

Bedarfsanalyse

bezüglich aktiver Lärmschutzmaßnahmen
entlang der Eisenbahnstrecken des Bundes
für die Stadtgemeinde Bremen



Auftraggeber: Freie Hansestadt Bremen
Senator für Umwelt, Bau und Verkehr
- Referat 22 – Immissionsschutz
Contrescarpe 72
28195 Bremen

Projektnummer: LK 2015.170
Berichtsnummer: LK 20150.170.1
Berichtsstand: 14.03.2018
Berichtsumfang: 21 Seiten sowie 16 Anlagen

Projektleitung: Dipl.-Ing. (FH) Marion Krüger
Bearbeitung: Justas Burokas, M.Eng.



LÄRMKONTOR GmbH • Altonaer Poststraße 13 b • 22767 Hamburg
Bekannt gegebene Stelle nach § 29b BImSchG - Prüfbereich Gruppe V - Ermittlung von Geräuschen
Messstellenleiter Bernd Kögel • AG Hamburg HRB 51 885
Geschäftsführer: Christian Popp (Vorsitz) / Ulrike Krüger (kfm.) / Bernd Kögel (techn.)
Telefon: 0 40 - 38 99 94.0 • Telefax: 0 40 - 38 99 94.44
E-Mail: Hamburg@laermkontor.de • <http://www.laermkontor.de>

Inhaltverzeichnis

1	Aufgabenstellung	3
2	Arbeitsunterlagen	4
3	Berechnungsgrundlagen	6
	3.1 Modell	6
	3.2 Berechnung der Betroffenen	6
	3.3 Untersuchte Strecke	7
4	Beurteilungsgrundlagen	9
5	Ergebnisse der Vorberechnung	9
6	Bedarfsanalyse	10
	6.1 Übersicht der Cluster	10
	6.1.1 Cluster 1 (Grönlandstraße, Stadtteil Burglesum)	10
	6.1.2 Cluster 2 (Lauenburger Straße, Burchardstraße, Schleswiger Straße, Stadtteil Walle)	11
	6.1.3 Cluster 3 (Roonstraße, Manteuffelstraße, Am Barkhof, Stadtteile Schwachhausen und Mitte)	11
	6.1.4 Cluster 4 (Stolzenauer Straße, Buchenweg, Stadtteile Hemelingen, Östliche Vorstadt und Vahr)	12
	6.1.5 Cluster 5 (Hastedter Heerstraße, Beneckendorffallee, Stadtteil Hemelingen)	12
	6.1.6 Cluster 6 (Hermann-Osterloh-Straße, Schneidhainer Straße, Hemslinger Weg, Stadtteil Hemelingen)	13
	6.1.7 Cluster 7 (Ricarda-Huch-Straße, Stadtteil Findorff)	13
	6.1.8 Cluster 8 (Ortkampsweg, Stadtteil Huchting)	13
	6.1.9 Cluster 9 (Wardamm, Stadtteil Huchting)	13
	6.1.10 Cluster 10 (Doventor, Stadtteil Mitte)	14
	6.1.11 Cluster 11 (Mahndorf, Stadtteil Hemelingen)	14
	6.2 Vorgehensweise	14
7	Nutzen-Kosten-Betrachtung	15
	7.1 Kosten des aktiven Schallschutzes	15
	7.2 Ergebnisse	16
8	Zusammenfassung	19
9	Anlagenverzeichnis	20
10	Quellenverzeichnis	21

1 Aufgabenstellung

Die Stadtgemeinde Bremen beabsichtigt eine Bedarfsanalyse für die Umsetzung aktiver Lärmschutzmaßnahmen entlang der Eisenbahnstrecken des Bundes durchzuführen. Die Ergebnisse sollen Entscheidungshilfe für den Haushaltsgesetzgeber sein und eine Priorisierung potenzieller Maßnahmen ermöglichen.

Der Bedarf ist dabei ausschließlich an Bestandsstrecken an bundeseigenen und nicht bundeseigenen Eisenbahnstrecken nach dem „Allgemeinen Eisenbahngesetz“ /1/ zu ermitteln. Der Bedarf ist gegeben, wenn Wohngebäude über den Pegeln der Lärmsanierung belastet sind und keine aktiven Lärmschutzmaßnahmen bestehen oder in naher Zukunft vorgesehen sind. Hierzu sind die Lärmimmissionen entlang der Eisenbahnstrecken zu ermitteln.

Für die ermittelten Bedarfe sind aktive Lärminderungsmaßnahmen exemplarisch zu prüfen. Die Prüfung umfasst dabei die Identifizierung der betroffenen Untersuchungsbereiche und die Dimensionierung möglicher Lärmschutzbauwerke, deren Wirkung sowie deren Wirtschaftlichkeit.

2 Arbeitsunterlagen

Folgende Unterlagen standen für die Untersuchung zur Verfügung:

Tabelle 1: Bereitgestellte Unterlagen

Art der Unterlagen	Datei-format	Übersen-dungsart	Bereitgestellt von	Datum
Digitales Geländemodell 5x5 m (DGM5)	SHP	Download-link über E-Mail	Senator für Umwelt, Bau und Verkehr der Freien Hansestadt Bremen	14.08.2015
Akustische Schiene der Stadt Bremen	SHP	E-Mail	Senator für Umwelt, Bau und Verkehr der Freien Hansestadt Bremen über Eisenbahn-Bundesamt (EBA)	25.08.2015
Digitale Lärmschutzeinrichtungen der Stadt Bremen (1. Datensatz)	SHP	E-Mail	Senator für Umwelt, Bau und Verkehr der Freien Hansestadt Bremen	26.11.2015
Lärmschutzeinrichtungen der Stadt Bremen (2. Datensatz)	SHP, PDF	E-Mail	Senator für Umwelt, Bau und Verkehr der Freien Hansestadt Bremen	18.12.2015
Ist-Verkehrsdaten sowie Prognose 2025 aller DB-Strecken	XLSX	E-Mail	Deutsche Bahn AG	12.04.2016
Liste aller Brückenbauwerke (inkl. Zuschläge)	XLSX, JPG, PDF	E-Mail	Senator für Umwelt, Bau und Verkehr der Freien Hansestadt Bremen	25.05.2016, 03.06.2016, 07.07.2016
Verkehrsdaten der Strecke 9146	XLSX	E-Mail	Deutsche Bahn AG	03.06.2016
Verkehrsdaten der FVE Strecke 9145	XLSX	E-Mail	Senator für Umwelt, Bau und Verkehr der Freien Hansestadt Bremen	08.06.2016
Aktualisierte Verkehrsdaten der Strecke 1740	XLSX	E-Mail	Deutsche Bahn AG	08.06.2016
Digitales Gebäudemodell mit Anzahl der Einwohner	SHP	Download-link über E-Mail	Senator für Umwelt, Bau und Verkehr der Freien Hansestadt Bremen	11.07.2016
Lärmschutzeinrichtungen der Stadt Bremen (Bremen-Nord, Oberneuland, Hbf-Südwest, Ehlersdamm)	DWG	E-Mail	Senator für Umwelt, Bau und Verkehr der Freien Hansestadt Bremen	19.08.2016

Art der Unterlagen	Datei-format	Übersen-dungsart	Bereitgestellt von	Datum
Lärmschutzeinrichtungen der Stadt Bremen (Mühlenfeldstraße, Auf der Heide)	PDF	E-Mail	Senator für Umwelt, Bau und Verkehr der Freien Hansestadt Bremen	09.09.2016
Lärmschutzeinrichtungen der Stadt Bremen (Hbf-Ost, Oldenburger Kurve, Oberneuland)	PDF	E-Mail	Senator für Umwelt, Bau und Verkehr der Freien Hansestadt Bremen	13.09.2016
Lärmschutzeinrichtung (Walle)	PDF	E-Mail	Senator für Umwelt, Bau und Verkehr der Freien Hansestadt Bremen	13.09.2016
Verkehrsdaten der Strecke 7621 (Oldenburger Kurve)	XLSX	E-Mail	Deutsche Bahn AG	16.09.2016, 22.09.2016
Vorschlag zur Bildung der Untersuchungsgebiete (Cluster)	DOCX	E-Mail	Senator für Umwelt, Bau und Verkehr der Freien Hansestadt Bremen	18.11.2016
Digitale Topographische Karte 1:25 000 (DTK25)	TIF	E-Mail	Senator für Umwelt, Bau und Verkehr der Freien Hansestadt Bremen	22.02.2017
Georeferenzierte Liegenschaftskarten	TIF	E-Mail	Senator für Umwelt, Bau und Verkehr der Freien Hansestadt Bremen	30.03.2017, 31.03.2017
Lageplan des Lärmschutzwalles in Bremen-Hemelingen	PDF	E-Mail	Senator für Umwelt, Bau und Verkehr der Freien Hansestadt Bremen	11.04.2017
Nummern der Bauwerke	XLSX	E-Mail	Senator für Umwelt, Bau und Verkehr der Freien Hansestadt Bremen	10.05.2017
Lageplan der Schienenstegdämpfer im Bereich Roonstraße	GIF	E-Mail	Senator für Umwelt, Bau und Verkehr der Freien Hansestadt Bremen über DB Netz AG	31.08.2017

3 Berechnungsgrundlagen

3.1 Modell

Alle Berechnungen wurden mit dem Programm IMMI, Version 2016 [413 / 13.10.2016] der Firma „Wölfel Engineering GmbH + Co. KG“ entsprechend der 16. BImSchV /2/ nach dem so genannten „Teilstückverfahren“ der Schall 03 /3/ durchgeführt. Abweichend von den Vorgaben der Schall 03 wurde hier aus optimierenden rechenzeitlichen Gründen eine Beschränkung auf die 1. Reflexionsordnung vorgenommen.

Mit dem 11. Gesetz zur Änderung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes /4/ (BR-Drs. 311/13) hat der Gesetzgeber den sog. Schienenbonus abgeschafft. Nach Art. 1 dieses Gesetzes wird § 43 Abs. 1S. 2 BImSchG durch folgende Sätze ersetzt:

„Der in den Rechtsverordnungen auf Grund des Satzes 1 zur Berücksichtigung der Besonderheiten des Schienenverkehrs vorgesehene Abschlag von 5 dB ist ab dem 1. Januar 2015 und für Schienenbahnen, die ausschließlich der Verordnung über den Bau und Betrieb von Straßenbahnen vom 11.12.1987 unterliegen, ab dem 1. Januar 2019 nicht mehr anzuwenden, soweit zu diesem Zeitpunkt für den jeweiligen Abschnitt eines Vorhabens das Planfeststellungsverfahren noch nicht eröffnet ist und die Auslegung des Plans noch nicht öffentlich bekannt gemacht wurde. ...“.

Somit wurde der Schienenbonus (wirkungsbedingter Abschlag von 5 dB) in der vorliegenden Untersuchung nicht berücksichtigt.

Der Untersuchungsbereich und seine für die schalltechnischen Berechnungen maßgebliche Nachbarschaft wurde in einem 3-dimensionalen Geländemodell digital erfasst, in dem die vorhandenen und geplanten Gebäude sowie sonstige für Abschirmung und Reflexion relevante Elemente in ihrer Lage und Höhe aufgenommen wurden.

3.2 Berechnung der Betroffenen

Die Berechnung der Betroffenen erfolgten in Anlehnung an die „Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm“ (VBEB) /5/. Dies bedeutet, dass die Einwohner eines Gebäudes gleichmäßig auf die für das Gebäude festgelegten Fassadenpunkte verteilt wurden. Dem Einwohner pro Immissionspunkt wird dann ein entsprechender Immissionswert zugewiesen.

Die Immissionspunkte wurden wie folgt festgelegt: bei einer Seitenlänge unter 4 m der Fassaden wurden keine Immissionsorte gesetzt, sei es denn, mehrere kurze Fassaden folgen aufeinander. Fassaden, deren Seitenlänge mehr als 8 m ist, werden mehrfach unterteilt, so dass Immissionsort nicht weiter als 8 m auseinander liegt (vgl. Abbildung 1).

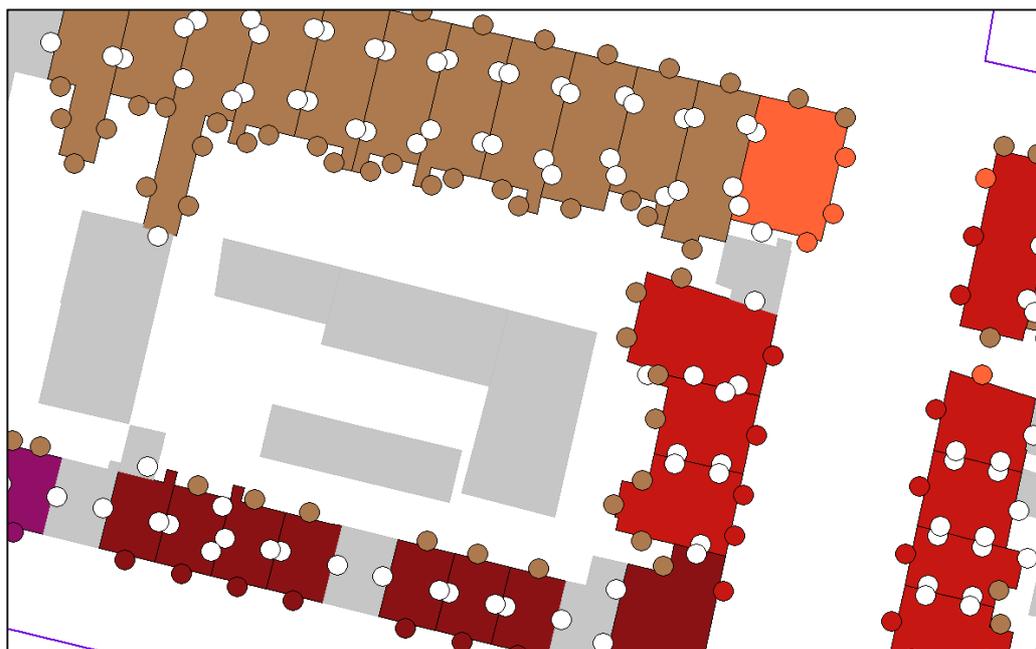


Abbildung 1: Die beispielhaften, für die Berechnung festgelegten Immissionspunkte

Die Anzahl der Betroffenen wurde in folgenden Höhen berechnet:

- für die räumliche Identifizierung der Lärmbrennpunkte anhand der sog. Lärm-KennZiffer (LKZ): pauschale Höhe von 5 m über Geländeoberkante (GOK)
- für die Dimensionierung der Lärmschutzeinrichtungen und die Ermittlung des Nutzen-Kosten-Verhältnisses: pro Geschoss (in Höhe der Geschosdecke). Je Geschoss wurde eine Höhe von 3 m angesetzt.

3.3 Untersuchte Strecke

Das Untersuchungsgebiet beschränkt sich auf die Freie Hansestadt Bremen mit folgenden Eisenbahnstrecken:

1. Strecke 1404 von km 6 bis km 12,5
2. Strecke 1412 von km 0 bis km 1,8
3. Strecke 1423 von km 0 bis km 5,9
4. Strecke 1424 von km 0 bis km 1,9
5. Strecke 1500 von km 36 bis km 44,9
6. Strecke 1740 von km 111 bis km 136,5
7. Strecke 2200 von km 229,5 bis km 253,5
8. FVE von Vegesack bis Farge

Die Analyse- („Ist 2016“) und Prognosedaten („Prognose 2025“) wurden von der DB AG übernommen.

Pegelkorrekturen für die Bahnübergänge wurden entsprechend der Schall 03 /3/ vorgenommen.

Die Kurvengeräusche gemäß Schall 03 /3/ sind mit einem frequenzunabhängigen Zuschlag K_L zu berücksichtigen.

Der Zuschlag für Brücken der Schall 03 /3/ wurde ebenfalls bei der Berechnung einbezogen. Dafür wurde eine Liste mit allen für die Untersuchung relevanten Brückenbauwerken mit entsprechenden Einstufungen seitens des Senators für Umwelt, Bau und Verkehr (SUBV) zur Verfügung gestellt.

Im Abschnitt zwischen Graf-Moltke-Straße und Schwachhauser Heerstraße wurden lärmindernde Maßnahmen in Form der Schienenstegdämpfer (SSD) gemäß Tab. 8 der Schall 03 /3/ berücksichtigt. Die SSD wurden an allen Strecken in dem genannten Bereich eingesetzt (vgl. grüne Linie in Abbildung 2).

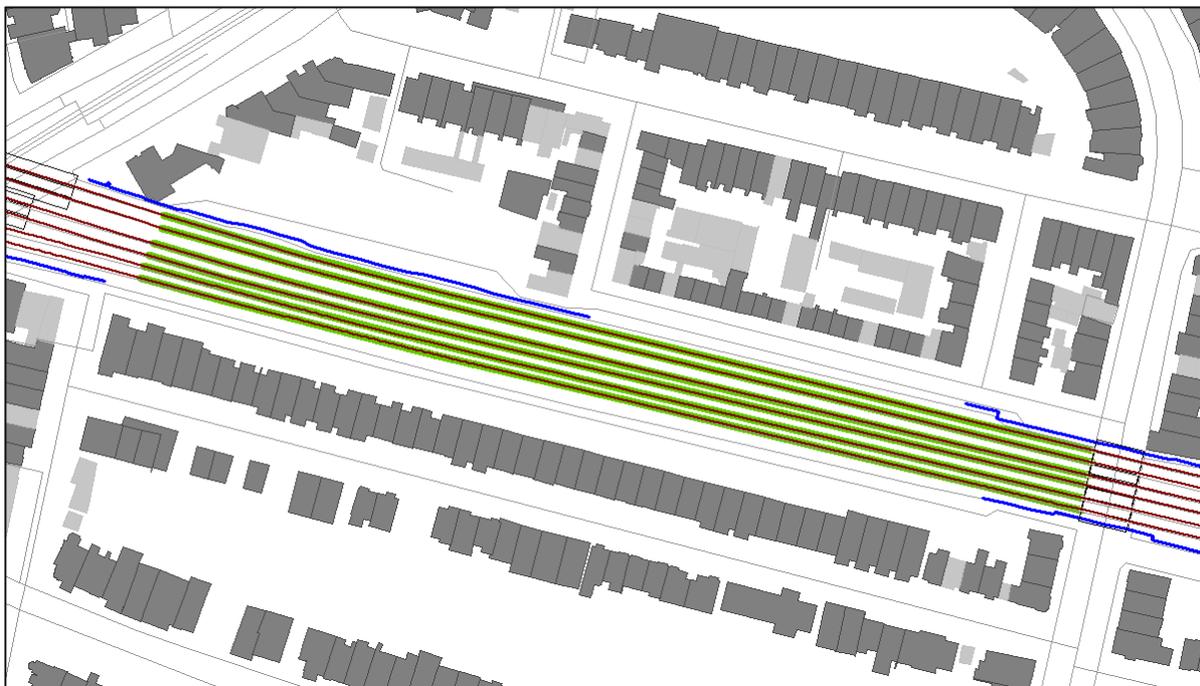


Abbildung 2: Bereich mit eingesetzten Schienenstegdämpfern

Aus den vorliegenden Arbeitsunterlagen und Verkehrsbelastungsdaten wurden die Eingangs- und Emissionsdaten nach den Vorgaben der Schall 03 /3/ zusammengestellt bzw. ermittelt. Die zugrunde gelegten Eingangsdaten sind in den Anlagen 7a bis 7d dargestellt. Es fällt auf, dass die Emissionen der Prognose 2025 fast an allen Streckenabschnitten im Vergleich zu den Ist-Verkehrsdaten 2016 geringer ausfallen.

4 Beurteilungsgrundlagen

Mit dem „Gesetz über die Feststellung des Bundeshaushaltsplans für das Haushaltsjahr 2016“ (Bundeshaushaltsgesetz 2016) /6/ wurden die Grenzwerte für die Lärmsanierung um 3 dB abgesenkt und betragen nunmehr:

Tabelle 2: Lärmsanierungsgrenzwerte in dB(A)

Gebietskategorie	Tag (6:00 bis 22:00 Uhr)	Nacht (22:00 bis 6:00 Uhr)
Krankenhäuser, Schulen, Wohngebiete	67	57
Kern-, Dorf- und Mischgebiete	69	59
Gewerbegebiete	72	62

Als Auslösewerte für die Bedarfsanalyse wurden mit der Freien Hansestadt Bremen nutzungsunabhängig zum einen die Schwellen aus der Lärmaktionsplanung von 65 dB(A) tags und 55 dB(A) nachts sowie die Lärmsanierungsgrenzwerte für Wohngebiete 67 dB(A) tags und 57 dB(A) nachts gewählt.

Für die Festlegung der Belastungsschwerpunkte sowie die Nutzen-Kosten-Betrachtung wurde in Abstimmung mit der Stadt Bremen nutzungsunabhängig die Schwelle aus der Lärmaktionsplanung von 55 dB(A) nachts herangezogen.

5 Ergebnisse der Vorberechnung

Es wurden die Beurteilungspegel an den Gebäuden im Einwirkungsbereich der Schienenstrecke nach Schall 03 (nur 1. Reflexion) getrennt für den Tag und den Nachtzeitraum für eine pauschale Immissionshöhe von 5 m über Gelände berechnet.

Auf dieser Grundlage wurden die Anzahl der lärmbelasteten Menschen über den Schwellen aus der Lärmaktionsplanung von 65 dB(A) tags und 55 dB(A) nachts der Stadt Bremen sowie den Lärmsanierungsgrenzwerten für Wohngebiete 67 dB(A) tags und 57 dB(A) nachts für den Gesamtbereich entlang der Schienenstrecken ausgewertet (siehe Tabelle 3). Hierbei wurden in Anlehnung an VBEB die Bewohner den Fassaden anteilig zugeordnet.

Tabelle 3: Belastete Bewohner

Zeitraum	Tag (6 – 22 Uhr)		Nacht (22 – 6 Uhr)	
	> 65 dB(A)	> 67 dB(A)	> 55 dB(A)	> 57 dB(A)
Schienenwege Ist-Zustand (2016)	2.996	1.916	29.290	18.630
Schienenwege Prognose (2025)	2.109	1.442	21.472	13.981

Die betroffenen Gebäude sind in den Anlagen 1a und 1b für den Ist-Zustand 2016 und in den Anlagen 2a und 2b für die Prognose 2025 dargestellt.

6 Bedarfsanalyse

Der Bedarf der aktiven Lärmschutzmaßnahmen ist ausschließlich an den bestehenden Strecken zu ermitteln und ist gegeben, wenn Wohngebäude mit Pegeln über 55 dB(A) nachts belastet sind, keine aktiven Lärmschutzmaßnahmen vorhanden sind oder in naher Zukunft geplant sind.

Hierbei wurde in Abstimmung mit dem Auftraggeber für die detaillierte Ausarbeitung des Bedarfs für die Lärmsanierung im Folgenden auf die Prognose 2025 abgestellt.

Die tabellarische Darstellung der belasteten Bewohner ist meistens nicht ausreichend, um die Orte zu identifizieren, in den die aktiven Lärmschutzmaßnahmen geplant werden sollten. Diese Orte nennen sich in dieser Untersuchung „Cluster“. Um die „Cluster“ festzulegen, wurde die sog. LärmKennZiffer (LKZ) zugrunde gelegt. Die LKZ ermöglicht eine räumliche Darstellung der Belasteten, in der nicht nur die Überschreitung des Richtwertes, sondern auch die Dichte der Betroffenen berücksichtigt wird (vgl. Anlage 3).

Die errechneten Ergebnisse der über einem bestimmten Schwellenwert ermittelten Belasteten - hier: $L_{\text{Nacht}} \geq 55 \text{ dB(A)}$ wurden nach der LKZ-Methode grafisch in einem Hektarraster dargestellt (ein Rasterfeld hat eine Größe von 100 m x 100 m). Die „Lärm-KennZiffer“ (LKZ) ist das Produkt aus der Richtwertüberschreitung in dB und der Anzahl der betroffenen Personen, für die eine Richtwertüberschreitung ermittelt wurde. Auf dieser Grundlage wurden seitens der Freien Hansestadt Bremen 11 Cluster für die Bedarfsanalyse herausgestellt. Hieraus wurden 8 Cluster für die Errechnung des Nutzen-Kosten-Verhältnisses zugrunde gelegt. Drei der Cluster (Nr. 4, 10 und 11) Hemelingen, Doventor und Mahndorf sind aufgrund alternativer Planung der DB AG außer Betracht geblieben. Aufgrund der komplexen städtischen Struktur der Baukörper waren die meisten Cluster in mehrere Bereiche unterteilt.

6.1 Übersicht der Cluster

Die untersuchten Cluster liegen teilweise räumlich weit voneinander entfernt und in verschiedenen Stadtteilen. Ein Übersichtsplan mit den Clustern ist der Anlage 4 zu entnehmen. Folgend werden die berücksichtigten Cluster und deren Unterteilung detaillierter beschrieben.

6.1.1 Cluster 1 (Grönlandstraße, Stadtteil Burglesum)

Im Cluster 1 befinden sich vorwiegend Mehrfamilienhäuser. Das Gebiet liegt unmittelbar an der Strecke 1740 (vgl. Anlage 5.1).

Nordwestlich des Clusters 1 ist eine 2 bis 3 m hohe Schallschutzwand (LSW) an der Bahnstrecke vorhanden. Die genannte Wand endet in der Höhe des Hauses Grönlandstr. 11. Die Wand wird südöstlich kurz nach dem Bahnübergang (in ca. 420 m) fortgesetzt (vgl. Anlage 5.1). Außerdem befinden sich auf der anderen Seite der Strecke

durchgehende Schallschutzwände. Aus diesen Gründen sollte hier eine Prüfung des Lückenschlusses stattfinden.

Die Wirksamkeit der möglichen Schallschutzwände wird im Cluster 1 unter Berücksichtigung zwei verschiedener Lagen der Wand ermittelt:

- LSW direkt an der Schienenstrecke (Cluster 1.1)
- LSW auf dem Grundstück Nr. 511036 neben dem Bahngelände (Cluster 1.2)

Da das Bahngelände 1 bis 2 Meter höher als das Niveau des Grundstücks liegt, muss die tiefer stehende Wand über eine entsprechende Höhe verfügen, um die angestrebte Höhe von 2 bis 3 m über Schienenoberkante zu gewährleisten (vgl. Anlage 5.1).

6.1.2 Cluster 2 (Lauenburger Straße, Burchardstraße, Schleswiger Straße, Stadtteil Walle)

Der Cluster 2 befindet sich beidseitig der Bahnstrecken 1740, 1401 und 1412. Im Gebiet liegen sowohl Einfamilienhäuser als auch Mehrfamilienhäuser. Zudem sind dort auch Gebäude mit gewerblicher Nutzung vorhanden (vgl. Anlage 5.2.)

Im Bereich der Flensburger und Ratzeburger Straße, entlang der Strecke 1740, steht eine 2,5 m hohe Schallschutzwand. Darüber hinaus ist südöstlich des Clusters auf der anderen Seite des Bahngeländes an der Strecke 1412 im Jahr 2016 eine Schallschutzwand des Bundes fertig gestellt worden (vgl. Anlage 5.2).

Der Cluster 2 wurde in folgende Teilbereiche unterteilt:

- Bereich an der Lauenburger Straße (Cluster 2.I)
- Bereich an der Burchardstraße (Cluster 2.II)
- Bereich an der Schleswiger Straße und am Parallelweg (Cluster 2.III)

Im Cluster 2 sind teilweise ältere Brücken vorhanden, deren statische Eigenschaften möglicherweise keine Bebauung der Schallschutzwände ermöglicht. Bei der Prüfung der Maßnahmen wurden diese Eigenschaften allerdings nicht berücksichtigt. Es wurde davon ausgegangen, dass alle Brücken bei einem Aufbau der Wand tragfähig sind bzw. tragfähig werden. Sollten die tatsächlichen Brückenbauwerke als ungeeignet für die Errichtung bzw. Tragfähigkeit von Schallschutzwänden herausstellen, müsste in den Bereichen eine Prüfung der alternativen Maßnahmen erfolgen. Diese Aussage gilt auch für die übrigen Cluster.

6.1.3 Cluster 3 (Roonstraße, Manteuffelstraße, Am Barkhof, Stadtteile Schwachhausen und Mitte)

Im Cluster 3 befinden sich vorwiegend Mehrfamilienhäuser. Das Gebiet wird von Bahnstrecken 2200, 1740 und 1401 in nördlichen und südlichen Bereich geteilt (vgl. Anlage 5.3).

Entlang der südlichen Strecke 1401 ist eine 2 m hohe LSW vorhanden. Die Wand ist nicht durchgehend und weist im Bereich der Roonstraße eine ca. 315 m lange Lücke

auf. Eine weitere Lücke (ca. 135 m) zwischen 2 m hohen bestehenden Schallschutzwänden ist auch auf der anderen Seite der Strecken vorhanden (vgl. Anlage 5.3).

Für die mögliche Schließung der genannten Lücken bzw. die Verlängerung der LSW entlang der Strecke 2200 wurde der Cluster 3 in 3 folgende Bereiche unterteilt:

- Bereich Am Barkhof (Cluster 3.I)
- Bereich am Dammweg (Cluster 3.II)
- Bereich an der Roonstraße (Cluster 3.III)

Wie bereits im Kapitel 3.3 erwähnt, wurde im Abschnitt zwischen Graf-Moltke-Straße und Schwachhauser Heerstraße lärmindernde Maßnahmen in Form der Schienenstegdämpfer (SSD) gemäß Tab. 8 der Schall 03 /3/ berücksichtigt (vgl. Abbildung 2).

6.1.4 Cluster 4 (Stolzenauer Straße, Buchenweg, Stadtteile Hemelingen, Östliche Vorstadt und Vahr)

Zunächst erfolgt keine Berechnung im Cluster 4, da in diesem sensiblen Bereich weitere Einzelheiten seitens der DB Netz AG zu klären sind.

6.1.5 Cluster 5 (Hastedter Heerstraße, Beneckendorffallee, Stadtteil Hemelingen)

Im Cluster 5 laufen die Strecken 2200, 1740, 1400, 1401 und 1402 der DB Netz AG. Das Gebiet verfügt über Einfamilienhäuser sowie Mehrfamilienhäuser. Darüber hinaus sind dort auch Gebäude mit gewerblicher Nutzung (z.B. Polizei oder Fleischwarenfabrik) vorhanden.

Vor kurzer Zeit wurde die etwa 80 m lange Lücke zwischen zwei Schallschutzwänden entlang der Strecke 1402 bzw. 2200 im Bereich der Eisenbahnbrücke über der Hastedter Heerstraße bereits im Zuge der Lärmsanierung durch die DB AG geschlossen. Aus diesem Grund entfällt die schalltechnische Prüfung der Maßnahmen im Cluster 5.1 (Hastedter Heerstraße) (vgl. Anlage 5.5).

Die aktiven Schallschutzmaßnahmen wurden in folgenden Bereichen des Clusters 5 berechnet:

- Bereich an der Hastedter Heerstraße und der Straße Zum Sebaldsbrücker Bahnhof (Cluster 5.II)
- Bereich an der Beneckendorffallee (Cluster 5.III)

Außerdem sind innerhalb des Clusters 5 seitens der DB AG Lärmschutzmaßnahmen geplant, die sich aus dem Umbau des bestehenden Bahnhofs bzw. dessen Verlagerung ergeben können. Aufgrund des unbekanntes Zeitraums des Umbaus wird die genannte Maßnahme im Rahmen der Untersuchung nicht berücksichtigt.

6.1.6 Cluster 6 (Hermann-Osterloh-Straße, Schneidhainer Straße, Hemslinger Weg, Stadtteil Hemelingen)

Im Cluster 6 befinden sich vorwiegend Mehrfamilienhäuser. Das Gebiet liegt im Bereich, in dem die Strecken 1740 und 1404 der DB AG sich kreuzen (vgl. Anlage 5.6a und 5.6b).

Westlich des Bahnübergangs an der Strecke 1740 ist ein Wall als naturschutzrechtliche Ausgleichsmaßnahme geplant (vgl. Anlage 5.6a). Der Wall soll 8 m hoch sein. Für den Fall, dass es kein Aushubmaterial für den Wall zur Verfügung steht, wurde als alternative Maßnahme eine Schallschutzwand, die direkt an der Schiene steht, berechnet. Die Länge beider Maßnahmen ist gleich und beträgt ca. 480 m.

Für die Berechnung der schalltechnischen Wirksamkeit des geplanten Walls, der alternativen Schallschutzwand und der Fortsetzung der bestehenden Wand an der Bahnstrecke 1404 nördlich des Bereichs am Hemslinger Weg wurde Cluster 6 in zwei Bereiche geteilt:

- Bereich an der Hermann-Osterloh-Straße und an der Schneidhainer Straße (Cluster 6.1.1 (Wall) und 6.1.2 (Wand))
- Bereich am Hemslinger Weg (Cluster 6.II)

Die Lage der Cluster sind den Anlagen 5.6a und 5.6b zu entnehmen.

6.1.7 Cluster 7 (Ricarda-Huch-Straße, Stadtteil Findorff)

Im Cluster 7 sind vorwiegend Mehrfamilienhäuser vorhanden. Nördlich des Clusters läuft die Eisenbahnstrecke 2200 (Bremen-Hamburg).

Entlang der genannten Strecke erfolgt die Prüfung der Wirksamkeit einer Lärmschutzwand (vgl. Anlage 5.7).

6.1.8 Cluster 8 (Ortkampsweg, Stadtteil Huchting)

Im Cluster 8 liegen sowohl Einfamilienhäuser als auch Mehrfamilienhäuser. Nördlich des Bereichs ist die Strecke 1500 (Bremen-Oldenburg) vorhanden. Westlich des Clusters 8 befindet sich eine 2 m hohe Lärmschutzwand, die auf der Höhe des Hauses Roggenkamp 13D endet. Zudem ist im Bereich westlich der Brokhuchtinger Landstraße ein etwa 3 m hoher Wall vorhanden, der anhand im digitalen Geländemodell abgebildet ist.

In der vorliegenden Untersuchung wurde die Wirksamkeit einer Verlängerung der bestehenden Lärmschutzwand berechnet. Allerdings ist im Bereich des Bahnübergangs eine Unterbrechung der Wand notwendig (vgl. Anlage 5.8).

6.1.9 Cluster 9 (Wardamm, Stadtteil Huchting)

An der Strecke 1500 östlich des Clusters 8 befindet sich Cluster 9. Hier ist ein Übergangwohnheim gegen Bahnlärm mit aktiven Schallschutzmaßnahmen zu schützen.

Die Siedlung (Kielkämpe), die auf der anderen Seite der Strecke liegt, ist durch eine 3,0 m hohe Schallschutzwand vom Bahnlärm entlastet (vgl. Anlage 5.9).

6.1.10 Cluster 10 (Doventor, Stadtteil Mitte)

Der Cluster 10 wurde nicht berücksichtigt, da hier beim Amt für Straßen und Verkehr eine kommunale Maßnahme geplant wird.

6.1.11 Cluster 11 (Mahndorf, Stadtteil Hemelingen)

Der Cluster 11 bleibt außer Betracht, weil hier seitens der DB AG Lärmschutzmaßnahmen geplant. Die Maßnahmen können sich aus dem Umbau oder der Verlagerung des bestehenden Bahnhofs ergeben.

6.2 Vorgehensweise

Die Beurteilung der möglichen aktiven Lärmschutzmaßnahmen zur Schließung der Lücken in den oben beschriebenen Bereichen erfolgte nach der „Richtlinie zur Förderung von Maßnahmen zur Lärmsanierung an bestehenden Schienenwegen der Eisenbahnen des Bundes“ /7/.

Die Dimensionierung der aktiven Schallschutzmaßnahmen an der Schiene erfolgte pro Cluster in jeweils drei Varianten (z.B. Höhe der LSW 2 m, 2,5 m und 3 m über Schienenoberkante). Eine Ausnahme bilden die Cluster 3.II (Dammweg), 3.III (Roonstraße) und 6.II (Bremen-Hemelingen). Bei den Clustern 3.II und 3.III grenzen die „Lücken“ an bestehende Lärmschutzeinrichtungen. Aus diesem Grund wurden die Berechnungen nur mit einer Höhe von 2 m der LSW, also der Höhe der angrenzenden bestehenden Lärmschutzwände, durchgeführt. Bei dem Cluster 6.II handelt es sich um ein Gebiet, das schon im Vorfeld durch die Planung eines Lärmschutzwalls dimensioniert ($H = 8$ m) war.

Die Länge (l) und Höhe (h) der Schallschutzeinrichtungen sowie die jeweiligen Entlastungen wurden getrennt nach deren konkreten Lage (ebene Lage, Hochlage, Brücke) dargestellt. Allerdings bleibt die variierende Lage der jeweiligen Wände und damit verbundenen Kostenunterschiede bei der Ermittlung der Kosten außer Betracht (vgl. Kapitel 7.1).

7 Nutzen-Kosten-Betrachtung

Die Ermittlung des Nutzen-Kosten-Verhältnisses (NKV) erfolgte für jede Einzelvariante gemäß Anhang 1 der genannten Richtlinie /7/ für eine Lebensdauer der LSW von 25 Jahren. Auf Basis dieses NKV kann eine Prioritätenliste zu Schallschutzmaßnahmen abgeleitet werden. Das Nutzen-Kosten-Verhältnis (NKV) ermittelt sich entsprechend zu:

$$NKV = \frac{NU \cdot dL \cdot E \cdot t}{K}$$

NU: 55 €, der Nutzen je dB Pegelminderung, Einwohner und Jahr

dL: die mittlere Pegelminderung im Vergleich zu Variante ohne aktiven Lärmschutz in dB

E: Anzahl der in jeweiligen Clustern von der Grenzwertüberschreitung (> 55 dB(A) im Nachtzeitraum zwischen 22 und 6 Uhr) betroffenen Einwohner

t: 25 Jahre, die anzusetzende Nutzungsdauer

K: die Höhe der für die Maßnahmen erforderlichen Zuwendungen in Euro

Zudem wurde für jede Einzelmaßnahme die Anzahl der durch die jeweilige Lärmschutzmaßnahme entlasteten Einwohner (Ent.) sowie der energetisch gemittelte Pegel mit und ohne Maßnahme ($L_{r,N}$) im Nachtzeitraum angegeben.

7.1 Kosten des aktiven Schallschutzes

Aktiver Schallschutz umfasst alle Vorkehrungen an einem Schienenverkehrsweg, die zur Verminderung des Schalls an der Quelle und auf dem Ausbreitungsweg führen. Neben Schallschutzwällen- und -wänden sind gemäß Schall 03 auch Schallminderungstechniken am Gleis möglich. Hierbei sind das „besonders überwachte Gleis (büG)“ sowie Schienenstegdämpfer und -abschirmung zu nennen. Diese Maßnahmen am Gleis sind in den Untersuchungsbereichen mit Bahnhofsbereichen, Kurven, Bahnübergängen sowie Weichen jedoch nicht uneingeschränkt einsetzbar und wurden im Rahmen dieser Untersuchung nicht herangezogen.

Für die Kostenansätze der Schallschutzwände wurde auf die Erfahrungswerte sowie Anhaltswerte im Kostenkennwertekatalog der DB Netz AG /8/ zurückgegriffen. Berücksichtigt werden dabei die Erstellungskosten je Streckenmeter einer Maßnahme (ohne Planungskosten). Des Weiteren werden die betrieblichen Verhältnisse berücksichtigt. Hier ist jeweils die einfachste Variante angesetzt worden. Die Lage und Typ einer Wand, beispielweise ob sie auf einer Brücke, in einer Hochlage oder direkt auf dem Gelände sich befindet, wurden bei der Kostenschätzung nicht berücksichtigt. Die zugrunde gelegten Kosten der Schallschutzmaßnahmen sind in der Tabelle 4 aufgelistet.

Tabelle 4: Kostenansatz für aktive Schallschutzmaßnahmen

Maßnahme	Höhe der Maßnahme	Erstellungskosten
Schallschutzwand	1,0	1.175 €/m
	2,0	1.350 €/m
	2,5	1.500 €/m
	3,0	1.650 €/m
	4,0	1.975 €/m
	5,0	2.600 €/m
Schallschutzwall	8	2.550 €/m

Die Kosten des Schallschutzwalls pro Kubikmeter stammen aus der „Statistik des Lärmschutzes an Bundesfernstraßen“ /9/. Die Kosten beträgt 10 €/m³. Das Volumen des Walls gemäß dem Plan der Forma Umtec beträgt 122.500 m³. Die Länge liegt bei 480 m. Hiermit errechnen sich durchschnittliche Erstellungskosten pro einem Meter des 8 m hohen Walls wie folgt: $(122.500 \cdot 10) / 480 = 2.552 \text{ €/m}$ (vgl. Tabelle 4).

7.2 Ergebnisse

Für die Ermittlung des Bedarfs an aktiven Schallschutzmaßnahmen an Schienenstrecken in der Hansestadt Bremen wurden insgesamt 52 Berechnungsläufe durchgeführt. Die Ergebnisse sind in der Anlage 6 dargestellt. Eine aggregierte Ausgabe ist der folgenden Tabelle 5 zu entnehmen.

Tabelle 5: Ermittlung des Nutzen-Kosten-Verhältnisses (NKV)

Cluster	$L_{r,N}$ oLS	$L_{r,N}$ mLS	dL	E	I	h	Kosten je m*	K	NKV
Cluster 1.1 (LSW an der Schiene, Grönlandstr.)	68,3	58,3	10,0	255	249	2,0	1.350	336.200	10,4
	68,3	57,3	11,0	255	249	2,5	1.500	373.500	10,3
	68,3	56,6	11,7	255	249	3,0	1.650	410.900	10,0
Cluster 1.2 (LSW an der Grenze des Grundstücks Nr. 511036, Grönlandstr.)	68,3	57,8	10,5	255	230	5,0	2.600	598.000	6,2
	68,3	60,8	7,5	255	230	4,0	1.975	454.300	5,8
Cluster 2.I (Lauenburger Str.)	66,0	59,0	7,0	87	145	2,0	1.350	195.800	4,3
	66,0	58,2	7,8	87	145	2,5	1.500	217.500	4,3
	66,0	57,7	8,3	87	145	3,0	1.650	239.300	4,1
Cluster 2.II (Burchardstr.)	65,6	58,0	7,6	162	245	2,0	1.350	330.800	5,1
	65,6	56,9	8,7	162	245	2,5	1.500	367.500	5,3
	65,6	55,9	9,7	162	245	3,0	1.650	404.300	5,3
Cluster 2.III (Schleswiger Str.)	68,2	62,4	5,8	189	230	2,0	1.350	310.500	4,9
	68,2	61,2	7,0	189	230	2,5	1.500	345.000	5,3
	68,2	60,1	8,1	189	230	3,0	1.650	379.500	5,5
Cluster 3.I (Am Barkhof)	66,6	62,6	4,0	224	260	2,0	1.350	351.000	3,5
	66,6	61,5	5,1	224	260	2,5	1.500	390.000	4,0
	66,6	60,6	6,0	224	260	3,0	1.650	429.000	4,3

Cluster	$L_{r,N}$ oLS	$L_{r,N}$ mLS	dL	E	I	h	Kosten je m*	K	NKV
Cluster 3.II (Dammweg)	66,0	62,0	4,0	111	135	2,0	1.350	182.300	3,3
Cluster 3.III (Roonstraße)	69,7	61,6	8,1	272	315	2,0	1.350	425.300	7,1
Cluster 5.II (Hastedter Heerstraße, Zum Sebaldsbrücker Bahnhof)	71,0	64,5	6,5	220	561	2,0	1.350	757.400	2,6
	71,0	63,5	7,5	220	561	2,5	1.500	841.500	2,7
	71,0	62,8	8,2	220	561	3,0	1.650	925.700	2,7
Cluster 5.III (Beneckendorffallee)	66,0	62,5	3,5	880	948	2,0	1.350	1.279.800	3,3
	66,0	61,7	4,3	880	948	2,5	1.500	1.422.000	3,7
	66,0	60,9	5,1	880	948	3,0	1.650	1.564.200	3,9
Cluster 6.I.1 (Hermann-Osterloh-Str.)	62,4	59,9	2,5	883	480	8,0	2.550	1.224.000	2,5
Cluster 6.I.2 (Hermann-Osterloh-Str.)	62,4	60,2	2,2	883	480	2,0	1.350	648.000	4,1
Cluster 6.II (Hemslinger Weg, Bremen-Mahndorf)	63,3	59,9	3,4	119	257	2,0	1.350	347.000	1,6
	63,3	59,8	3,5	119	257	2,5	1.500	385.500	1,5
	63,3	59,7	3,6	119	257	3,0	1.650	424.100	1,4
Cluster 7 (Ricarda-Huch-Straße)	64,8	56,2	8,6	122	415	2,0	1.350	560.300	2,6
	64,8	55,3	9,5	122	415	2,5	1.500	622.500	2,6
	64,8	54,6	10,2	122	415	3,0	1.650	684.800	2,5
Cluster 8 (Ortkampsweg, Bremen-Huchting)	65,7	58,9	6,8	166	538	2,0	1.350	726.300	2,1
	65,7	58,0	7,7	166	538	2,5	1.500	807.000	2,2
	65,7	57,5	8,2	166	538	3,0	1.650	887.700	2,1
Cluster 9 (Wardamm, Bremen-Huchting)	67,7	60,0	7,7	147	240	2,0	1.350	324.000	4,8
	67,7	59,5	8,2	147	240	2,5	1.500	360.000	4,6
	67,7	59,1	8,6	147	240	3,0	1.650	396.000	4,4

Erläuterungen:

$L_{r,N}$ oLS	energetisch gemittelter Beurteilungspegel im Nachtzeitraum (22-6 Uhr) ohne Lärmschutzmaßnahmen (nur zur Info; wird nicht bei der Ermittlung des Nutzen-Kosten-Verhältnisses einbezogen)
$L_{r,N}$ mLS	energetisch gemittelter Beurteilungspegel im Nachtzeitraum (22-6 Uhr) mit Lärmschutzmaßnahmen (nur zur Info; wird nicht bei der Ermittlung des Nutzen-Kosten-Verhältnisses einbezogen)
dL	mittlere Pegelminderung in dB (Ergebnis einer arithmetischen Subtraktion zwischen Beurteilungspegeln mit und ohne Lärmschutzmaßnahmen)
E	Anzahl der von der Grenzwertüberschreitung betroffenen Einwohner
I	Gesamtlänge der LSW in m
h	Höhe der LSW über Schienen OK bzw. über Gelände OK (Cluster 1.2 und Cluster 6.I.1) in m
Kosten je m	pauschale Erstellungskosten je Meter der LSW
K	Höhe der für die Maßnahmen erforderlichen Zuwendungen in Euro
NKV	Nutzen-Kosten-Verhältnis(nach Formel im Kapitel 7)

Da sich das Nutzen-Kosten-Verhältnis nur sehr gering für die unterschiedlichen Wandhöhen eines Clusters ändert, sind zum Vergleich der Cluster die pro Cluster gemittelten Ergebnisse in der nachliegenden Abbildung 3 zusammengefasst. Die Abbildung zeigt die Ergebnisse in einer absteigenden Reihenfolge.

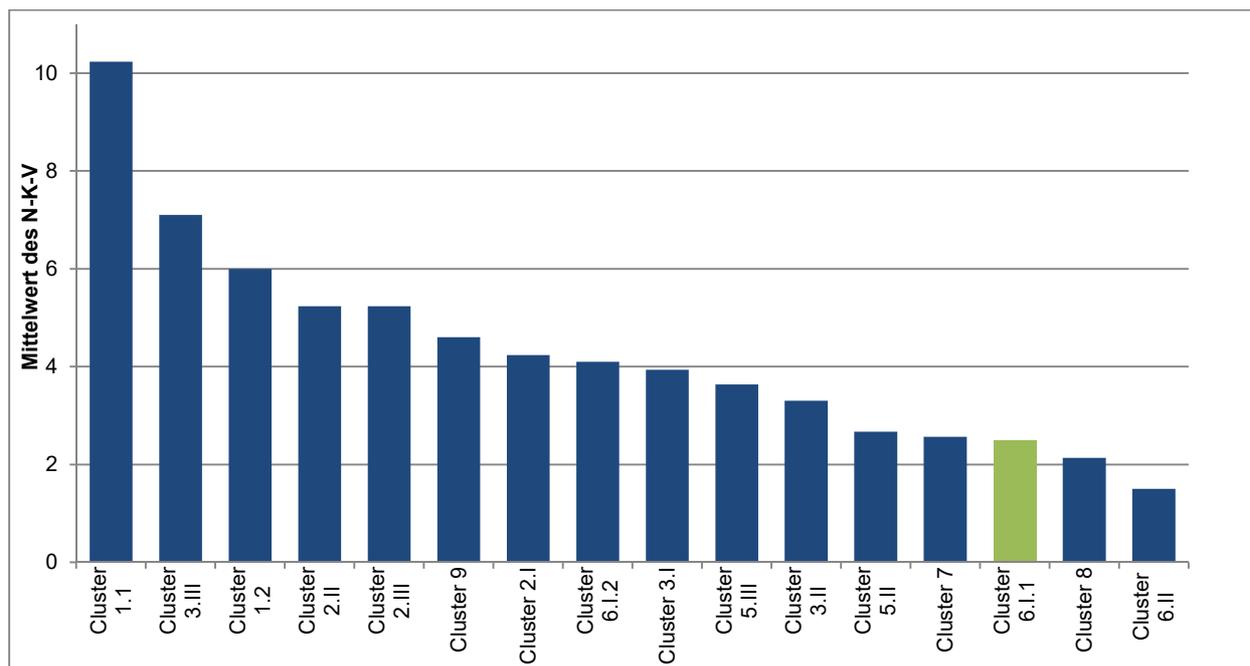


Abbildung 3: Mittelwert des NKV der jeweiligen Cluster (blau: Lärmschutzwand; grün: Lärmschutzwall)

Aus den Ergebnissen ist ersichtlich, dass die größte mittlere Pegelminderung (11,7 dB) im Cluster 1.1 mit einer 3 m hohen LSW an der Schiene ermittelt wurde. Entsprechend liegt das NKV hier bei 10,4. Das weist den höchsten Wert im Vergleich zu den übrigen Clustern auf. Die geringste Nutzung (NKV= 1,5) zum angestrebten Ziel wurde im Cluster 6.II errechnet. Der Durchschnittswert des Nutzen-Kosten-Verhältnisses liegt bei etwa 4.

8 Zusammenfassung

Im Rahmen der geplanten Bedarfsanalyse für die Umsetzung aktiver Lärmschutzmaßnahmen entlang der Eisenbahnstrecken der Freien Hansestadt Bremen wurden aktive Lärminderungsmaßnahmen geprüft. Die Prüfung umfasste dabei die Identifizierung der betroffenen Untersuchungsbereiche und die Dimensionierung möglicher Lärmschutzbauwerke (Schallschutzwände bzw. -wälle), deren Nutzung-Kosten-Verhältnis gemäß „Richtlinie zur Förderung von Maßnahmen zur Lärmsanierung an bestehenden Schienenwegen der Eisenbahnen des Bundes“ /7/ errechnet wurde.

Der Bedarf der aktiven Lärmschutzmaßnahmen wurde ausschließlich an den bestehenden Strecken ermittelt und wurde gegeben, wenn Wohngebäude mit Pegeln über 55 dB(A) nachts belastet waren und keine aktiven Lärmschutzmaßnahmen vorhanden sind oder in naher Zukunft geplant werden.

Die Ermittlung des Nutzen-Kosten-Verhältnisses wurde für 8 Cluster mit teilweise unterschiedlichen Teilbereichen durchgeführt.

Als aktive Lärmschutzmaßnahmen wurden im Rahmen dieser Untersuchung ausschließlich Schallschutzwände bzw. in einem Fall ein Schallschutzwall geprüft. Allerdings sind in einigen Bereichen (beispielsweise Cluster 2 und Cluster 5) auch Lärminderungsmaßnahmen an Brücken und andere alternative Schallschutzmaßnahmen (z.B. Schienenstegdämpfer) denkbar bzw. sinnvoll.

Für die Kosten wurden die Anhaltswerte im Kostenkennwertekatalog der DB AG verwendet, wobei die Unsicherheiten bei den verschiedenen Brückenbauwerken nicht berücksichtigt werden konnten. Dementsprechend handelt es sich um grobe Abschätzungen, die jedoch im Rahmen der daraus abzuleitenden Prioritätenliste ausreichend sind. Insofern handelt es sich um ein Zahlenwerk, das den politischen Gremien eine Grundlage für Entscheidungen bietet. Solche Entscheidungen erfolgen jedoch auch nach ortspolitischen Gesichtspunkten, bei denen andere Faktoren, wie etwa die Anzahl der durch die jeweilige Lärmschutzmaßnahme entlasteten Einwohner, eine Rolle spielen können (vgl. Anlage 6). Die unterschiedlichen Faktoren, die sich aus den Grundstückseigentumsverhältnissen ergeben, konnten bei dieser Untersuchung ebenfalls nicht berücksichtigt werden. Bekannt ist nur, dass der Lärmschutzwall im Cluster 6.I auf einem Grundstück der Stadtgemeinde Bremen liegt.

Für den Fall, dass Schallschutzbauwerke auf fremden Grundstücken errichtet werden – z.B. auf dem Gelände der DB Netz AG, können je nach Ergebnis der Vertragsverhandlungen zwischen der Freien Hansestadt Bremen und dem Grundstückseigentümer im Einzelfall weitere Kosten anfallen, die in der vorliegenden Untersuchung nicht berücksichtigt wurden.

Hamburg, den 14. März 2018

i. V. Marion Krüger
LÄRMKONTOR GmbH

i. A. Justas Burokas
LÄRMKONTOR GmbH

9 Anlagenverzeichnis

Anlage 1a	Betroffene Gebäude, $L_{\text{Tag}} > 67 \text{ dB(A)}$ / $L_{\text{Tag}} > 65 \text{ dB(A)}$, Schienenverkehr, Ist-Zustand (2016), Zeitraum: Tag (6 - 22 Uhr)
Anlage 1b	Betroffene Gebäude, $L_{\text{Nacht}} > 57 \text{ dB(A)}$ / $L_{\text{Nacht}} > 55 \text{ dB(A)}$, Schienenverkehr, Ist-Zustand (2016), Zeitraum: Nacht (22 - 6 Uhr)
Anlage 2a	Betroffene Gebäude, $L_{\text{Tag}} > 67 \text{ dB(A)}$ / $L_{\text{Tag}} > 65 \text{ dB(A)}$, Schienenverkehr, Prognose (2025), Zeitraum: Tag (6 - 22 Uhr)
Anlage 2b	Betroffene Gebäude, $L_{\text{Nacht}} > 57 \text{ dB(A)}$ / $L_{\text{Nacht}} > 55 \text{ dB(A)}$, Schienenverkehr, Prognose (2025), Zeitraum: Nacht (22 - 6 Uhr)
Anlage 3	LärmKennZiffer (LKZ) in Rasterdarstellung, Prognose (2025) $L_{\text{Nacht}} \geq 55 \text{ dB(A)}$
Anlage 4	Übersichtplan der Cluster
Anlage 5.1	Lageplan - Cluster 1: Grönlandstraße
Anlage 5.2	Lageplan - Cluster 2: Walle
Anlage 5.3	Lageplan - Cluster 3: Roonstraße, Manteuffelstraße, Am Barkhof
Anlage 5.4	Lageplan - Cluster 4: Stolzenauer Straße
Anlage 5.5	Lageplan - Cluster 5: Sebaldsbrück
Anlage 5.6	Lageplan - Cluster 6 - Teil West: Hemelingen / Lärmschutzwall
Anlage 5.6	Lageplan - Cluster 6 - Teil Ost: Hemelingen / Lärmschutzwall
Anlage 5.7	Lageplan - Cluster 7: Ricarda-Huch-Straße
Anlage 5.8	Lageplan - Cluster 8: Ortkampsweg (Huchting)
Anlage 5.9	Lageplan - Cluster 9: Wardamm (Huchting)
Anlage 6	Tabelle zur Ermittlung des Nutzen-Kosten-Verhältnisses
Anlage 7a	Eingangsdaten - Übersichtskarte Abschnitte der Schienenstrecke, Ist-Zustand 2016
Anlage 7b	Eingangsdaten Zugverkehr, Ist-Zustand 2016
Anlage 7c	Eingangsdaten - Übersichtskarte Abschnitte der Schienenstrecke, Prognose 2025
Anlage 7d	Eingangsdaten Zugverkehr, Prognose 2025

10 Quellenverzeichnis

- /1/ **Allgemeines Eisenbahngesetz vom 27. Dezember 1993 (BGBl. I S. 2378, 2396; 1994 I S. 2439)**
das zuletzt durch Artikel 2 Absatz 1 des Gesetzes vom 20. Juli 2017 (BGBl. I S. 2808) geändert worden ist
- /2/ **Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung - 16. BImSchV)**
„Verkehrslärmschutzverordnung vom 12. Juni 1990 (BGBl. I S.1036), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 18. Dezember 2014 (BGBl. I S. 2269) geändert worden ist“
- /3/ **Anlage 2 der 16. BImSchV - „Berechnung des Beurteilungspegels für Schienenwege (Schall 03)“**
in Fassung der Änderung durch Artikel 1 der Verordnung vom 18. Dezember 2014 (BGBl. I S. 2269)
- /4/ **Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG)**
"Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das durch Artikel 1 des Gesetzes vom 30. November 2016 (BGBl. I S. 2749) geändert worden ist"
- /5/ **Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm (VBEB)**
Vom 9. Februar 2007 (BAnz. Nr. 75 vom 20.04.2007 S. 4137)
- /6/ **Gesetz über die Feststellung des Bundeshaushaltsplans für das Haushaltsjahr 2016 (Haushaltsgesetz 2016)**, Epl 12 Kapitel 1202 Titel 891 05
21. Dezember 2015 (BGBl. I S. 2378)
- /7/ **Richtlinie zur Förderung von Maßnahmen zur Lärmsanierung an bestehenden Schienenwegen der Eisenbahnen des Bundes**
Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur vom 07.06.2014,
LA18/5185.7/10 Bonn
- /8/ **Richtlinie 808.0210A02 der DB Netz AG, Bahntechnik, Leit-, Signal- und Telekommunikationstechnik: Kostenkennwertekatalog, Version 4, Stand 2012**
- /9/ **Statistik des Lärmschutzes an Bundesfernstraßen 2015, Stand 2016**
Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur