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

Bericht Nr. 250-5443-08

im Auftrag der

DB Netz AG
I.NVS 4
60486 Frankfurt am Main

Augsburg, im August 2018

MÖHLER+PARTNER
INGENIEURE AG

BERATUNG IN SCHALLSCHUTZ + BAUPHYSIK
MÜNCHEN | AUGSBURG | BAMBERG

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

Bericht-Nr.: 250-5443-08

Datum: 09.08.2018

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 9

2. Abkürzungen 10

3. Örtliche Gegebenheiten 11

4. Grundlagen 12

4.1 Methodik 12

4.2 Verkehrsmengen 13

4.3 Erhebung der Ausgangssituation 14

4.4 Schallschutzmaßnahmen 14

4.4.1 Schallschutzmaßnahmen am Schienensteg – Schienenstegdämpfer (SSD) 14

4.4.2 Schallschutzmaßnahmen am Ausbreitungsweg - Schallschutzwand (SSW) 15

5. Akustische Berechnungen 16

5.1 Grundlagen des Berechnungsverfahrens 16

5.1.1 Immissionspunkte an Gebäudefassaden 16

5.1.2 Zuordnung der Einwohnerzahlen zu Gebäuden 16

5.1.3 Pegelentlastung der Einwohner 17

5.2 Schallemissionsberechnungen 17

5.3 Berechnungsmodell 19

5.3.1 Grundmodell mit bestehenden Schallschutzmaßnahmen 19

5.3.2 Recheneinstellungen 20

5.3.3 Vorgehensweise bei den Variantenberechnungen 20

6. Bewertungsmodell für die Schallschutzmaßnahmen in Bezug auf Wirksamkeit und Kosten 28

6.1 Kostenansätze für die Bewertung von Schallschutzmaßnahmen 28

6.2 Bewertung nach dem Nutzen-Kosten-Verhältnis NKV 28

7. Bewertung der Schallschutzmaßnahmen 30

7.1 Berechnung des Nutzen-Kosten-Verhältnisses NKV 30

7.2 Verhältnismäßigkeit der Schallschutzmaßnahmen, Förderfähigkeit und Kostenansatz 30

7.3 Vorschlag von Schallschutzmaßnahmen und deren Kosten 30

8. Passiver Schallschutz 33

8.1 Vorzugsvariante: 2-m-Schallschutzwand an der Strecke 1400 + SSD an der Strecke 1740 33

8.2 Alternativmaßnahme: 3-m-Schallschutzwand an der Strecke 1400 + SSD an der Strecke 1740 35

9. Maßnahmenabwägung 37

10. Anlagen 40

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Untersuchungsgebiet (Quelle: Openstreetmap) mit Streckennummern 11

Abbildung 2: Lage der Rechengebiete (Umgriffe); in rot ist die Lage der Gebäude Stolzenauer Straße 4-24 zu erkennen 12

Abbildung 3: Schienenstegdämpfer 15

Abbildung 4: Streckenübersichtsplan 17

Abbildung 5: Bremen – Stolzenauer Straße 4 bis 24, Gebäudelärmkarte – Nacht – Prognose 2025 – Bestand ohne Maßnahme 21

Abbildung 6: Bremen – Stolzenauer Straße 4 bis 24, Gebäudelärmkarte – Nacht – Prognose 2025 – Maßnahme – Lückenschluss mit 2 m Höhe 22

Abbildung 7: Bremen – Stolzenauer Straße 4 bis 24, Gebäudelärmkarte – Nacht – Prognose 2025 – Maßnahme – Lückenschluss mit 3 m Höhe 22

Abbildung 8: Stolzenauer Straße 18, Erdgeschoss mit Garagen 23

Abbildung 9: Lückenschluss h = 2 m an vorhandene Schallschutzwand anschließend + Schienenstegdämpfer an der Strecke 1740 24

Abbildung 10: Lage der Mittelschallschutzwände 26

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Abkürzungen und (Tabellen-)Bezeichnungen 10

Tabelle 2: Verkehrsmengen, Streckenabschnitt Bremen – entlang Stolzenauer Straße von Friedrich-Karl-Straße bis Frauenburger Weg 13

Tabelle 3: Pegel der längenbezogenen Schallleistung $L_{W'A}$ der Strecken im Untersuchungsabschnitt für den Zustand 2016 in [dB(A)] 18

Tabelle 4: Brücken und deren Kategorisierung im Bereich der Baumaßnahme 19

Tabelle 5: Betroffenheitsänderung durch Schallschutzwandvarianten für den Zeitraum L_{rN} 21

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) 24

Tabelle 7: Zusatzvariante Schallschutzwand 2-3 m an der Strecke 1400 (Betroffenheitsänderung) 25

Tabelle 8: Kombination 2-m-Wand (südl. Lückenschluss) mit Schienenstegdämpfern auf den Strecken 1400 und 1740 25

Tabelle 9: Varianten der 2-m-Wand an der Strecke 1400 mit Schienenstegdämpfern und Mittelwänden (Betroffenheitsänderung) 26

Tabelle 10: 2-m-Schallschutzwand an der Strecke 1400 mit Vorzugsmittelwandvariante an der Strecke 1740 und Schienenstegdämpfern auf der Strecke 1740 27

Tabelle 11: Kostenansatz für die Bewertung von Schallschutzmaßnahmen 28

Tabelle 12: Maßnahmenübersicht (2-12) mit Nutzen-/ Kostenverhältnis-Kennwert NKV 57 31

Tabelle 13: Maßnahmenübersicht (13-22) mit Nutzen-/ Kostenverhältnis-Kennwert NKV 57 31

Tabelle 14: Maßnahme 2-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 34

Tabelle 15: Alternativmaßnahme 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. 35

Tabelle 17: Nachts von höheren Lärmpegeln als LrN = 50 / 55 / 57 / 60 dB(A) betroffene Einwohner – kleines Rechengebiet 37

Tabelle 18: Passiver Schallschutz – verbleibende förderfähige Gebäude und Stockwerke 38

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. BImSchV) vom 6. März 2006, Bundesgesetzblatt Jahrgang 2006 Teil I Nr. 12, ausgegeben zu Bonn am 15. März 2006

[7] DIN ISO 9613-2: Akustik - Dämpfung 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 - VLärmSchR 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. BImSchGÄndG) vom 02. Juli 2013 (BGBl. 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

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 Schallschutzwände unterschiedlicher Höhen, die südlich der Gleistrasse an die im Westen bereits vorhandene Schallschutzwand anschließen und somit einen Lückenschluss darstellen. Eine Vorzugswandvariante, die sich aus der Ermittlung der Betroffenenzahlen ergibt, wird mit Schienenstegdämpfern auf unterschiedlichen Strecken und Mittelschallschutzwänden kombiniert. Im iterativen Verfahren stellte sich im Pegelbereich über 60 dB(A) nachts eine 2-m hohe Schallschutzwand in Kombination mit Schienenstegdämpfern auf der Strecke 1740 als die sinnvollste Maßnahme heraus, um möglichst viele Lärmbetroffene zu entlasten und wird daher empfohlen.

Als Alternative wurde eine 3-m-hohe Schallschutzwand mit Schienenstegdämpfern auf der Strecke 1740 in Betracht gezogen. Diese hat eine geringfügig bessere Wirkung, allerdings städtebauliche Nachteile. Da die Bebauung deutlich niedriger als das angrenzende Gleis liegt, wirken Schallschutzwände, die ab Schienenoberkante bemessen sind, deutlich höher.

Trotz der teilweise deutlichen Senkung der Beurteilungspegel durch die Schallschutzmaßnahmen verbleibt (auch bei der Alternativvariante) 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. Dieser wird auch mit der 3-m-Variante an den Fassaden der Stolzenauer Straße 4-24 nicht unterschritten.

Die Berechnung des Nutzen-/ Kostenverhältnis-Kennwerts NKV 57, der einen höheren Wert als 1,0 aufweisen muss, belegt die Zuwendungsfähigkeit der Maßnahmen.

Aus der schalltechnischen Untersuchung geht als Vorzugsvariante die 2 m hohe Schallschutzwand kombiniert mit Schienenstegdämpfern auf der Strecke 1740 hervor. 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.

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. BImSchV) 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 darüber 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.

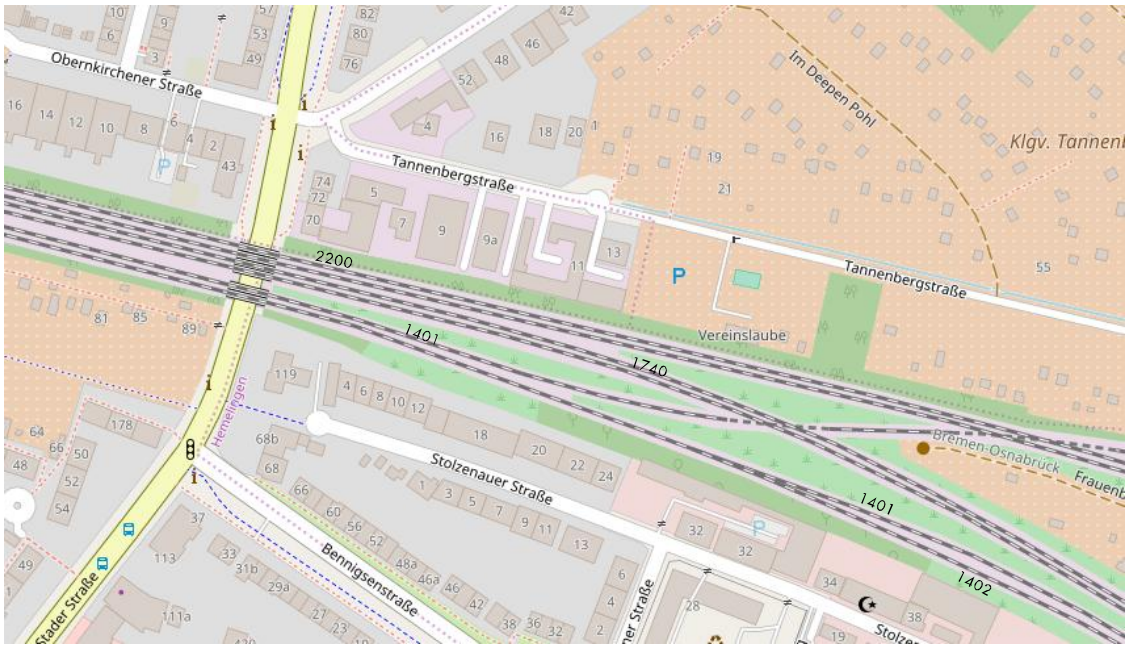

Abbildung 1: Untersuchungsgebiet (Quelle: Openstreetmap) mit Streckennummern

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 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

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 nicht angewendet.

4.2 Verkehrsmengen

Als Ausgangsdaten für die Schallemissionsberechnungen wurden die Verkehrsmengendaten vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt; diese sind in folgenden Tabellen für die wesentlichen Streckenabschnitte zusammengefasst.

Tabelle 2: Verkehrsmengen, Streckenabschnitt Bremen – entlang Stolzenauer Straße von Friedrich-Karl-Straße bis Frauenburger Weg

		GZ		RV		FV		Summe	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
Strecke 1402 Abschnitt Bremen-Hastedt bis HB-Vahr Einmündung 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-Sebaldsbrück bis HB-Vahr Einmündung 1402 + Gleiszusammenführung									
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 Gleiszusammenführung bei km 2,1	Prognose 2025	55	36	18	6	-	-	73	42
Strecke 1401 linkes Gleis ab Einm. 1402 bei km 1,9 bis Gleiszusammenführung bei km 2,1	Prognose 2025	59	31	-	-	-	-	59	31
Strecke 1401 Abschnitt Gleiszusammenführung bei km 2,1 bis Abzw. 1500 (beide Richtungen)	Prognose 2025	114	67	18	6	-	-	132	73
Strecke 2200 Abschnitt Bremen-Hastedt									

Tabelle 2: Verkehrsmengen, Streckenabschnitt Bremen – entlang Stolzenauer Straße von Friedrich-Karl-Straße bis Frauenburger Weg

		GZ		RV		FV		Summe	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
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-Sebaldsbrück									
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.

5. 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 BImSchG (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:

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

Es bedeuten:

EZ Einwohnerzahl

GZ Geschosszahl

G Grundfläche des Gebäudes

WE Wohnfläche pro Einwohner, 41 m^2 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.

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.

Die nach Schall 03 errechneten Pegel der längenbezogenen Schallleistung $L_{W'A}$ 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:

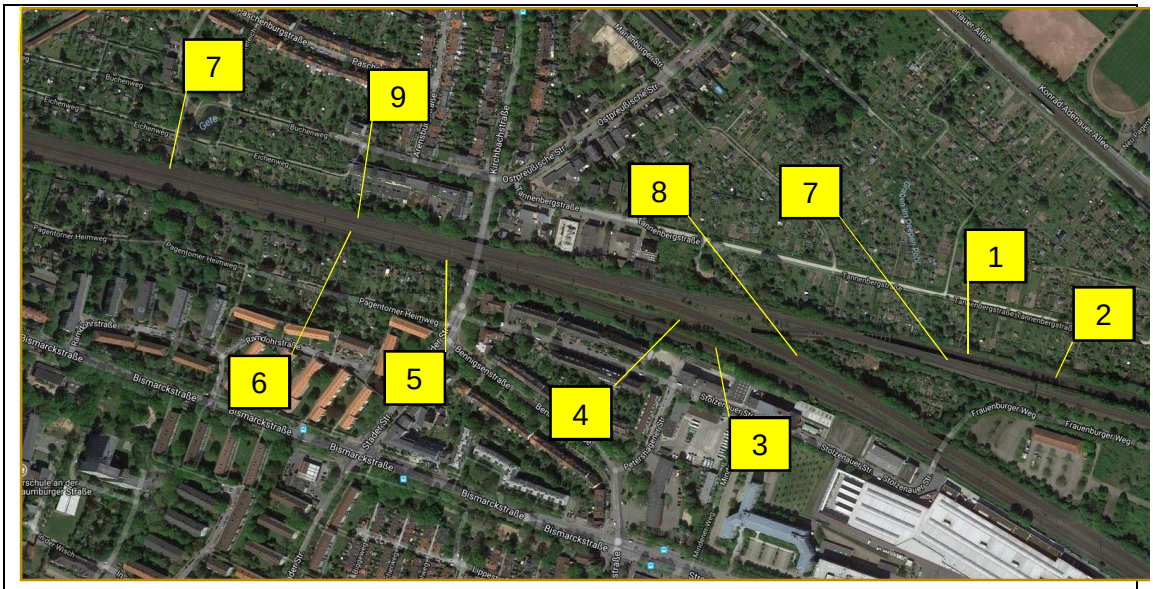

Abbildung 4: Streckenübersichtsplan

Tabelle 3: Pegel der längenbezogenen Schallleistung $L_{W'A}$ der Strecken im Untersuchungsabschnitt für den Zustand 2016 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. BImSchV		
		Zeile	Spalte	Brücken- und Fahrbahn-art
236.4+19.1 bis 236.4+65.7	Kreuzungsbauwerk Strecke 2200	3	B	Brücken mit massiver Fahrbahnplatte oder mit bes. stählernem Überbau und Schwellengleis im Schotterbett
119.0+68.2 bis 119.1+12.3	Kreuzungsbauwerk Strecke 1740 Richtungsgleis	3	B	Brücken mit massiver Fahrbahnplatte oder mit bes. stählernem Überbau und Schwellengleis im Schotterbett
119.4	EÜ Kirchbachstraße Strecke 1740	3	B	Brücken mit massiver Fahrbahnplatte oder mit bes. stählernem Überbau und Schwellengleis im Schotterbett
120.1	EÜ Friedrich-Karl-Straße Strecke 1740	3	B	Brücken mit massiver Fahrbahnplatte oder mit bes. stählernem Überbau und Schwellengleis im Schotterbett

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. BImSchV [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.

5.3.3.1 Varianten an der Strecke 1400 (1401 / 1402) mit unterschiedlichen Schallschutzwandhöhen

Zunächst wurde ein Lückenschluss zur vorhandenen Schallschutzwand an der Überführung Friedrich-Karl-Straße mit unterschiedlichen Wandhöhen (2 m / 3 m) untersucht. Zum Vergleich der Wirksamkeit eignet sich am besten der Vergleich der Betroffenenzahlen im Nachtzeitraum für Lärmpegel über 60 dB(A).

Mit einer 2 m hohen Schallschutzwand werden innerhalb des großen Rechengebiets gegenüber dem Bestand 5% der Betroffenen entlastet. Die 3-m-Wand reduziert die Zahl der belasteten Anwohner um 19%. Bei Betrachtung des kleinen Rechengebiets, das stärker die Wirkung an den Gebäuden Stolzenauer Straße 4 – 24 herauskehrt, ergibt sich eine Entlastung durch die 2-m-Wand von 13 % (absolut 37 Personen), bei der 3-m-Wand von 16 % (absolut 46 Personen).

Tabelle 5: Betroffenheitsänderung durch Schallschutzwandvarianten für den Zeitraum L_{rN}

Betroffene nachts	großes Rechengebiet			kleines Rechengebiet		
	1	**2**	**3**	**6**	**7**	**8**
	Bestand	Differenz zum Bestand (absolut / in %)		Bestand	Differenz zum Bestand (absolut / in %)	
		2-m-SSW 1400	3-m-SSW 1400		2-m-SSW 1400	3-m-SSW 1400
>50 dB(A)	4120	59/1	184/ 5	625	2/0	8 /1
>55 dB(A)	2975	73/3	255/ 9	479	17/4	45/9
>57 dB(A)	2473	97/4	270/11	367	18/5	42/11
>60 dB(A)	1939	95/**5**	370/**19**	285	37/**13**	46/**16**

Solche Betroffenheitsanalysen stehen stets in einem engen Zusammenhang zur Größe des Rechengebietes. 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 9 Personen (3%) 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.

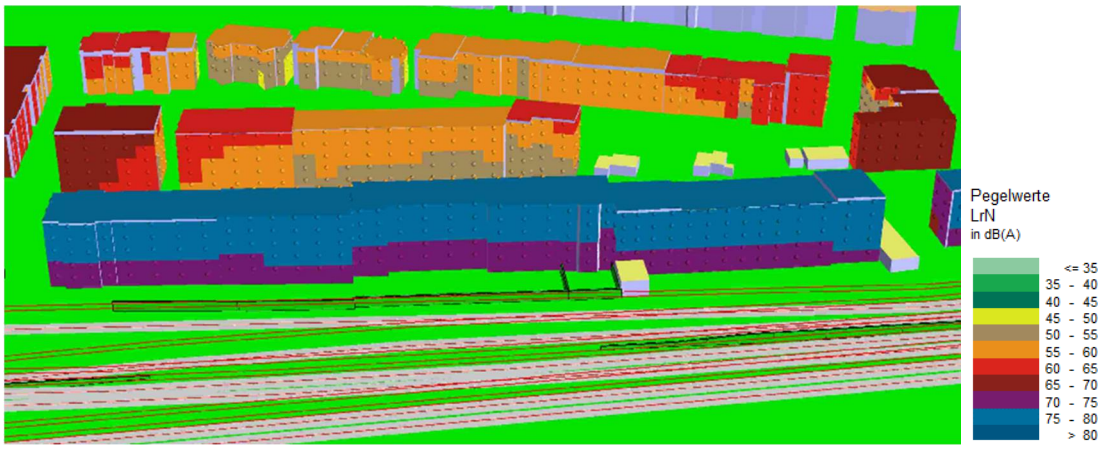

Abbildung 5: Bremen – Stolzenauer Straße 4 bis 24, Gebäudelärmkarte – Nacht – Prognose 2025 – Bestand ohne Maßnahme

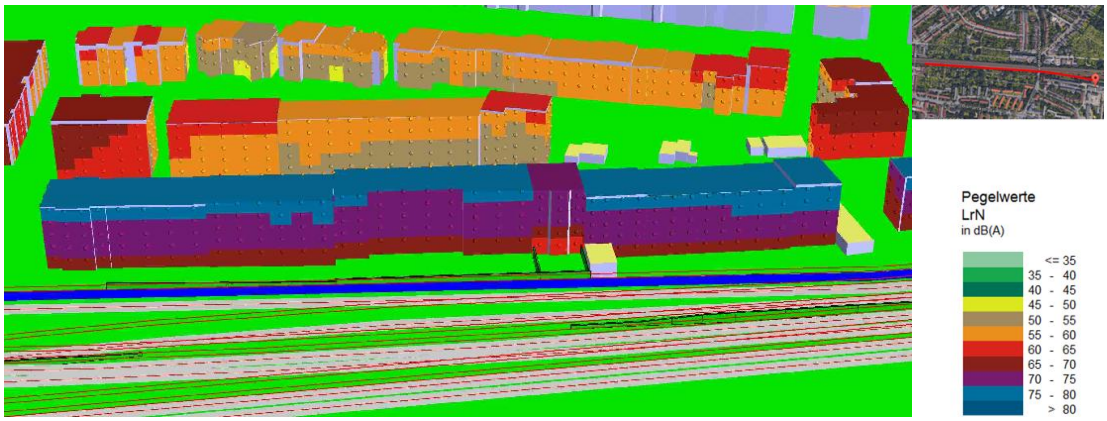

Abbildung 6: Bremen – Stolzenauer Straße 4 bis 24, Gebäudelärmkarte – Nacht – Prognose 2025 – Maßnahme – Lückenschluss mit 2 m Höhe

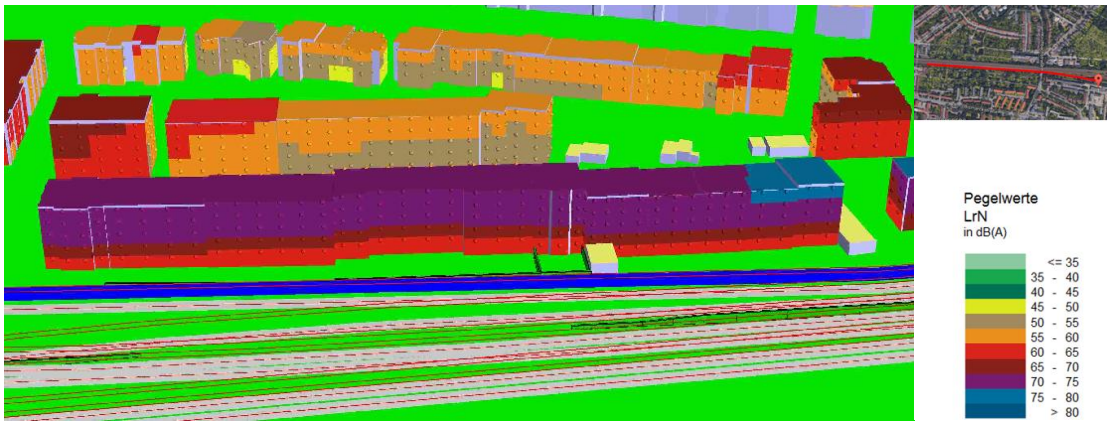

Abbildung 7: Bremen – Stolzenauer Straße 4 bis 24, Gebäudelärmkarte – Nacht – Prognose 2025 – Maßnahme – Lückenschluss mit 3 m Höhe

Die obigen Abbildungen zeigen, dass es zwar Pegelminderungen 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. Schallschutzwände mit einer Höhe von 2-3 m sind insbesondere für die unteren Stockwerke effizient.

Weiterhin ist der geplante Lärmschutz 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.

Es ist zu beachten, dass es für Bewohner von Erdgeschosswohnungen unangenehm sein kann, auf eine sehr hohe Wand zu blicken. Daher wird als Zwischenvorzugsvariante die 2-m-Wand für die nächsten Schritte empfohlen. Bei einer 2-m-Schallschutzwandhöhe ist nicht von einem Akzeptanzproblem bei den Anwohnern der unteren Etagen auszugehen. Diese Wand soll 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 (westlichen Bereich des großen Rechengebietes) anschließen.

Im Rahmen der weiteren Untersuchungen soll nun die Wirksamkeit dieser Vorzugsvariante durch eine gezielte Kombination mit anderen Maßnahmen überprüft werden.

5.3.3.2 Varianten mit Schienenstegdämpfern an der Strecke 1740

Aufgrund der Entscheidung für die 2-m-Schallschutzwand entlang der Strecke 1400 (als südlicher Lückenschluss an die vorhandene 2-m-Wand anschließend) wird diese zunächst mit Schienensteg-

dämpfern 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 21 % (absolut 61 Personen) gegenüber der 3-m-Wand mit 16 % (absolut 46 Personen) eine deutlich größere Wirksamkeit aufweist. Die Hinzunahme weiterer Schienenstegdämpfer auf der Strecke 2200 (21%) 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)

Betroffene nachts	kleines Rechengebiet			
	7	**8**	**9**	**10**
	Bestand	Differenz zum Bestand (absolut / in %)		
		3-m-SSW 1400	2-m-SSW 1400 + SSD 1740	2-m-SSW 1400 + SSD1740 + SSD 2200
>50 dB(A)	625	8 /1	33 / 5	36 / 6
>55 dB(A)	479	45/9	77 / 16	77 / 16
>57 dB(A)	367	42/11	49 / 13	50 / 14
>60 dB(A)	285	46/**16**	61 / **21**	61 / **21**

Aufgrund der deutlichen Verbesserung der Lärmsituation durch die Kombination der 2-m-Wand an der Strecke 1400 mit Schienenstegdämpfern auf der Strecke 1740 wurde diese Maßnahmenkombination zur aktuellen vorläufigen Vorzugsvariante erklärt.

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

5.3.3.3 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 jedoch gegenüber der durchgehenden 2-m-Schallschutzwand keine signifikanten Vorteile.

Tabelle 7: Zusatzvariante Schallschutzwand 2-3 m an der Strecke 1400 (Betroffenheitsänderung)

Betroffene nachts	großes Rechengebiet		kleines Rechengebiet	
	1	**11**	**6**	**12**
	Bestand	Differenz zum Bestand (absolut / in %)	Bestand	Differenz zum Bestand (absolut / in %)
		2-3-m-SSW 1400		2-3-m-SSW 1400
>50 dB(A)	4120	94 / 2	625	1 / 0
>55 dB(A)	2975	107 / 4	479	18 / 4
>57 dB(A)	2473	153 / 6	367	37 /10
>60 dB(A)	1939	149 / **8**	285	45 /**16**

Angesichts der bereits diskutierten Argumentationen bzgl. der städtebaulichen Verträglichkeit sowie Akzeptanz von höheren Schallschutzwänden bleibt der südliche Lückenschluss als durchgängige 2-m-Wand an der Strecke 1400, kombiniert mit Schienenstegdämpfern auf der Strecke 1740, die Vorzugsvariante.

5.3.3.4 Überprüfung der Wirksamkeit von Schienenstegdämpfern auf der Strecke 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 15 % gegenüber 21 %; siehe nachfolgende Tabelle).

Auch 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 nur geringfügig wirksamer (22 %) als die 2-m-Wand an der Strecke 1400 + SSD an der Strecke1740 (21 %) alleine. Daher bleibt die 2-m-Wand an der Strecke 1400 + SSD an der Strecke1740 die Vorzugsvariante (siehe nachfolgende Tabellen).

Tabelle 8: Kombination 2-m-Wand (südl. Lückenschluss) mit Schienenstegdämpfern auf den Strecken 1400 und 1740

Betroffene nachts	großes Rechengebiet			kleines Rechengebiet		
	1	**13**	**15**	**6**	**14**	**16**
	Bestand	Diff. zum Bestand (absolut / in %)		Bestand	Diff. zum Bestand (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)	4120	94 / 2	223 / 5	625	20 / 3	49 / 8
>55 dB(A)	2975	107 / 4	240 / 8	479	58 / 12	97 / 20
>57 dB(A)	2473	145 / 6	145 / 6	367	29 / 8	62 / 17
>60 dB(A)	1939	149 / **8**	208 / **11**	285	43 / **15**	63 / **22**

5.3.3.5 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.

Variante 19/20: Mittelschallschutzwand an der Strecke 1740

Variante 21/22: Mittelschallschutzwand an der Strecke 1740 + Mittelschallschutzwand an der Strecke 1400

Abbildung 10: Lage der Mittelschallschutzwände

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) signifikant:

- Von 5% auf 9% im großen Rechengebiet
- Von 13% auf 20% im kleinen Rechengebiet

Tabelle 9: Varianten der 2-m-Wand an der Strecke 1400 mit Schienenstegdämpfern und Mittelwänden (Betroffenheitsänderung)

Betroffene nachts	großes Rechengebiet					kleines Rechengebiet				
	1	**13**	**15**	**17**	**19**	**6**	**14**	**16**	**18**	**20**
	Bestand	Differenz zum Bestand (absolut / in %)				Bestand	Differenz zum Bestand (absolut / in %)			
		2-m-SSW 1400 + SSD 1400	2-m-SSW 1400 + SSD 1400 + SSD 1740	2-m-SSW 1400 + 2-m-MSSW 1740	2-m-SSW 1400 + 2-m-MSSW 1740 + 2-m-MSSW 1400		2-m-SSW 1400 + SSD 1400	2-m-SSW 1400 + SSD 1400 + SSD 1740	2-m-SSW 1400 + 2-m-MSSW 1740	2-m-SSW 1400 + 2-m-MSSW 1740 + 2-m-MSSW 1400
>50 dB(A)	4120	94 / 2	223 / 5	131 / 3	132 / 3	625	20 / 3	49 / 8	15 / 2	15 / 2
>55 dB(A)	2975	107 / 4	240 / 8	170 / 6	172 / 6	479	8 / 12	7 / 20	66 / 14	67 / 14
>57 dB(A)	2473	145 / 6	145 / 6	187 / 8	188 / 8	367	29 / 8	62 / 17	66 / 18	67 / 18
>60 dB(A)	1939	149 / **8**	208 / **11**	169 / **9**	172 / **9**	285	43 / **15**	63 / **22**	57 / **20**	59 / **21**

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.

Daher gilt die 2-m-Mittelwand an der Strecke 1740 als Favorit bei den bisher untersuchten Mittelwandvarianten.

Durch die Kombination der Vorzugsmittelwandvariante (17/18) an der Strecke 1740 mit Schienenstegdämpfern SSD 1740 (Variante 21/22) bei gleichzeitigem Einsatz einer 2-m-Wand an der Strecke 1400 (südlicher Lückenschluss) kann eine leichte Verbesserung der Lärmminderung bzgl. des großen Rechengebiets von 9% auf 11% erzielt werden.

Bezüglich des kleinen Rechengebiets (Variante 22) ist diese Maßnahme deutlich wirksamer. Die Effizienz wird von 20% auf 26% verbessert.

Tabelle 10: 2-m-Schallschutzwand an der Strecke 1400 mit Vorzugsmittelwandvariante an der Strecke 1740 und Schienenstegdämpfern auf der Strecke 1740

Betroffene nachts	großes Rechengebiet			kleines Rechengebiet		
	1	**17**	**21**	**6**	**18**	**22**
	Bestand	Diff. zum Bestand (absolut / in %)		Bestand	Diff. zum Bestand (absolut / in %)	
		2-m-SSW 1400 + 2-m-MSSW 1740	2-m-SSW 1400 + 2-m-MSSW 1740 + SSD 1740		2-m-SSW 1400 + 2-m-MSSW 1740	2-m-SSW 1400 + 2-m-MSSW 1740 + SSD 1740
>50 dB(A)	4120	131 / 3	205/ 5	625	15 / 2	53 / 9
>55 dB(A)	2975	170 / 6	267/ 9	479	66 / 14	153/ 32
>57 dB(A)	2473	187 / 8	227/ 9	367	66 / 18	91/ 25
>60 dB(A)	1939	169 / **9**	218/ **11**	285	57 / **20**	74 / **26**

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 11: Kostenansatz für die Bewertung von Schallschutzmaßnahmen

Schallschutzmaßnahme	Erstellungskosten in EUR/m
Schienenstegabschirmung / Schienenstegdämpfung* (1Gleis)	226,-
Schallschutzwand (2m)	1.300,-
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.

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

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 $L_{eq} \geq 57 dB(A)$ einschl. Hotel/Pension,

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

$Kosten$ Kosten der Schallschutzmaßnahme in Euro,

t 25 Jahre, die anzusetzende Nutzungsdauer.

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.

7.3 Vorschlag von Schallschutzmaßnahmen und deren Kosten

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 12 oben). Dieselbe Maßnahme trägt bezogen auf das kleine Rechengebiet die Nummer 7 (Tabelle 12 unten).

Tabelle 12: Maßnahmenübersicht (2-12) mit Nutzen-/ Kostenverhältnis-Kennwert NKV 57

Betroffene nachts	großes Rechengebiet					
	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)	4120	59/1	94 /2	184/ 5	183 / 4	188 / 5
>55 dB(A)	2975	73/3	107/4	255/ 9	210 / 7	214 / 7
>57 dB(A)	2473	97/4	153/6	270/11	190 / 8	195 / 8
>60 dB(A)	1939	95/5	149/8	370/19	204/11	207/11
NKV 57		**2,0**	**2,2**	**3,6**	**2,2**	**1,8**

Betroffene nachts	kleines Rechengebiet					
	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)	625	2/ 0	1/ 0	8 / 1	33/ 5	36/ 6
>55 dB(A)	479	17/ 4	18/ 4	45/ 9	77/16	77/16
>57 dB(A)	367	18/ 5	37/10	42/11	49/13	50/14
>60 dB(A)	285	37/13	45/16	46/16	61 /21	61 /21
NKV 57		**1,7**	**2,4**	**2,5**	**1,9**	**1,4**

Tabelle 13: Maßnahmenübersicht (13-22) mit Nutzen-/ Kostenverhältnis-Kennwert NKV 57

Betroffene nachts	großes Rechengebiet					
	1	13	15	17	19	21
	Differenz zum Bestand (absolut / in %)					
	Bestand	2-m-SSW 1400 + SSD 1400	2-m-SSW 1400 + SSD 1400 + SSD 1740	2-m-SSW 1400 + 2-m-MSSW 1740	2-m-SSW 1400 + 2-m-MSSW 1740 + 2-m-MSSW 1400	2-m-SSW 1400 + 2-m-MSSW 1740 + SSD 1740
>50 dB(A)	4120	94 / 2	223 / 5	131 / 3	132 / 3	205/ 5
>55 dB(A)	2975	107 / 4	240 / 8	170 / 6	172 / 6	267/ 9
>57 dB(A)	2473	145 / 6	145 / 6	187 / 8	188 / 8	227/ 9
>60 dB(A)	1939	149 / 8	208 / 11	169 / 9	172 / 9	218/ 11
NKV 57		**0,6**	**0,7**	**0,8**	**0,7**	**0,8**

Betroffene nachts	kleines Rechengebiet					
	6	14	16	18	20	22
	Differenz zum Bestand (absolut / in %)					
	Bestand	2-m-SSW 1400 + SSD 1400	2-m-SSW 1400 + SSD 1400 + SSD 1740	2-m-SSW 1400 + 2-m-MSSW 1740	2-m-SSW 1400 + 2-m-MSSW 1740 + 2-m-MSSW 1400	2-m-SSW 1400 + 2-m-MSSW 1740 + SSD 1740
>50 dB(A)	625	20 / 3	49 / 8	15 / 2	15 / 2	53 / 9
>55 dB(A)	479	58 / 12	97 / 20	66 / 14	67 / 14	153 / 32
>57 dB(A)	367	29 / 8	62 / 17	66 / 18	67 / 18	91/ 25
>60 dB(A)	285	43 / 15	63 / 22	57 / 20	59 / 21	74 / 26
NKV 57		**0,4**	**0,6**	**0,9**	**0,8**	**0,8**

Ein Vollschutz wäre nur mit einer unrealistisch hohen Schallschutzwand zu erreichen. Unter Beachtung einer städtebaulichen Verträglichkeit, der Anschlusshöhe der vorhandenen Wand an der Friedrich-Karl-Straße und in Anbetracht der Zusammenführung der schalltechnischen Wirksamkeit und der Regelung der Zuwendungsfähigkeit der Maßnahme bei einem NKV > 1,0 ergibt sich die Maßnahmenkombination aus der 2-m-Wand an der Strecke 1400 + SSD an der Strecke 1740 als zuwendungsfähige Vorzugsvariante.

8. Passiver Schallschutz

8.1 Vorzugsvariante: 2-m-Schallschutzwand an der Strecke 1400 + SSD an der Strecke 1740

Die zuwendungsfähige Vorzugsvariante bietet keinen Vollschutz. 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 2-m-hohen Schallschutzwand und Schienenstegdämpfern auf der Strecke 1740 noch 31 Gebäude mit Überschreitungen des Grenzwertes von 57 dB(A) nachts (siehe Tabelle 14).

Bezogen auf Stockwerke verbleibt eine Anzahl von 99 (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 2 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 7 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 14: Maßnahme 2-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. BImSchV 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

8.2 Alternativmaßnahme: 3-m-Schallschutzwand an der Strecke 1400 + SSD an der Strecke 1740

Als Alternative soll an dieser Stelle dargestellt werden, wie sich die bisherige Vorzugsvariante mit einer 3-m-hohen Schallschutzwand bezüglich des passiven Schallschutzes auswirkt. Alle Berechnungen wurden entsprechend der anderen Variantenuntersuchungen durchgeführt, ebenso die Betroffenenanalyse.

Tabelle 15: Alternativmaßnahme 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. BImSchV 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

Von 39 Gebäuden des Untersuchungsgebiets, 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).

Förderfähige Maßnahmen des passiven Schallschutzes können die Bewohner von 92 Stockwerken (von 127) durchführen (siehe Anlage 4). Die Zahl der Überschreitungen des Lärmsanierungsgrenzwertes von 57 dB(A) nachts ist auch bei Realisierung einer 3-m-hohen Schallschutzwand und Schienenstegdämpfern an der Strecke 1740 noch erheblich. In der nach Stockwerken aufgeschlüsselten Beurteilungspegeltabelle (Anlage 4) ist ersichtlich, dass an der Stolzenauer Straße durch die Maßnahme z. T. Pegelminderungen von mehr als 9 dB(A) auftreten. Dennoch gibt es mit der 3-m-Variante noch zahlreiche Überschreitungen des Lärmsanierungsgrenzwerts von 57 dB(A) nachts. Somit bleibt passiver Lärmschutz trotz der aktiven Schallschutzmaßnahmen förderfähig.

9. Maßnahmenabwägung

Die zunächst im Rahmen der Variantenuntersuchung ermittelte Vorzugsvariante (SSW 2 m + SSD 1740) wird im Folgenden der Alternativvariante (SSW 3 m + SSD 1740) tabellarisch gegenübergestellt, um eine abschließende Bewertung vornehmen zu können.

Tabelle 16 gibt einen Überblick über die Zahl der entlasteten Anwohner ab dem nächtlichen Grenzwert der Lärmsanierung von 57 dB(A) und ab 60 dB(A). Bei Betrachtung der Pegel > 57 dB(A) – nächtlicher Grenzwert der Lärmsanierung – werden durch die 3-m-Wand-Variante 17 % der Anwohner entlastet, gegenüber 13 % durch die 2-m-Wand-Variante. Bei Betrachtung des vormaligen Grenzwertes der Lärmsanierung (nachts) von 60 dB(A) ist keine maßgebliche Verbesserung der Betroffenenzahlen durch die 3-m-Variante zu erkennen. Die Zahl der entlasteten Personen steigt bei der höheren Wandvariante absolut von 61 auf 62 (relativ von 21% auf 22 %) und lässt keine Rechtfertigung für die höhere Wandvariante erkennen.

Die Kosten für die 845 m lange und 2 m hohe Schallschutzwand (ab km 1,935 bis km 2,780), als Lückenschluss zur vorhandenen 2 m hohen Schallschutzwand im Bereich Überführung Friedrich-Karl-Straße, betragen zusammen mit den Kosten für Schienenstegdämpfer auf der 1740er Strecke über eine Länge von 255 m (km 119,126 bis km 119,381) 1.319.799 Euro.

Die Kosten für die 3-m-Variante mit Schienenstegdämpfern auf der 1740er Strecke liegen für die gesamte Maßnahme mit Lückenschluss bei 1.539.499 Euro, also rund 220.000 Euro höher als die Kosten für die 2-m- Variante mit Schienenstegdämpfern.

Tabelle 16: Nachts von höheren Lärmpegeln als LrN = 50 / 55 / 57 / 60 dB(A) betroffene Einwohner – kleines Rechengebiet

Betroffene	Bestand	**SSWd h=2m +SSD1740**		**SSWd h=3m +SSD1740**	
>50 dB(A)	625	592		586	
>55 dB(A)	479	402		390	
>57 dB(A)	367	318		306	
>60 dB(A)	285	224		223	
	Bestand	Reduktion der Betroffenenzahl			
		absolut	relativ	absolut	relativ
>50 dB(A)	625	33	5%	39	6%
>55 dB(A)	479	77	16%	89	19%
>57 dB(A)	367	49	**13%**	61	**17%**
>60 dB(A)	285	61	**21%**	62	**22%**
NKV 57		**1,9**		**2,0**	

Tabelle 17: Passiver Schallschutz – verbleibende förderfähige Gebäude und Stockwerke			
	Bestand	SSWd h=2m +SSD1740	SSWd h=3m +SSD1740
Förderfähige Gebäude	39	31	29
Förderfähige Stockwerke	127	99	92

Der bisherige Auslösewert der Lärmsanierung (nachts) lässt die Schallschutzwand h=2m + Schienenstegdämpfer auf der Strecke 1740 als Vorzugsvariante erkennen, da die 3-m-Variante keine deutliche Reduzierung der von Pegeln > 60 dB(A) betroffenen Anwohner bietet.

Mit dem Bundeshaushaltsgesetz 2016 wurden die Auslösewerte der Lärmsanierung jedoch um 3 dB(A) abgesenkt. Daher ist ein nächtlicher Grenzwert im allgemeinen Wohngebiet von 57 dB(A) als maßgeblich anzusehen. Mit der 3-m-Variante werden 17% der von Pegeln > 57 dB(A) Betroffenen gegenüber 13% bei der 2-m-Variante entlastet. Das Nutzen-Kosten-Verhältnis ist mit einem NKV-Wert von 2,0 etwas besser als der NKV-Wert 1,9 der 2 m hohen Schallschutzwand als Lückenschluss mit Schienenstegdämpfern auf der Strecke 1740.

Die Schallschutzwandhöhe wird ab Schienenoberkante der 1400-Strecke gemessen. Da die an die Schienenstrecke angrenzende Bebauung tiefer liegt als die Schienenoberkante und die Wände somit höher erscheinen, ist die 3-m-Wand aus städtebaulicher Sicht nachteiliger.

Es verbleibt bei beiden Varianten eine hohe Anzahl an Gebäuden, die dem Grunde nach anspruchsberechtigt sind, Förderung für passive Schallschutzmaßnahmen zu erhalten. Insbesondere an den Fassaden der nächstgelegenen Gebäude (Stolzenauer Straße 4-24) gibt es zwar Verbesserungen bezüglich der Schallpegel. Es gelingt jedoch nicht, mit aktiven Schallschutzmaßnahmen den nächtlichen Grenzwert von 57 dB(A) zu unterschreiten (siehe auch Anlage 5). Eine weitere Wanderhöhung würde sich zunächst im Erdgeschoss auswirken, wo Garagen angeordnet sind.

Unter Abwägung aller genannten Aspekte wird ein Lückenschluss zur vorhandenen 2 m hohen Schallschutzwand im Bereich Friedrich-Karl-Straße mit einer 2-m-Schallschutzwand empfohlen, die mit Schienenstegdämpfern auf der Strecke 1740 kombiniert wird. Ergänzend soll passiver Schallschutz realisiert werden.

Diese Untersuchung umfasst 40 Seiten. Die auszugsweise Vervielfältigung der Untersuchung ist nur mit Zustimmung der Möhler + Partner Ingenieure AG gestattet.

Augsburg, den 09.08.2018

Möhler + Partner
Ingenieure AG

ppa. Dipl.-Ing. Manfred Liepert

i. A. Dipl.-Geogr. Andrea Höcker

10. Anlagen

Anlage 1	Übersichtslageplan Maßnahme SSW 2m + SSD 1740
Anlage 2	Pegelliste (Maßnahme: Schallschutzwand h = 2m + SSD 1740)
Anlage 3	Übersichtslageplan Maßnahme SSW 3m + SSD 1740
Anlage 4	Pegelliste (Maßnahme: Schallschutzwand h = 3m + SSD 1740)
Anlage 5	Schnittlärmkarte