüber einer 3 m hohen Wand, wurde diese Maßnahmenkombination zur aktuellen vorläufigen Vorzugsvariante erklärt.



Abbildung 9: Lückenschluss h = 2 m an vorhandene Schallschutzwand anschließend + Schienenstegdämpfer an der Strecke 1740

5.3.3.1.1 Zusatzvariante Schallschutzwand 2-3 m an der Strecke 1400

Ergänzend zu dieser Maßnahmenkombination wurde noch eine Variante betrachtet, bei der im Bereich der Stolzenauer Straße 4 – 24 mit einer 3-m-Wand gearbeitet wird, aber im weiteren Verlauf an den westlich gelegenen Kleingärten vorbei eine Höhe von 2 m vorgesehen ist. Diese 2-3-m-Variante bietet gegenüber der durchgehenden 2-m-Schallschutzwand zwar eine Erhöhung der Entlastetenzahlen. Diese liegt jedoch unter den Werten der 2-m-Schallschutzwand in Kombination mit Schienenstegdämpfern auf der Strecke 1740.

Tabelle 7: Zusatzvariante Schallschutzwand 2-3 m an der Strecke 1400 (Betroffenheitsände-									
rung)									
Betroffene	etroffene großes Rechengebiet kleines Rechengebiet								
nachts	1	11	6	12					
	Bestand	Differenz zum Bestand	Bestand	Differenz zum Bestand					
		(absolut / in %)		(absolut / in %)					
		2-3-m-SSW 1400		2-3-m-SSW 1400					
>50 dB(A)	4144	90 /2%	653	5/1%					
>55 dB(A)	3006	108/4%	513	32/6%					
>57 dB(A)	2493	152/6%	392	42/11%					
>60 dB(A)	1958	142/ 7%	310	43/ 14%					

Bis hierher ist festzuhalten, dass der südliche Lückenschluss als durchgängige 2-m-Wand an der Strecke 1400, kombiniert mit Schienenstegdämpfern auf der Strecke 1740 gegenüber einer 3-m-Wand und einer Variante bestehend aus einer 2 m und 3m hohen Schallschutzwand, die beste Möglichkeit des Schallschutzes für die hochbelasteten Anwohner der Stolzenauer Straße darstellt

2-m-SSW + SSD 1400

Eine ergänzende Variantenbetrachtung untersucht, ob Schienenstegdämpfer auf der Strecke 1400 geeignet sind, die Betroffenenzahlen zusammen mit der 2-m-Wand weiter zu reduzieren. Im Vergleich zu der Variante "2-m-Wand an der Strecke 1400 mit Schienenstegdämpfern auf der Strecke 1740" erweist sich diese Variante jedoch als weniger effektiv (kleines Rechengebiet 13 % gegenüber 18 %).

2-m-SSW + SSD 1400 + SSD 1740

Die Variantenkombination Schienenstegdämpfer auf den Strecken 1400 und 1740 zusammen genommen in Verbindung mit der 2-m-Wand des südlichen Lückenschlusses an der Strecke 1400 ist um 2% wirksamer (20 %) als die 2-m-Wand an der Strecke 1400 + SSD an der Strecke1740 (18 %) alleine. Im großen Rechengebiet bleibt der Anteil der entlasteten Betroffenen allerdings mit 10% gleich, bei höheren Kosten gegenüber der Variante mit Schienenstegdämpfern nur auf der 1740er Strecke. Diese Ergebnisse sollen jedoch für den weiteren Variantenvergleich herangezogen werden.

Tabelle 8: Kombination 2-m-Wand (südl. Lückenschluss) mit Schienenstegdämpfern auf den Strecken 1400 und 1740							
Betroffene	una 1740	großes Rec	kleines Rechengebiet				
nachts	1	13	15	6	14	16	
	Bestand	Diff. zum Be	estand (absolut / in %)	Bestand	Diff. zum Be	estand (absolut / in %)	
		2-m-SSW 1400 + SSD 1400	2-m-SSW 1400 + SSD 1400 + SSD 1740		2-m-SSW 1400 + SSD 1400	2·m·SSW 1400 + SSD 1400 + SSD 1740	
>50 dB(A)	4144	129 / 3	220 / 5	653	21/3	48 / 7	
>55 dB(A)	3006	149/5	246 / 8	513	62 / 12	103 / 20	
>57 dB(A)	2493	143 / 6	200 / 8	392	30 / 8	61 / 16	
>60 dB(A)	1958	141 / 7	203 / 10	310	41 / 13	63 / 20	

5.3.3.2 Kombination der 2-m-Schallschutzwand (Strecke 1400) mit Mittelwandvarianten Untersucht wurde weiterhin die Effektivität von Mittelschallschutzwänden sowie deren Wirksamkeit in Kombination mit anderen Maßnahmen. Die Lage der Mittelschallschutzvarianten kann der nachfolgenden Abbildung entnommen werden.



2-m-SSW + MSSW 1740

Eine 2-m-Mittelwand (MSSW) an der Strecke 1740 (Variante 17/18) erhöht die Effizienz der 2-m-Wand an der Strecke 1400 (Variante 2/7):

- Von 5% auf 8% im großen Rechengebiet
- Von 13% auf 19% im kleinen Rechengebiet

	Tabelle 9: Varianten der 2-m-Wand an der Strecke 1400 mit Schienenstegdämpfern und Mittelwänden (Betroffenheitsänderung)							d Mittel-		
Betroffene		großes Rechengebiet				kleines Rechengebiet				
nachts	1	13	15	17	19	6	14	16	18	20
	Be-	Differenz zum Bestand (absolut / in %)			t / in %)	Be-	Be Differenz zum Bestand (absolut / in %)			
	stand	2-m-SSW	2-m-SSW	2-m-SSW	2-m-SSW	stand	2-m-SSW	2-m-SSW	2-m-SSW	2-m-SSW
		1400 +	1400 +	1400 +	1400 +		1400 +	1400 +	1400 +	1400 +
		SSD	SSD	2-m-	2-m-MSSW		SSD	SSD	2-m-	2-m-MSSW
		1400	1400	MSSW	1740 +		1400	1400	MSSW	1740 +
			+ SSD	1740	2-m-MSSW			+ SSD	1740	2-m-MSSW
			1740		1400			1740		1400
>50 dB(A)	4144	129 / 3	220 / 5	128 / 3	128 / 3	653	21 / 3	48 / 7	19 / 3	19 / 3
>55 dB(A)	3006	149 / 5	246 / 8	180 / 6	181 / 6	513	62 / 12	103 / 20	75 / 12	75 / 15
>57 dB(A)	2493	143 / 6	200 / 8	187 / 8	189 / 8	392	30 / 8	61 / 16	77 / 20	79 / 20
>60 dB(A)	1958	141 / 7	203 / 10	164 / 8	167 / 9	310	41 / 13	63 / 20	58 / 19	61 / 20

2-m-SSW + MSSW 1740 + MSSW 1400

Der obigen Tabelle kann entnommen werden, dass eine zusätzliche Mittelwand entlang der Strecke 1400 (Variante 19/20) zu keiner weiteren signifikanten Verbesserung der Lärmsituation weder im großen noch im kleinen Rechengebiet führt.

Gegenüber der bisherigen wirksamsten Variante "2-m-Schallschutzwand als Lückenschluss mit Schienenstegdämpfern auf den Strecken 1740 und 1400" schneiden die oben beschriebenen Mittelwandvarianten schlechter ab. Bei Mittelschallschutzwänden ist zudem zu beachten, dass Erschwernisse bei Bau und Unterhalt gegenüber Wänden in Randlage hinzukommen, u.a. durch vermehrte Sperrpausen.

5.3.3.3 Kombination der 2-m-Wand (Strecke 1400) mit Mittelwand und Schienenstegdämpfern

2-m-SSW + MSSW 1740 + SSD 1740

Dennoch soll noch eine Kombination der Mittelwand an der 1740er Strecke mit Schienenstegdämpfern SSD 1740 als Ergänzung zur 2-m-Wand an der Strecke 1400 (südlicher Lückenschluss) mittels der Betroffenenanalyse untersucht werden (Variante 21/22). Im großen Rechengebiet können 11% der von Pegeln über 60 dB(A) Betroffenen entlastet werden. Dies ist eine leichte Verbesserung der Lärmminderung der bisher wirksamsten Maßnahme von 10% auf 11%.

Bezüglich des kleinen Rechengebiets ist diese Maßnahme (Variante 22) gegenüber Variante 16 noch wirksamer. Die Effizienz wird von 20% auf 23% verbessert.

		:hallschutzwand a lämpfern auf der		100 mit M	ittelwand an der	Strecke 1740	
Betroffene		großes Recheng	jebiet	kleines Rechengebiet			
nachts	1	17	21	6	18	22	
	Bestand	Diff. zum Bestand	l (absolut / in %)	Bestand	Diff. zum Bestan	d (absolut / in %)	
		2-m-SSW 1400 +	2-m-SSW 1400 +		2-m-SSW 1400 +	2-m-SSW 1400 +	
		2-m-MSSW 1740	2-m-MSSW 1740 +		2-m-MSSW 1740	2-m-MSSW 1740 +	
			SSD 1740			SSD 1740	
>50 dB(A)	4144	128 / 3%	203/5%	653	19 / 3%	58 / 9%	
>55 dB(A)	3006	180 / 6%	272/ 9%	513	75 / 12%	156 / 30%	
>57 dB(A)	2493	187 / 8%	224/9%	392	77 / 20%	93/24%	
>60 dB(A)	1958	164 / 8%	213/ 11%	310	58 / 19%	71 / 23%	

5.3.3.4 Variante der 3 m hohen Schallschutzwand mit Schienenstegdämpfern

Keine Maßnahme der Variantenuntersuchung entlastet in der Fläche des großen Untersuchungsgebiets entlang des Lückenschlusses (großes Rechengebiet) so viele Betroffene wie die 3-m-Wand (19%). Direkt an der Stolzenauer Straße (kleines Rechengebiet) zeigte sich die Wirksamkeit mit einer Verbesserung gegenüber der 2-m-Wand mit 14% gegenüber 13% nicht so deutlich. Vor einer direkten Priorisierung der höheren Wand war daher, wegen eventueller visueller Einschränkungen der Anwohner, zunächst untersucht worden, ob eine Kombination der 2-m-Wand mit Schienenstegdämpfern auf verschiedenen Strecken oder mit Mittelwänden gleiche oder bessere Ergebnisse erzielt.

Zur Verbesserung der Lärmsituation für die Anwohner der Stolzenauer Straße mit einer 3-m-Schallschutzwand, wird diese noch kombiniert mit Schienenstegdämpfern auf der Strecke 1740 untersucht.

Tabelle 11: Nachts von höheren Lärmpegeln als LrN = 50 / 55 / 57 / 60 dB(A) betroffene Ein-							
wohner - V	wohner – Vergleich SSW 3m mit SSW 3m + SSD 1740						
Betroffene		großes Reche	engebiet	kleines Rechengebiet			
nachts	1	3 23		6	8	24	
	Bestand	Diff. zum Bestand (absolut / %)		Bestand	Diff. zum Be	estand (absolut / %)	
		3-m-SSW	SSWd h=3m		3-m-SSW	SSWd h=3m	
		1400	+SSD1740		1400	+SSD1740	
>50 dB(A)	4144	179/ 4%	250/6%	653	6 /1%	51/8%	
>55 dB(A)	3006	261/9%	347/12%	513	44/9%	94/18%	
>57 dB(A)	2493	268/11%	328/13%	392	43/11%	72/18%	
>60 dB(A)	1958	367/19%	428/22%	310	44/14%	61/20%	

Es zeigt sich, dass die Ergänzung der 3 m hohen Schallschutzwand mit Schienenstegdämpfern auf der Strecke 1740 eine deutliche Verbesserung im kleinen Rechengebiet zeigt. Im Vergleich zu 14% Entlastung durch die 3 m-Schallschutzwand alleine verbessert die Maßnahmenkombination den Wert der Entlasteten deutlich auf 20%.

Die Gegenüberstellung der Maßnahmen zeigt, dass zwar der Lückenschluss mit einer 2 m hohen Schallschutzwand in Kombination mit einer Mittelschallschutzwand (Höhe 2 m) und Schienenstegdämpfern an der Strecke 1740 (Variante 22) im kleinen Rechengebiet die meisten Betroffenen > 60 dB(A) nachts entlasten kann. Im großen Rechengebiet sind es mit dieser Maßnahmenkombination allerdings nur 11% (Variante 21).

Die wirkungsvollste Maßnahme im großen Rechengebiet ist die 3 m hohe Schallschutzwand entlang der 1400er Strecke in Kombination mit Schienenstegdämpfern auf der Strecke 1740 (Variante 23). Absolut können hier in der höchsten Pegelklasse über 60 dB (A) 428 Personen (22%) entlastet werden. Im kleinen Rechengebiet sind es 20% (61 Personen).

Da die Schallschutzmaßnahmen aus Bundesmitteln finanziert werden sollen, ist zusätzlich eine ökonomische Bewertung erforderlich. Daher werden im Weiteren für die untersuchten Maßnahmen die Kosten und das Nutzen-Kosten-Verhältnis (NKV) berechnet.

6. Bewertungsmodell für die Schallschutzmaßnahmen in Bezug auf Wirksamkeit und Kosten

6.1 Kostenansätze für die Bewertung von Schallschutzmaßnahmen

Die tatsächlich zu erwartenden Gesamtkosten der jeweiligen Schallschutzmaßnahmen können erst im Zusammenhang mit einer detaillierten Ausführungsplanung ermittelt werden. Daher werden Erfahrungswerte herangezogen, die aus der Lärmsanierung, dem Konjunkturpaket II und dem Infrastrukturbeschleunigungsprogramm II [15] stammen. Es handelt sich hierbei um die Erstellungskosten ohne Planungskosten.

Tabelle 12: Kostenansatz für die Bewertung von Schallschutzmaßnahmen		
Schallschutzmaßnahme	Erstellungskosten in EUR/m	
Schienenstegabschirmung / Schienenstegdämpfung* (1Gleis)	226,-	
Schallschutzwand (2m)	1.300,-	
Mittelschallschutzwand (2m)	1560,-**	
Schallschutzwand (3m)	1560,-***	

^{*} Die Nutzungsdauer der Schienenstegdämpfer von 13 Jahren wurde mit einem Hochrechnungsfaktor von 1,92 aufgrund des zusätzlichen Austausches nach 13 Jahren auf eine Nutzungsdauer von 25 Jahren hochgerechnet.

6.2 Bewertung nach dem Nutzen-Kosten-Verhältnis NKV

Zur Bewertung der Schallschutzmaßnahmen soll in der vorliegenden schalltechnischen Untersuchung in Analogie zum Bewertungsverfahren des freiwilligen Lärmsanierungsprogrammes des Bundes eine Bewertung vorgenommen werden. Hier wurde die Förderfähigkeit der Schallschutzmaßnahmen mit Hilfe des Nutzen-Kosten-Verhältnis (NKV) beurteilt.

Das Nutzen-Kosten-Verhältnis (NKV) dieser schalltechnischen Untersuchung wird wie folgt berechnet:

$$NKV = \frac{NU * \sum_{i} (Bewohner_{i} * dL_{i}) * t}{Kosten}$$

Dabei ist:

NKV Nutzen-Kosten-Verhältnis

NU 55,00 Euro, Nutzen je dB(A) Pegelminderung, Einwohner und Jahr,

Bewohner_i Zahl der Einwohner im Haus i mit $L_{eq} \ge 57 dB(A)$ einschl. Hotel/Pension,

 dL_i Pegelminderung (nachts) am Ort i für den Ausgangspegel $L_{eq} \ge 57 dB(A)$,

Kosten der Schallschutzmaßnahme in Euro,

t 25 Jahre, die anzusetzende Nutzungsdauer.

^{**}Faktor 1,2 gegenüber außenliegender Schallschutzwand wegen erhöhten Aufwandes für die Gründung

^{**}Abweichend von der MU Mittelrheintal wurde nach Abstimmung mit dem Auftraggeber für die 3-m-Wand ein Betrag von 1560,-Euro angesetzt. [16]

Der NKV stellt ein Kostenkriterium für die Zuwendungsfähigkeit der Schallschutzmaßnahmen dar. Er wird zur Festlegung eines Abschneide-Kriteriums für Schallschutzmaßnahmen mit vergleichsweise geringem Nutzen herangezogen.

In vorliegender schalltechnischer Untersuchung dient der NKV dazu, die grundsätzliche Zuwendungsfähigkeit der jeweiligen Schallschutzmaßnahme zu prüfen.

7. Bewertung der Schallschutzmaßnahmen

7.1 Berechnung des Nutzen-Kosten-Verhältnisses NKV

Im Untersuchungsbereich wird die Wirksamkeit von Schienenstegdämpfern (SSD) und Schallschutzwänden (SSW) geprüft. Die Wirksamkeit der Schallschutzmaßnahmen wird für SSD und SSW jeweils den Kosten der Schallschutzmaßnahmen gegenübergestellt und in dem Index NKV zusammengefasst.

7.2 Verhältnismäßigkeit der Schallschutzmaßnahmen, Förderfähigkeit und Kostenansatz

Kennzeichnungsgröße für die Zuwendungsfähigkeit einer Schallschutzmaßnahme ist der NKV. Dieser ist ein in Anlehnung an die "Richtlinie zur Förderung von Schallschutzmaßnahmen zur Lärmsanierung an bestehenden Schienenwegen der Eisenbahnen des Bundes" geschaffener, haushaltsrechtlich anerkannter Beurteilungsmaßstab, der sicherstellt, dass aktive Schallschutzmaßnahmen so erfolgen, dass der für 25 Jahre ermittelte Nutzen einer Schallschutzmaßnahme die Höhe der Zuwendungen für diese aktive Schallschutzmaßnahme übersteigt. Damit wird der wirtschaftliche Einsatz öffentlicher Mittel sichergestellt. Die Förderfähigkeit ist gegeben, wenn die haushaltsrechtlich festgelegten Immissionsgrenzwerte überschritten sind. Für allgemeine Wohngebiete gelten als Grenzwerte tags 67 dB(A) und nachts 57 dB(A).

7.3 Nutzen-Kosten-Verhältnis der untersuchten Schallschutzmaßnahmenvarianten

Gemäß den o.g. Kriterien für die Zuwendungsfähigkeit der geprüften Schallschutzvarianten ergeben sich die nachfolgend dargestellten Kosten-Nutzenverhältnisse für die Schallschutzmaßnahmen.

Aus Platzgründen sind großes und kleines Rechengebiet der jeweiligen Maßnahme untereinander dargestellt. Beispiel: Die 2-m-Schallschutzwand an der Strecke 1400 hat im großen Rechengebiet die Variantennummer 2 (Tabelle 13 oben). Dieselbe Maßnahme trägt bezogen auf das kleine Rechengebiet die Nummer 7 (Tabelle 13 unten).

Betroffene			gre	oßes Rechengebi	et				
nachts	1	2	12	3	4	5			
		Differenz zum Bestand (absolut / in %)							
	Bestand	2-m-SSW 1400	2-3-m-SSW 1400	3-m-SSW 1400	2·m·SSW 1400 + SSD 1740	2-m-SSW 1400 + SSD1740 + SSD2200			
>50 dB(A)	4144	55/1	90 /2	179/4	181 /4	187 / 5			
>55 dB(A)	3006	78/3	108/4	261/9	214 /7	219 / 7			
>57 dB(A)	2493	95/4	152/6	268/11	188 /8	192 / 8			
>60 dB(A)	1958	94/5	142/7	367/19	198/10	202/10			
NKV 57		2,1	2,2	3,7	2,2	1,8			
Betroffene			kle	eines Rechengebi	et				
nachts	6	7	11	8	9	10			
	Differenz zum Bestand (absolut / in %)								
	Bestand	2-m-SSW 1400	2-3-m-SSW 1400	3-m-SSW 1400	2-m-SSW 1400 + SSD 1740	2-m-SSW 1400 + SSD1740 + SSD2200			
>50 dB(A)	653	4/1	5/1	6 /1	48/7	48/7			
>55 dB(A)	513	25/5	32/6	44/9	68/13	68/13			
>57 dB(A)	392	29/7	42/11	43/11	57/15	57/15			
>60 dB(A)	310	39/13	43/14	44/14	56 /18	56 /18			

Betroffene		großes Rechengebiet								
nachts	1	13	15	17	19	21	23			
		Differenz zum Bestand (absolut / in %)								
	Bestand	2m-SSW1400	2m-SSW1400	2m-SSW 1400	2m-SSW 1400	2m-SSW 1400	3m-SSW 1400			
		+ SSD 1400	+ SSD 1400	+ 2-m-MSSW	+ 2-m-MSSW	+ 2m-MSSW	+SSD 1740			
			+ SSD 1740	1740	1740 + 2-m-	1740				
- EO 4D(A)	1111	120 / 2	220 / 5	120 / 2	MSSW 1400	+ SSD 1740	2507/			
>50 dB(A)	4144	129 / 3	220 / 5	128 / 3	128 / 3	203/5	250/6			
>55 dB(A)	3006	149 / 5	246 / 8	180 / 6	181 / 6	272/9	347/12			
>57 dB(A)	2493	143 / 6	200 / 8	187 / 8	189 / 8	224/9	328/13			
>60 dB(A)	1958	141 / 7	203 / 10	164 / 8	167 / 9	213/11	428/22			
NKV 57		1,8	2,0	2,4	2,0	2,4	3,7			
Betroffene				kleines Rechen	gebiet					
Betroffene nachts	6	14	16			22	24			
	6	14	16	kleines Rechen	20	22	24			
	6 Bestand	14 2m·SSW1400		18	20	22 2m-SSW 1400	24 3m-SSW 1400			
			Diffe	18 renz zum Bestand (20 absolut / in %)	_ _				
		2m-SSW1400	Diffe 2m-SSW1400	18 renz zum Bestand (2m-SSW 1400	20 absolut / in %) 2m-SSW 1400	2m-SSW 1400	3m-SSW 1400			
nachts	Bestand	2m·SSW1400 + SSD 1400	Differ 2m-SSW1400 + SSD 1400 + SSD 1740	18 renz zum Bestand (2m·SSW 1400 + 2·m·MSSW 1740	20 absolut / in %) 2m·SSW 1400 + 2·m·MSSW 1740 + 2·m· MSSW 1400	2m-SSW 1400 + 2-m-MSSW 1740 + SSD 1740	3m·SSW 1400 +SSD 1740			
nachts >50 dB(A)	Bestand 653	2m·SSW1400 + SSD 1400	Diffe 2m·SSW1400 + SSD 1400 + SSD 1740 48 / 7	18 renz zum Bestand (2m·SSW 1400 + 2·m·MSSW 1740 19 / 3	20 absolut / in %) 2m·SSW 1400 + 2·m·MSSW 1740 + 2·m· MSSW 1400 19 / 3	2m-SSW 1400 + 2-m-MSSW 1740 + SSD 1740 58 / 9	3m-SSW 1400 +SSD 1740 51/8%			
nachts	Bestand	2m·SSW1400 + SSD 1400	Differ 2m-SSW1400 + SSD 1400 + SSD 1740	18 renz zum Bestand (2m·SSW 1400 + 2·m·MSSW 1740	20 absolut / in %) 2m·SSW 1400 + 2·m·MSSW 1740 + 2·m· MSSW 1400	2m-SSW 1400 + 2-m-MSSW 1740 + SSD 1740	3m·SSW 1400 +SSD 1740			
nachts >50 dB(A)	Bestand 653	2m·SSW1400 + SSD 1400	Diffe 2m·SSW1400 + SSD 1400 + SSD 1740 48 / 7	18 renz zum Bestand (2m·SSW 1400 + 2·m·MSSW 1740 19 / 3	20 absolut / in %) 2m·SSW 1400 + 2·m·MSSW 1740 + 2·m· MSSW 1400 19 / 3	2m-SSW 1400 + 2-m-MSSW 1740 + SSD 1740 58 / 9	3m-SSW 1400 +SSD 1740 51/8%			
>50 dB(A) >55 dB(A)	Bestand 653 513	2m-SSW1400 + SSD 1400 21 / 3 62 / 12	Differ 2m·SSW1400 + SSD 1400 + SSD 1740 48 / 7 103 / 20	18 renz zum Bestand (2m-SSW 1400 + 2-m-MSSW 1740 19 / 3 75 / 12	20 absolut / in %) 2m-SSW 1400 + 2-m-MSSW 1740 + 2-m- MSSW 1400 19 / 3 75 / 15	2m-SSW 1400 + 2-m-MSSW 1740 + SSD 1740 58 / 9 156 / 30	3m-SSW 1400 +SSD 1740 51/8% 94/18%			

Wie oben erwähnt, ist bei der Lärmsanierung das Nutzen-Kosten-Verhältnis zu beachten, da die Maßnahmen aus Mitteln des Bundes finanziert werden. Unter Beachtung der Wirtschaftlichkeit bei größtmöglichem Nutzen für die Anwohner kristallisiert sich die 3 m hohe Schallschutzwand mit Schienenstegdämpfern (Variante 23/24 - großes / kleines Rechengebiet) mit einem NKV von 3,7 bzw. 2,6

als Vorzugsvariante heraus. Die 3-m-Wand alleine erzielt ebenfalls diese NKV-Werte. Das bedeutet, dass die Kostensteigerung aufgrund zusätzlicher Schienenstegdämpfer durch den erhöhten Nutzen - also verstärkte Reduzierung der Betroffenenzahlen - ausgeglichen wird.

Zum Vergleich: Die Mittelwandvariante mit Schienenstegdämpfern auf der Strecke 1740 (Varianten 21 / 22) schneidet mit NKV-Werten von 2,4 / 2,1 aufgrund der höheren Kosten nicht so gut ab.

Als Resultat ist festzuhalten: Die Maßnahmenvariante 3-m-Schallschutzwand entlang der 1400er Strecke als Lückenschluss kombiniert mit Schienenstegdämpfern an der Strecke 1740 erreicht von den untersuchten Maßnahmen das beste Verhältnis von Entlastung Betroffener und Kosten. Die Zuwendungsfähigkeit der Maßnahme ist mit einem NKV > 1,0 nachgewiesen. Daher ist diese Maßnahme als Vorzugsvariante anzusehen und wird zur Umsetzung empfohlen.

Die Schallschutzwand soll als Lückenschluss zur bestehenden 2 m hohen Schallschutzwand im Bereich der Überführung Friedrich-Karl-Straße (km 1,935 bis km 2,780 entlang der Strecke 1401) mit einer Länge von 845 m ausgeführt werden. Die Schienenstegdämpfer werden von der Überführung Stader Straße (km 119,126 bis km 119,381, Strecke 1740) über eine Länge von 255 m in östliche Richtung geführt. Im Zusammenhang mit der öffentlichen Präsentation des Gutachtens am 15.8.2018 wurde festgestellt, dass im unmittelbaren östlichen Anschluss an das kleine Untersuchungsgebiet ein Gebäude unmittelbar an den Gleisanlagen existiert, das derzeit als Unterkunft für Flüchtlinge genutzt wird. Nach Auskunft des Bremer Senats ist eine langfristige Nutzung z.B. als Studentenwohnheim geplant. Daher wird empfohlen, die 3m Schallschutzwand und die SSD an der Strecke 1740 um ca. 50 m in östlicher Richtung zu verlängern.

Im Weiteren werden für die Vorzugsvariante Maßnahmen des passiven Schallschutzes untersucht.

8. Passiver Schallschutz

8.1 Vorzugsvariante: 3-m-Schallschutzwand an der Strecke 1400 + SSD an der Strecke 1740

Die zuwendungsfähige Vorzugsvariante bietet keinen Vollschutz, das heißt die Grenzwerte der Lärmsanierung werden zum Teil immer noch überschritten. Von 39 Gebäuden des Schutzabschnitts zwischen Stader Straße 119 und Stolzenauer Straße 24, bzw. Bennigsenstraße Nordseite, die ohne Schallschutzmaßnahmen dem Grunde nach Anspruch auf passiven Schallschutz haben, verbleiben nach dem "Lückenschluss" mit einer 3-m-hohen Schallschutzwand und Schienenstegdämpfern auf der Strecke 1740 noch 29 Gebäude mit Überschreitungen des Grenzwertes von 57 dB(A) nachts (siehe Tabelle 15). Der nächtliche Grenzwert von 57 dB(A) für allgemeine Wohngebiete gilt seit 2016. Mit dem Bundeshaushaltsgesetz 2016 wurden die Auslösewerte der Lärmsanierung um 3 dB(A) abgesenkt.

Bezogen auf Stockwerke verbleibt eine Anzahl von 92 (von 127), die zuwendungsfähige Maßnahmen des passiven Schallschutzes durchführen können (siehe Anlage 2). Die Zahl der Überschreitungen des Lärmsanierungsgrenzwertes von 57 dB(A) nachts erscheint nach Errichtung einer 3 m hohen Schallschutzwand und Schienenstegdämpfern an der Strecke 1740 noch relativ hoch. Dies ist dem Ausgangsniveau der Lärmpegel geschuldet. In der nach Stockwerken aufgeschlüsselten Beurteilungspegeltabelle (Anlage 2) ist ersichtlich, dass es an der Stolzenauer Straße z. T. Pegelminderungen von mehr als 9 dB(A) gibt, aber der Lärmsanierungsgrenzwert von 57 dB(A) nachts immer noch überschritten wird und somit passiver Lärmschutz trotz der aktiven Schallschutzmaßnahmen förderfähig bleibt.

Tabelle 15: Vorzugsvariante 3-m-Schallschutzwand entlang der Strecke 1401 von km 1,935 bis km 2,780 über eine Länge von 845 m + Schienenstegdämpfer an der Strecke 1740 von km 119,126 bis km 119,381 über eine Länge von 255 m.

Anspruchsberechtigte Gebäude nach Maßgabe der 24. BlmSchV auf passiven Schallschutz im Bereich Stolzenauer Straße 4 bis 24 / Stader Straße / Benningsenstraße / Petershagener Straße

IO-Nr.	PLZ / Ort	Straße / Hausnr.
A39	28207 Bremen	Bennigsenstraße 30
A40	28207 Bremen	Bennigsenstraße 32
A84	28207 Bremen	Bennigsenstraße 34
A128	28207 Bremen	Bennigsenstraße 36
A122	28207 Bremen	Bennigsenstraße 48
A120	28207 Bremen	Bennigsenstraße 56
A131	28207 Bremen	Bennigsenstraße 58
A130	28207 Bremen	Bennigsenstraße 60
A133	28207 Bremen	Bennigsenstraße 62
A132	28207 Bremen	Bennigsenstraße 64
A127	28207 Bremen	Bennigsenstraße 66
A126	28207 Bremen	Bennigsenstraße 68
A129	28207 Bremen	Bennigsenstraße 68 b
A41	28207 Bremen	Petershagener Straße 2-6
A306	28207 Bremen	Stader Straße 119
A308	28207 Bremen	Stolzenauer Straße 4
A307	28207 Bremen	Stolzenauer Straße 6
A314	28207 Bremen	Stolzenauer Straße 8
A348	28207 Bremen	Stolzenauer Straße 9-11
A321	28207 Bremen	Stolzenauer Straße 10
A320	28207 Bremen	Stolzenauer Straße 12
A318	28207 Bremen	Stolzenauer Straße 14
A322	28207 Bremen	Stolzenauer Straße 18
A324	28207 Bremen	Stolzenauer Straße 20
A317	28207 Bremen	Stolzenauer Straße 22
A349	28207 Bremen	Stolzenauer Straße 24
A50	28207 Bremen	Stolzenauer Straße 1
A47	28207 Bremen	Stolzenauer Straße 3
A48	28207 Bremen	Stolzenauer Straße 5
A37	28207 Bremen	Stolzenauer Straße 7
A42	28207 Bremen	Stolzenauer Straße 13

Quelle Straßen und Hausnummern: OpenStreetMap

Diese Untersuchung umfasst 39 Seiten. Die auszugsweise Vervielfältigung der Untersuchung ist nur mit Zustimmung der Möhler + Partner Ingenieure AG gestattet.

Augsburg, den 29.10.2018

Möhler + Partner Ingenieure AG

i. A. Dipl.-Geogr. Andrea Höcker

ppa. Dipl.-Ing. Manfred Liepert

M. hight

9. Anlagen

Anlage 1 Übersichtslageplan Maßnahme SSW 3m + SSD 1740

Anlage 2 Pegelliste (Maßnahme: Schallschutzwand h = 3m + SSD 1740)

Anlage 3 Verkehrsdaten