1. Ausfertigung

Wölfel

Nur zur Information

Machbarkeitsuntersuchung über zusätzliche Maßnahmen zur Lärmminderung an der Infrastruktur der Bahnstrecken im Mittelrheintal

Leiseres Mittelrheintal

Schlussbericht
04.09.2014

Die Bundesregierung

Wir bauen **Zukunft**

Hier wurde, gefördert durch die Bundesregierung aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages, durch die Deutsche Bahn AG systematisch untersucht, welche weitergehenden Lärmschutzmaßnahmen unter besonderer Berücksichtigung innovativer Technik im Bereich des Weltkulturerbes Oberes Mittelrheintal zur Lärmminderung beitragen können.

Machbarkeitsuntersuchung über zusätzliche Maßnahmen zur Lärmminderung an der Infrastruktur der Bahnstrecken im Mittelrheintal

Leiseres Mittelrheintal

Auftraggeber:	Beirat „Leiseres Mittelrheintal“
Vertragsführende Stelle	DB Netz AG Pfarrer-Perabo-Platz 4 60326 Frankfurt
Berichtsnummer:	R0197/001-01

Dieser Bericht umfasst 45 Seiten Text und 215 Seiten Anhang.

Bekanntgegebene Messstelle nach § 29b BImSchG für Geräusche und Erschütterungen

Schallschutzprüfstelle für Güteprüfungen nach DIN 4109

Höchberg, 04.09.2014

Akkreditierung nach DIN EN ISO/IEC 17025 für die Prüfarten Geräusche, Erschütterungen und Bauakustik

Dipl.-Geophys. S. Ibbeken
Bearbeitung / fachliche Verantwortung

Dr.-Ing. K.-G. Krapf
Prüfung und Freigabe

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19254-01-00

Wölfel Beratende Ingenieure GmbH + Co. KG * Max-Planck-Straße 15 * D-97204 Höchberg
Telefon: 0931 49708-0 * Telefax: 0931 49708-150 * E-Mail: wbi@woelfel.de * Internet: www.woelfel.de
Beirat: Prof. Dr.-Ing. Horst P. Wölfel * Geschäftsführer: Dr.-Ing. Klaus-Georg Krapf, Dr.-Ing. Steffen Pankoke, Jürgen Preißinger
Kommanditgesellschaft AG WÜ HRA 4087 * Pers. haft. Ges.: Wölfel Beratende Ingenieure Verwaltungs-GmbH, Höchberg, AG WÜ HRB 3886
Commerzbank AG Würzburg, Konto-Nr.: 3 161 493 00, BLZ: 790 800 52, SWIFT-Code: DRESDEFF790, IBAN: DE13 79080052 0316149300
Sparkasse Mainfranken Würzburg, Konto-Nr.: 10105575, BLZ: 790 500 00 * Steuer-Nr.: 257/182/51101 * Umsatzsteuer-ID Nr.: DE 134 165 548

TÜV NORD CERT GmbH DIN EN ISO 9001

Änderungsindex

Revision	Datum	Geänderte Seiten	Hinzugefügte Seiten	Erläuterungen
01	28.03.2014	-	-	Erstellung Konzept
02	06.06.2014	-	-	Erstellung Entwurf
03	03.07.2014	-	-	Überarbeitung Entwurf
04	22.08.2014	-	-	Überarbeitung Entwurf
05	04.09.2014	-	-	Schlussbericht

Inhaltsverzeichnis

1 Zusammenfassung ... 5

2 Aufgabenstellung ... 7

3 Unterlagen und Abkürzungen ... 9

3.1 Unterlagen ... 9

3.2 Abkürzungen und (Tabellen-)Bezeichnungen ... 10

4 Untersuchungsgegenstand ... 11

4.1 Welterbe Kulturlandschaft Oberes Mittelrheintal ... 11

4.2 Angrenzende Gebiete in Hessen und Rheinland-Pfalz ... 11

4.3 Berechnungsraum ... 13

5 Durchführung der Untersuchung ... 13

5.1 Vorgehen der Untersuchung ... 13

5.2 Ortsbegehungen ... 13

5.2.1 Vorgehensweise ... 13

5.2.2 Abgleich mit Bestandsinformationen ... 14

5.2.3 Aufnahme und Prüfung umsetzbarer Lärmschutzmaßnahmen ... 14

5.3 Bürgermeldungen ... 14

5.3.1 Vorgehensweise ... 14

5.3.2 Konkrete Vorschläge zu Lärmschutzmaßnahmen ... 15

5.3.3 Hinweise auf Instandhaltungsmaßnahmen ... 15

5.3.4 Sonstige Hinweise ... 15

5.4 Bestehende Schallschutzmaßnahmen ... 15

5.5 Untersuchte zusätzliche Schallschutzmaßnahmen ... 16

5.5.1 Akustisches Schleifen ... 16

5.5.2 Maßnahmen am Schienensteg ... 16

5.5.3 Maßnahmen am Ausbreitungsweg ... 17

5.5.4 Maßnahmen gegen Kurvenquietschen ... 19
5.5.5 Maßnahmen „gegenüberliegende Rheinseite" ... 19
5.6 Weitere Schallschutzmaßnahmen ... 20
5.7 Information der Bürger ... 20
5.7.1 Informationsveranstaltungen in den Kommunen ... 20
5.7.2 Aufnahme von Korrekturbedarf ... 21
6 Akustische Berechnungen ... 22
6.1 Berechnungsverfahren ... 22
6.1.1 Immissionspegel an Gebäudefassaden ... 22
6.1.2 Zuordnung der Immissionspegel zu Einwohnern ... 22
6.1.3 Pegelentlastung der Einwohner ... 22
6.1.4 Gebäudelärmkarten ... 23
6.1.5 Differenzkarten ... 23
6.2 Berechnungsvorschrift Schall 03 ... 23
6.3 Übernahme und Bearbeitung der Eingangsdaten ... 25
6.3.1 Streckennetz ... 25
6.3.2 Verkehr, Fahrpläne 2008, 2012 und Prognose 2025 ... 25
6.3.3 Geländemodell ... 25
6.3.4 Einwohnerdaten und Hauskoordinaten ... 26
6.3.5 Gebäudedaten und Einwohnerzuordnung ... 26
6.3.6 Brücken, Bahnübergänge, Tunnel, Kurvenradien ... 26
6.3.7 Lärmschutzwände ... 26
6.4 Berechnungsmodell ... 27
6.4.1 Grundmodell mit bestehenden Schallschutzmaßuahmen ... 27
6.4.2 Variantenbildung mit neuen Schallschutzmaßnahmen ... 27
6.4.3 Recheneinstellungen ... 29
6.5 Berechnungsergebnisse ... 29
6.5.1 Pegelentlastung der Einwohner ... 29
6.5.2 Gebäudelärmkarten ... 31
6.5.3 Gebäudelärm-Differenzkarten ... 32
7 Bewertungsmodell für die Maßnahmen in Bezug auf Wirksamkeit und Kosten ... 34
7.1 Bewertungsmodell und Nutzen-Kosten-Index ... 34
7.2 Kostenansatz für die Bewertung ... 35
7.3 Bewertung in Anlehnung an das Nutzen-Kosten-Verhältnis ... 36
7.4 Lokale Besonderheiten ... 37
8 Bewertung der Maßnahmen ... 37

8.1 Berechnung des Nutzen-Kosten-Index NKI 37
8.2 Berechnung des Nutzen-Kosten-Verhältnisses NKV_{MU} 38
8.3 Rangfolge der Maßnahmen 38
8.4 Kostenanteil der Maßnahmenpakete 43
8.5 Verhältnismäßigkeit der Maßnahmen, Förderfähigkeit und Kostenansatz 44

Anhang

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 4.1: Untersuchungsgebiet 12
Abbildung 5.1: Schienenschleifzug für akustisches Schleifen (Quelle: Vossloh Rail Services) 16
Abbildung 5.2: Schienenstegdämpfer unterschiedlicher Bauart in Koblenz 17
Abbildung 5.3: Schienenstegabschirmungen Foto: LeDosquet, DB AG, Bf Boppard, Querschnitt „SSA-Calmmoon Rail boltless“ im Bf. Boppard) 17
Abbildung 5.4: Schallschutzwand, Höhe 2 m über SOK 18
Abbildung 5.5: Niedrige Schallschutzwand, Höhe 55 cm über SOK 18
Abbildung 5.6: Geländer mit schematischer Geländerausfüllung (grau) 19
Abbildung 5.7: Schienenschmiereinrichtung 19
Abbildung 6.1: Gebäudepegel aus energetischer Mittelung der Fassadenpegel 23
Abbildung 6.2: Untersuchte Schallschutzmaßnahmen am Beispiel Bad Salzig 29
Abbildung 6.3: Betroffene Personen in Pegelklassen für das gesamte Untersuchungsgebiet 30
Abbildung 6.4: Gebäudepegel, Fahrplan 2008 mit Maßnahmenstand 2014, Bad Salzig 31
Abbildung 6.5: Gebäudepegel, Prognoseverkehr 2025 mit allen untersuchten Maßnahmen, Bad Salzig .. 32
Abbildung 6.6: Pegelminderung durch untersuchte Maßnahmen mit Fahrplan 2008, Bad Salzig 33
Abbildung 6.7: Pegelminderung durch untersuchte Maßnahmen mit Prognoseverkehr 2025 und umgerüsteten Güterwagen, Bad Salzig 33
Abbildung 7.1: Lästigkeitsfaktor K_L 34
Abbildung 8.1: Kostenanteile einer Maßnahmenumsetzung nach Rangfolge 43

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4.1: Oberes Mittelrheintal, Städte und Verbandsgemeinden mit ihren Gemeinden 11
Tabelle 4.2: Städte im Rheingau mit ihren Gemeinden 11
Tabelle 4.3: Unteres Mittelrheintal, Verbandsgemeinden mit ihren Gemeinden 12
Tabelle 6.1: Schall 03 [2012], wesentliche Änderungen im Vergleich zur Schall 03 [1990] 25
Tabelle 6.2: Berechnungsvarianten 28
Tabelle 6.3: Betroffene Personen in Pegelklassen für das gesamte Untersuchungsgebiet 30
Tabelle 7.1: Kostenansatz für die Bewertung 36
Tabelle 8.1: Rangfolge der Maßnahmen nach NKI 38
Tabelle 8.2: Erstellungskosten sämtlicher Maßnahmen in TEUR für verschiedene Abschneide-Kriterien 45
Tabelle 8.3: Anteile der Erstellungskosten für verschiedene Rangbereiche 45

1 Zusammenfassung

Durch das Mittelrheintal, hier im Wesentlichen begrenzt auf den Bereich des Weltkulturerbes Oberes Mittelrheintal zwischen Bingen/Rüdesheim und Koblenz (erweitert um jeweils zwei Gemeinden flussab- und -aufwärts), verlaufen zwei Bahnstrecken mit jeweils zwei Gleisen, die zu den meistfrequentierten Bahnstrecken in Deutschland zählen. Insbesondere die überwiegend nachts verkehrenden Güterzüge führen bei den Anwohnern zu Mittelungspegeln von bis zu 76 dB(A).

Im Rahmen des Lärmsanierungsprogramms der Bundesregierung wurden in den Jahren 1999 bis 2012 umfangreiche Lärmschutzmaßnahmen - überwiegend passive Maßnahmen an Wohngebäuden - umgesetzt. Mit den Mitteln des Konjunkturpaketes II und des Infrastrukturbeschleunigungsprogramms II wurden in den Jahren 2009 bis 2011 bzw. ab dem Jahr 2013 auch an einigen Strecken im Mittelrheintal innovative Technologien wie akustisches Schleifen, Schienenstegdämpfung und –abschirmung sowie niedrige Schallschutzwände zur Erprobung installiert.

Die umgesetzten Lärmsanierungsmaßnahmen werden vor allem von Anwohnern, Bürgerinitiativen und politischen Vertretern der Länder als nicht ausreichend bewertet, unter anderem weil die Effekte der passiven Maßnahmen im Freibereich oder bei offener Fensterstellung nicht wirken und weil zwischenzeitlich entwickelte innovative Maßnahmen noch nicht umfassend zum Einsatz kommen. Auf Initiative der Bürgerinitiativen Pro Rheintal und BI gegen Umweltschäden durch die Bahn wurde daraufhin der Beirat „Leiseres Mittelrheintal“ mit Fokus auf das Weltkulturerbe gegründet. Der Beirat hat die vorliegende Machbarkeitsuntersuchung beauftragt, die systematisch weitergehende technische Möglichkeiten der Lärmminderung untersucht und bewertet. Die Machbarkeitsuntersuchung wurde mit den Mitteln des Infrastrukturbeschleunigungsprogramms II finanziert.

Die Machbarkeitsuntersuchung gliedert sich in folgende Phasen:

- Identifikation von bestehenden und möglichen Schallschutzmaßnahmen in umfassenden Ortsbegehungen unter Einbezug der Vorschläge von Bürgern aus Befragungen
- Erstellung eines akustischen 3D-Berechnungsmodells auf der Grundlage detaillierter Gelände- und Gebäudedaten, der zu untersuchenden technischen Lärmminderungsmaßnahmen und der Berechnungsvorschrift Schall 03 [2012]
- Durchführung gebäudescharfer akustischer Berechnungen zur Ermittlung der möglichen Pegelminderung aus verschiedenen Varianten der Maßnahmen
- Information der Bürger auf lokalen Bürgerveranstaltungen mit Prüfung der Akzeptanz und Aufnahme von Hinweisen auf zusätzlich zu untersuchende Maßnahmen
- Erstellung eines Bewertungsmodells zur Beurteilung der Maßnahmen in Bezug auf ihre Wirksamkeit und die Kosten
- Durchführung der Bewertung der Maßnahmen und Erstellung einer Rangfolge

Als mögliche Lärmminderungsmaßnahmen werden untersucht das akustische Schleifen, Schienenstegdämpfung und –abschirmung, Schallschutzwände verschiedener Höhen, Geländerausfachungen und Maßnahmen gegen das Kurvenquietschen. Die Berechnungen erfolgen auf Basis des Schienenverkehrs mit dem Fahrplan des Verkehrsspitzenjahres 2008 und zusätzlich mit dem Prognoseverkehr des Jahre 2025 unter Berücksichtigung einer vollständigen Ausrüstung der Güterwagen mit Verbundstoffbremssohlen. Die Berechnungen auf Basis der novellierten Schall 03 [2012] berücksichtigen detaillierte Geräuschquellen des Zugverkehrs in verschiedenen Emissionshöhen. Ein Schienenbonus von 5 dB wird nicht mehr angewendet.

Bezogen auf das gesamte Untersuchungsgebiet kann mit der Umsetzung des akustischen Schleifens und der Schienenstegdämpfung/Schienenstegabschirmung die Zahl der Betroffenen von nächtlichen Mittelungspegeln über 60 dB(A) von rund 32.200 auf 22.300, also auf 69 % reduziert werden (Fahrplan 2008). Mit der zusätzlichen Umsetzung der untersuchten Schallschutzwände sinkt die Zahl der Betroffenen von nächtlichen Mittelungspegeln über 60 dB(A) von rund 32.200 auf 18.200, also auf 57 %. Weiterhin ist mit der Ausrüstung der Güterwagen mit Verbundstoffbremssohlen (Prognoseverkehr 2025) ein weiterer Rückgang der von den genannten Pegeln Betroffenen auf rund 10.400 zu erwarten, 32 % der ursprünglichen Zahl vor Umsetzung aller Maßnahmen. Die entsprechenden Entlastungen werden für jede Ortslage (Stadt oder Gemeinde) und jeden Maßnahmentyp gesondert ermittelt und dargestellt.

Die deutliche Reduzierung der Gesamt-Betroffenenzahlen gibt noch keinen konkreten Hinweis auf die erzielbare Entlastung hochbelasteter Anwohner. Zur Bewertung der untersuchten Maßnahmen wird daher ein Bewertungsmodell eingeführt, das über einen Lästigkeitsfaktor Maßnahmen zum Schutz von hoch lärmbelasteten Anwohnern höher bewertet als Maßnahmen, die vornehmlich zur Lärmminderung bei geringer lärmbelasteten Anwohnern führen. Der Lästigkeitsfaktor beschreibt dabei eine Expositions-Wirkungsbeziehung, die beispielsweise Mittelungspegel von 84 dB(A) um den Faktor 2,5 höher bewertet als Mittelungspegel von 60 dB(A). Das resultierende Bewertungsmodell wird durch einen Nutzen-Kosten-Index (NKI) definiert, der die bewertete Lärmentlastung einer Maßnahme bei den Anwohnern in das Verhältnis zu den Maßnahmenkosten setzt und in einen Einzahlindex überführt.

Die Untersuchung differenziert 133 Maßnahmenpakete in 36 Ortslagen der 14 untersuchten Städte und Verbandsgemeinden. Ein Maßnahmenpaket besteht dabei aus akustischem Schleifen, abschnittsweisen Schienenstegmaßnahmen oder verschiedenen Typen von Schallschutzwänden bezogen auf jeweils eine Ortslage. Die erzielbare Lärmminderung eines Maßnahmenpaketes in Verbindung mit den erwarteten Gesamtkosten ergibt jeweils einen Nutzen-Kosten-Index, der die Einstufung der Maßnahme in eine Rangfolge ermöglicht. In der resultierenden Rangfolge bilden sich drei Gruppen aus. Das erste Viertel im oberen Rang wird durch das akustische Schleifen bestimmt. Im zweiten Viertel überwiegen Maßnahmen am Schienensteg neben einigen hoch effektiven Schallschutzwänden. In der letzten Hälfte der Reihung liegen vornehmlich Schallschutzwände, Schienenstegmaßnahmen und Maßnahmen, die auf der einer betroffenen Ortslage jeweils gegenüberliegenden Seite des Rheins installiert werden können.

Abschließend wird die Förderfähigkeit einer Maßnahme über das Kosten-Nutzen-Verhältnis NKV_{MU} bewertet. In Anlehnung an die „Richtlinie zur Förderung von Maßnahmen zur Lärmsanierung an bestehenden Schienenwegen der Eisenbahnen des Bundes" können Maßnahmen mit einem $NKV_{MU} \geq 1$ als „förderfähig" eingestuft werden.

Bei Lärmminderungsmaßnahmen im unteren Bereich der Rangfolge ist zu beachten, dass auch durch diese Maßnahmen teilweise hoch lärmbelastete Anwohner geschützt werden können. Nach der möglichen Definition einer Abschneidegrenze für die Umsetzung von Maßnahmen wird empfohlen, im unteren Rangbereich Einzelfallüberprüfungen vorzunehmen. Eine detaillierte Entwurfs- und Ausführungsplanung der Maßnahmen erfolgt, wenn die Finanzierungskonzepte vorliegen. Insbesondere bei den dann durchzuführenden Planungsschritten für Schallschutzwände und den Planrechtsverfahren können sich Positionierung und Abmessungen in einem begrenzten Rahmen verändern.

Die Ergebnisse der Berechnungen wurden den Anwohnern der Region auf lokalen Bürgerveranstaltungen zur Diskussion vorgestellt. Dabei wurden neue Hinweis auf weitere mögliche Maßnahmen aufgenommen und anschließend in die Berechnungen integriert.

2 Aufgabenstellung

Durch das Mittelrheintal (MRT), hier im Wesentlichen begrenzt auf den Bereich des Weltkulturerbes Oberes Mittelrheintal zwischen Bingen/Rüdesheim und Koblenz, verlaufen zwei Bahnstrecken mit jeweils zwei Gleisen, die zu den meistfrequentierten Bahnstrecken in Deutschland zählen. Insbesondere die überwiegend nachts verkehrenden Güterzüge führen zu Mittelungspegeln, die in der Zeit von 22:00 Uhr bis 06:00 Uhr rund 76 dB(A) auf der rechten Rheinseite und rund 74 dB(A) auf der linken Rheinseite erreichen (berechnet nach Schall 03 [1990]). Im Rahmen des Lärmsanierungsprogramms der Bundesregierung wurden in den Jahren 1999 bis 2012 entsprechend der „Richtlinie zur Förderung von Maßnahmen der Lärmsanierung an bestehenden Schienenwegen der Eisenbahnen des Bundes" /1/ für den im Weltkulturerbe Oberes Mittelrheintal gelegenen Streckenabschnitt überwiegend passive Maßnahmen an den Wohngebäuden umgesetzt. Ebenfalls wurden im Rahmen dieses Lärmsanierungsprogrammes von den im Bereich des MRT links- und rechtsrheinisch gelegenen ca. 36 km langen Sanierungsabschnitten ca. 13,7 km mit Schallschutzwänden ausgestattet. Darüber hinaus erforderliche Lärmschutzwände konnten auf Grund des landschafts- und städtebaulichen Erscheinungsbildes, aus Gründen des Denkmalschutzes oder auch auf Grund des in der Förderrichtlinie über Maßnahmen der Lärmsanierung an den Schienenwegen des Bundes vorgeschrieben Nutzen-Kosten-Verhältnisses nur eingeschränkt eingesetzt werden. Weiter waren nach den Bestimmungen der Förderrichtlinie Baugebiete von Lärmsanierungsmaßnahmen ausgenommen, wenn:

- die bauliche Anlage nach Inkrafttreten des BImSchG (01.04.1974 - in den neuen Ländern 03.10.1990) errichtet wurde,
- der Bebauungsplan, in dessen Geltungsbereich die bauliche Anlage errichtet ist, nach dem 01.04.1974 - in den neuen Ländern vor dem 03.10.1990 - rechtsverbindlich wurde.

Mit den Mitteln des Konjunkturpaketes II (KP II Lärm) /2/ wurden in den Jahren 2009 bis 2011 in bundesweiten Erprobungsabschnitten Emissionsminderungspotenziale von innovativen Technologien nachgewiesen. Es handelt sich unter anderem um die Technologien des akustischen Schienenschleifens mit Hochgeschwindigkeitsschleifverfahren, der Schienenstegdämpfer und -abschirmung sowie um niedrige Schallschutzwände mit einer Höhe von 55 und 74 cm über Schienenoberkante [/2/]. Zusammengefasst wurden für Lärmschutzmaßnahmen im Weltkulturerbe Oberes Mittelrheintal seit 1999 durch die Bundesregierung insgesamt 65 Mio. Euro, davon ca. 39 Mio. Euro aus dem freiwilligen Lärmsanierungsprogramm und 16 Mio. Euro aus dem Konjunkturpaket II verausgabt. Im zurzeit laufenden Sonderprogramm Lärmschutz Schiene sind weitere Maßnahmen für ca. 10 Mio. Euro in der Umsetzung. Neben dem Hauptanteil des Lärms, dem Rollgeräusch, können zusätzliche Lärmquellen an sogenannten Hotspots, in erster Linie Stahlbrücken, besonders solche ohne durchgehendes Schotterbett, und das sogenannte Kurvenquietschen in engen Gleisradien auftreten. Auch punktuelle Unstetigkeiten der Schienenoberfläche, bspw. an Isolier- und Schweißstößen oder in Weichen können ein deutliches Lästigkeitspotenzial erzeugen. Technologien zur Minderung des Lärms an Stahlbrücken und in engen Bögen wurden ebenfalls im KP II erprobt und bewertet.

Die bisher umgesetzten Lärmsanierungsmaßnahmen werden vor allem von Anwohnern, Bürgerinitiativen und politischen Vertretern der Länder als nicht ausreichend bewertet, unter anderem weil die Effekte der passiven Maßnahmen im Freibereich oder bei offener Fensterstellung nicht wirken und weil zwischenzeitlich entwickelte innovative Maßnahmen im Rahmen der Lärmsanierung noch nicht entwickelt bzw. zugelassen waren und deshalb bisher nicht realisiert werden konnten.

Auf Initiative der Bürgerinitiativen Pro Rheintal und BI gegen Umweltschäden durch die Bahn wurde am 07.12.2012 der Beirat „Leiseres Mittelrheintal" mit Fokus auf das Weltkulturerbe gegründet. Der Beirat hat am 26.03.2013 beschlossen, eine Machbarkeitsuntersuchung zu beauftragen, die systematisch weitergehende technische Möglichkeiten der Lärmminderung untersucht und bewertet.

Es waren dabei klassische und innovative Schallschutzmaßnahmen an der Quelle und auf dem quellennahen Ausbreitungsweg zu berücksichtigen. Passive Schallschutzmaßnahmen (z. B. Schallschutzfenster), betriebliche Maßnahmen (z. B. Geschwindigkeitsreduzierungen und Trassenänderungen) und fahrzeugseitige Maßnahmen sind nicht Gegenstand der Machbarkeitsuntersuchung (fahrzeugseitig wird jedoch die Umrüstung der Güterwagen auf leise Bremssysteme für das ergänzend zu untersuchende Prognoseszenario des Jahres 2025 berücksichtigt). Erschütterungsimmissionen sind ebenfalls von der Untersuchung ausgenommen.

Die Identifikation der weiteren Schallschutzmaßnahmen sollte zunächst über Ortsbegehungen unter Einbezug lokaler Behördenvertreter und Vertretern der DB AG erfolgen. Die Ortsbegehungen dienten dabei dem Datenabgleich vorhandener Schallschutzmaßnahmen, der Aufnahme von Vorschlägen der beteiligten Vertreter und der Prüfung auf weitere Möglichkeiten zur Umsetzung technischer Schallschutzmaßnahmen. Ergänzend dazu sollten die Bürgerinnen und Bürger über eine gemeinsam mit den Kommunen organisierte Frageaktion zur Abgabe von weiteren Vorschlägen zu Schallschutzmaßnahmen aufgefordert werden.

Die Bewertung der Schallschutzmaßnahmen erfolgt auf Basis detaillierter akustischer Ausbreitungsberechnungen nach Schall 03 [2012] /3/ und eines neu zu erstellenden Bewertungsmodells. Für die Berechnungen war ein akustisches 3D-Berechnungsmodell zu erzeugen, dass die Geländehöhen des Mittelrheintals, Damm- und Troglagen der Gleisstrecken, Gebäude und andere Infrastrukturdaten hochauflösend darstellt. Mit den Berechnungen sollen die möglichen Schallpegelminderungen von Maßnahmenvarianten für alle relevanten Gebäudefassaden ermittelt und dokumentiert werden. Die akustische Wirkung der Maßnahmen war anschließend im Verhältnis zu den laufenden Kosten der Maßnahmen zu bewerten. Dafür war ein geeignetes Bewertungsmodell zu erstellen, das eine besondere Berücksichtigung von Höchstbelasteten vorsieht und gleichzeitig auf eingeführte Bewertungsansätze zurückgreift.

Die Wirkung der technischen Schallschutzmaßnahmen war für die Ist-Situation auf der Basis des Schienenverkehrs aus dem Fahrplan 2008 (als bisheriges verkehrliches Spitzenjahr) und für die Prognose-Situation mit der Verkehrsprognose des Jahres 2025 mit Berücksichtigung eines Umrüstungsgrades der Bestandsgüterwagen von 100 % auf lärmmindernde Verbundstoffbremssohlen zu berechnen.

Die nach Wirksamkeit und Kosten bewerteten Maßnahmenvarianten waren in eine Rangfolge zu bringen, die sowohl innerhalb der beteiligten Städte und Verbandsgemeinden als auch in Bezug auf das gesamte Untersuchungsgebiet der Abwägung von Prioritäten bei einer späteren Umsetzung der Schallschutzmaßnahmen dienen kann.

Die mindernde Wirkung der untersuchten Schallschutzmaßnahmen war den beteiligten Städten und Verbandsgemeinden auf lokalen Veranstaltungen vorzustellen und zu diskutieren.

Neue Vorschläge zu Schallschutzmaßnahmen aus den lokalen Veranstaltungen, die sich aus der Präsentation der Ergebnisse und der Diskussion der Wirkung im Stadtbild ergeben, waren nach entsprechender Prüfung über ergänzenden Berechnungen zu bewerten und in die Untersuchung einzubeziehen.

3 Unterlagen und Abkürzungen

3.1 Unterlagen

1. Richtlinie für die Förderung von Maßnahmen zur Lärmsanierung an bestehenden Schienenwegen der Eisenbahnen des Bundes; Bonn, den 7. März 2005; EW 15/14.86.02/6 BM 00
2. Deutsche Bahn AG; Innovative Maßnahmen zum Lärm- und Erschütterungsschutz am Fahrweg – Schlussbericht vom 15.06.2012; www.dbnetze.com/konjunkturprogramm2-laerm
3. Berechnung des Beurteilungspegels für Schienenwege, Schall 03 [2012], Stand 13.11.2013
4. DB-VIS, Videoinformationssystem der DB AG mit Videoaufnahmen von Streckenabschnitten (Videosequenzen in Fahrtrichtung) und weitere Informationen zu Gleiskilometern, geographischen Koordinaten, Gleisabständen etc.
5. 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)
6. ESRI Inc., Redlands Kalifornien, Geoinformationssystem ArcGIS, Version 10.2.1, mit den Dateiformaten MXD, Shape, GRID, FLT u. a.
7. Bundesverkehrswegeplan 2003 (BVWP 2003)
8. WÖLFEL Meßsysteme · Software GmbH + Co. KG, IMMI 2014, PC-Programm zur Schallimmissionsprognose. Das Programm ist geprüft auf Konformität gemäß den QSI-Formblättern zu VDI 2714:1988-01, DIN ISO 9613-2:1999-10, Schall 03:1990, RLS 90:1990, VDI 2720 Blatt 1 und enthält die Schall 03:2012, Stand 13.11.2013
9. 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
10. LAI, Bund/Länderarbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz, Hinweise zur Lärmkartierung in der Fassung des Beschlusses der 121. Sitzung der LAI vom 2. bis 3. März 2011
11. WHO-Leitlinien für die Europäische Region gegen Nachtlärm, 2009
12. Maßnahmen zur Lärmsanierung an bestehenden Schienenwegen der Eisenbahnen des Bundes, Gesamtkonzept der Lärmsanierung, 11.02.2005
13. Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes - VLärmSchR 97 - Stand: 27. Mai 1997
14. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung; Lärmschutz im Schienenverkehr, Alles über Schallpegel, innovative Technik und Lärmschutz an der Quelle, Die Lärmsanierung (Seite 29) Stand März 2013

3.2 Abkürzungen und (Tabellen-)Bezeichnungen

Abkürzung	Bedeutung
AS	Akustisches Schleifen
B>55 Änder.	Änderung der Betroffenenzahl von Mittelungspegeln $L_{eq, Nacht}$ > 55 dB(A) durch Umsetzung einer Maßnahme
B>55 nach M.	Betroffenenzahl von Mittelungspegeln $L_{eq, Nacht}$ > 55 dB(A) nach Umsetzung einer Maßnahme
B>55 vor M.	Betroffenenzahl von Mittelungspegeln $L_{eq, Nacht}$ > 55 dB(A) vor Umsetzung einer Maßnahme
dB(A)	Dezibel mit Frequenzbewertung A
„eigene“	Maßnahme liegt auf der eigenen Rheinseite einer Gemeinde
„gegenüber“	Maßnahme liegt auf der gegenüberliegenden Rheinseite einer Gemeinde
„Gelaender“	Geländerausfachung
HE	Hessen
L_{eq}	Energetischer Mittelungspegel
M.-Typ	Maßnahmen-Typ, SSD, SSW o. ä.
MRT	Mittelrheintal
MU	Machbarkeitsuntersuchung
NKI	Nutzen-Kosten-Index
NKV_{MU}	Nutzen-Kosten-Verhältnis mit Parametern der Machbarkeitsuntersuchung (MU)
nSSW	niedrige Schallschutzwand
RLP	Rheinland-Pfalz
SOK	Schienenoberkante
Spoileraufsatz	Aufsatzelement auf bestehende SSW (Absorber an oberer Beugungskante)
SSA	Schienenstegabschirmung
SSD	Schienenstegdämpfer
SSD_G	Schienenstegdämpfer an Strecke auf gegenüberliegender Rheinseite
SSE	Schienenschmiereirichtung
SSW	Schallschutzwand
SSW_G1	Schallschutzwand an Strecke auf gegenüberliegender Rheinseite, Variante 1 (alternativ zu Variante 2)
SSW_G2	Schallschutzwand an Strecke auf gegenüberliegender Rheinseite, Variante 2 (alternativ zu Variante 1)
SSW_Xm	Schallschutzwand mit einer Höhe von X Metern über SOK
VG	Verbandsgemeinde

4 Untersuchungsgegenstand

Als Untersuchungsgebiet der vorliegenden Untersuchung wurde das gesamte Welterbegebiet Oberes Mittelrheintal von Bingen bis Koblenz sowie jeweils zwei Gemeinden im Rheingau und dem unteren Mittelrheintal ausgeschrieben. Die Definition der zu untersuchenden Städte und Gemeinden erfolgte durch den Beirat „Leiseres Mittelrheintal."

4.1 Welterbe Kulturlandschaft Oberes Mittelrheintal

Das gesamte Obere Mittelrheintal ist Bestandteil der Machbarkeitsuntersuchung (vgl. Abbildung 4.1).

Im Welterbegebiet Oberes Mittelrheintal wurden auf der rechten Rheinseite die Verbandsgemeinde Loreley und die Stadt Lahnstein, die zu Teilen auf beiden Rheinseiten gelegene Stadt Koblenz sowie auf der linken Rheinseite die Städte Rhens, Boppard, St. Goar, die Verbandsgemeinde Rhein-Nahe sowie die Stadt Bingen untersucht.

Tabelle 4.1: Oberes Mittelrheintal, Städte und Verbandsgemeinden mit ihren Gemeinden

Stadt/Verbandsgemeinde	Stadt/Gemeinde
Stadt Bingen am Rhein	Bingen am Rhein
Stadt Boppard	Boppard, Bad Salzig, Hirzenach
Stadt Koblenz	Koblenz
Stadt Lahnstein	Lahnstein
Stadt Lorch	Lorch, Lorchhausen
Stadt Rüdesheim am Rhein	Rüdesheim, Assmannshausen
Verbandsgemeinde Loreley	Braubach, Kaub, Sankt Goarshausen, Kestert, Kamp-Bornhofen, Filsen, Osterspai
Verbandsgemeinde Rhein-Mosel	Rhens, Brey, Spay
Verbandsgemeinde Rhein-Nahe	Bacharach, Oberdiebach, Niederheimbach, Trechtingshausen
Verbandsgemeinde St.Goar-Oberwesel	Zu Fellen, St. Goar, Oberwesel, Urbar

4.2 Angrenzende Gebiete in Hessen und Rheinland-Pfalz

Im Beirat wurde beschlossen, das Untersuchungsgebiet über das Welterbegebiet hinaus nach Norden und Süden um jeweils zwei Gemeinden zu erweitern, um der ähnlichen Situation dieser Gebiete Rechnung zu tragen.

Tabelle 4.2: Städte im Rheingau mit ihren Gemeinden

Stadt/Verbandsgemeinde	Stadt/Gemeinde
Stadt Eltville am Rhein	Eltville, Erbach, Hattenheim
Stadt Oestrich-Winkel	Mittelheim, Oestrich, Winkel

Tabelle 4.3: Unteres Mittelrheintal, Verbandsgemeinden mit ihren Gemeinden

Stadt/Verbandsgemeinde	Stadt/Gemeinde
Verbandsgemeinde Bad Hönningen	Leutesdorf
Verbandsgemeinde Weißenthurm	Weißenthurm

Abbildung 4.1: Untersuchungsgebiet

4.3 Berechnungsraum

Aus dem geographischen Untersuchungsgebiet wurde ein Berechnungsraum abgeleitet, der sich an dem nächtlichen (22:00 bis 06:00 Uhr) Mittelungspegel von L_{eq} = 50 dB(A) orientiert. Der Berechnungsraum umfasst damit sämtliche Gebäude (inklusive der nach 1974 errichteten und der bereits passiv lärmsanierten Gebäude) im Untersuchungsgebiet, die von Schienenverkehrslärm mit Mittelungspegeln von über 50 dB(A) in der Nacht betroffen sind. Wegen der höheren Verkehrsbelastung durch Güterverkehr im Nachtzeitraum sind damit auch mindestens alle Gebäude eingeschlossen, die von Schienenverkehrslärm mit Mittelungspegeln von über 50 dB(A) am Tag betroffen sind.

5 Durchführung der Untersuchung

5.1 Vorgehen der Untersuchung

Die Machbarkeitsuntersuchung gliedert sich in folgende Phasen:

- Identifikation von bestehenden und möglichen Schallschutzmaßnahmen in umfassenden Ortsbegehungen unter Einbezug der Vorschläge von Bürgern aus Befragungen
- Erstellung eines akustischen 3D-Berechnungsmodells auf der Grundlage detaillierter Gelände- und Gebäudedaten, der zu untersuchenden technischen Lärmminderungsmaßnahmen und der Berechnungsvorschrift Schall 03 [2012]
- Durchführung gebäudescharfer akustischer Berechnungen zur Ermittlung der möglichen Pegelminderung aus verschiedenen Varianten der Maßnahmen
- Information der Bürger auf lokalen Bürgerveranstaltungen mit Prüfung der Akzeptanz und Aufnahme von Hinweisen auf zusätzlich zu untersuchende Maßnahmen
- Erstellung eines Bewertungsmodells zur Beurteilung der Maßnahmen in Bezug auf ihre Wirksamkeit und die Kosten
- Durchführung der Bewertung der Maßnahmen und Erstellung einer Rangfolge

5.2 Ortsbegehungen

5.2.1 Vorgehensweise

In einer Begehung wurden vor Ort weitere, über die bereits installierten Maßnahmen hinausgehende, infrastrukturelle Lärmschutzmaßnahmen, identifiziert. Die Ortsbegehungen wurden auch durchgeführt, um von Gemeindevertretern und den mit den örtlichen Gegebenheiten vertrauten Personen Hinweise auf örtliche Besonderheiten im Schienenverkehr und an der Gleisstrecke aufzunehmen. Bei den Ortsterminen wurden zunächst die an der Untersuchung beteiligten Parteien sowie deren anwesende Vertreter vorgestellt. Vereinzelt wurde auf Übersichtskarten mit den bereits umgesetzten Maßnahmen in den jeweiligen Ortslagen auf lokale Besonderheiten hingewiesen. In den Ortslagen wurde jeweils auch die Belästigung durch die gegenüberliegende Bahnstrecke erfragt.

Anschließend wurde in Begleitung der örtlichen Vertreter die Gleisstrecke der Ortslage besichtigt. Hierbei wurden weitere Hinweise aufgenommen und in Abstimmung mit Vertretern der DB Netz AG Vorschläge zu ergänzenden Maßnahmen vor Ort besprochen und dokumentiert.

Die Ortsbesichtigungen wurden in einem Zeitraum von etwa drei Wochen im November und Dezember 2013 durchgeführt. Es wurden alle Städte und Verbandsgemeinden zwischen Rüdesheim und Koblenz auf der rechten Rheinseite und zwischen Koblenz und Bingen auf der linken Rheinseite sowie die Städte Eltville und Oestrich-Winkel, die Stadt Weißenthurm und die Gemeinde Leutesdorf besichtigt.

5.2.2 Abgleich mit Bestandsinformationen

Die erhaltenen Informationen zu bereits umgesetzten Maßnahmen am Gleis (z. B. Lärmschutzwände, Schienenschmiereinrichtungen, Schienenstegabschirmungen etc.) wurden im Vorfeld der Ortsbegehungen digitalisiert und in Übersichtskarten eingetragen. Mit dem so erhaltenen Kartenmaterial wurde vor Ort die Existenz bestehender Maßnahmen sowie deren Anfang und Ende überprüft. Maßnahmen, die sich zum Zeitpunkt der Begehung noch im Bau befanden, wurden vor Ort abgefragt und ebenfalls als Bestand in das Berechnungsmodell aufgenommen. Alle umgesetzten und geplanten Maßnahmen, deren Bauabschluss noch für das Jahr 2014 geplant ist, wurden im Modell als bestehende Maßnahmen berücksichtigt.

Zusätzlich konnte durch die Nutzung der Software DB-VIS /4/ eine Digitalisierung vorhandener Stützmauern, Felswände, Geländer u. a. erfolgen. Für die im Untersuchungsgebiet vorhandenen relevanten Stützmauern, Felswände, Geländer u. a. wurden die Höhe, die geographische Lage und der Abstand zum Gleis in das Berechnungsmodell eingegeben. Diese Informationen ermöglichten es, eine detaillierte Bestandsituation des Untersuchungsgebietes im Berechnungsmodell abzubilden.

5.2.3 Aufnahme und Prüfung umsetzbarer Lärmschutzmaßnahmen

Bei den Ortsbegehungen wurden insbesondere Abschnitte der Gleisstrecke, über welche Beschwerden vorliegen, begutachtet und in die Dokumentation aufgenommen. Von den Gemeindevertretern erhaltene Hinweise zu möglichen Maßnahmen wurden notiert und bereits vor Ort durch Mitarbeiter der DB Netz AG bezüglich ihrer Umsetzbarkeit eingeschätzt.

In Hinsicht auf weitere Maßnahmen wurde die gesamte erreichbare Gleisstrecke aller Ortschaften im Untersuchungsgebiet begutachtet. Alle aufgenommenen Maßnahmen wurden in die Karten mit der Bestandssituation eingetragen und im Nachgang für die Aufnahme in das Berechnungsmodell digitalisiert. Sowohl bei den Ortsbegehungen als auch bei den im Anschluss an die Begehungen eingesandten Bürgermeldungen (siehe Kapitel 5.3) wurden Vorschläge von Bürgern präferiert berücksichtigt.

5.3 Bürgermeldungen

5.3.1 Vorgehensweise

Im Vorfeld der Ortsbegehungen wurden die Gemeinden von ihren jeweiligen Landesministerien über die Beteiligung der Gemeinden und der Bürger an der Machbarkeitsuntersuchung informiert. Von den Ländervertretern wurde beispielhaft eine Beteiligungsvorlage online zur Verfügung gestellt. Zusätzlich konnten Bürgermeldungen als formloses Schreiben entweder über die Gemeinden oder eine speziell für die Bürgerbeteiligungen eingerichtete E-Mail Adresse eingesandt werden. Alle auf diesem Weg bis Ende

Februar erhaltenen Anregungen zu Lärmschutzmaßnahmen, Instandhaltungsmaßnahmen und sonstigen Hinweise (z. B. Eingriffe in die Geschwindigkeit) wurden dokumentiert und nach unterschiedlichen Kriterien (technische Maßnahme, Instandhaltung, Betriebsregime, etc.) kategorisiert. Die Liste aller eingesandten Vorschläge zeigt Anhang B. Zusätzlich zur Kategorisierung der Meldungen wurde deren Inhalt in stark gekürzter Form in die Tabelle übernommen, sodass der Tabelle alle essentiellen Informationen entnommen werden können und nur vereinzelt auf das Originaldokument zurückgegriffen werden muss. Alle Einsendungen wurden digitalisiert und katalogisiert, wodurch für jede Meldung in der Tabelle das Originaldokument eindeutig zugeordnet ist.

5.3.2 Konkrete Vorschläge zu Lärmschutzmaßnahmen

Alle im Rahmen der Bürgerbeteiligung eingesandten technischen Maßnahmen zur Lärmminderung wurden im Berechnungsmodell abgebildet und deren Auswirkung auf die Schallimmissionen durch den Schienenverkehr an den umliegenden Wohnhäusern berechnet (eine detaillierte Beschreibung des Modells, der verwendeten Berechnungsvorschrift und der Eingangsdaten ist in Kapitel 6 dargestellt). Die im Modell berücksichtigten Maßnahmen sind in Anhang B in der Tabellenspalte *Hinweis Lärm* mit einem „x" markiert. Handelt es sich hierbei um eine Schallschutzwand (eine detaillierte Beschreibung der einzelnen technischen Schallschutzmaßnahmen wird in Abschnitt 5.5 vorgenommen), so ist diese zusätzlich mit einer Maßnahmennummer versehen.

5.3.3 Hinweise auf Instandhaltungsmaßnahmen

In den im Rahmen der Bürgerbeteiligungen eingesandten Schreiben wurde zum Teil sehr detailliert auf Schlagstellen und Schienenstöße hingewiesen. Alle Hinweise zu instandhaltungsrelevanten Lärmquellen wurden mit allen erhaltenen Informationen direkt an die DB Netz AG weitergeleitet. Dort werden die Hinweise geprüft und - soweit zutreffend - umgehend Beseitigungsmaßnahmen eingeleitet.

5.3.4 Sonstige Hinweise

Hinweise auf Maßnahmen, welche nicht Bestandteil der Machbarkeitsuntersuchung waren, wurden direkt an die DB Netz AG weitergeleitet (vgl. Anhang B).

5.4 Bestehende Schallschutzmaßnahmen

Für Schallschutzmaßnahmen im Weltkulturerbe Oberes Mittelrheintal wurden seit 1999 durch die Bundesregierung insgesamt 65 Mio. EUR, davon ca. 39 Mio. EUR aus dem freiwilligen Lärmsanierungsprogramm und 16 Mio. EUR aus dem Konjunkturpaket II verausgabt. Im zurzeit laufenden Sonderprogramm Lärmschutz Schiene sind weitere Maßnahmen für ca. 10 Mio. EUR in der Umsetzung.

Alle Maßnahmen deren Umsetzung noch im Jahr 2014 geplant ist, wurden im erstellten Berechnungsmodell als bestehende Maßnahme eingetragen und nicht für die Berechnung eventueller Pegelminderungen berücksichtigt.

Die von der DB Netz AG erhaltenen Informationen zu bestehenden Maßnahmen wurden vor der Modellierung während der Ortsbegehungen stichprobenartig geprüft. In der Umsetzung befindliche Maßnahmen wurden von der DB Netz AG übermittelt und in das Berechnungsmodell mit aufgenommen.

Bei den Kommunalterminen festgestellte Abweichungen der übermittelten bestehenden Maßnahmen zu den tatsächlich umgesetzten Maßnahmen wurden im Rahmen der Aufnahme von Korrekturbedarf dokumentiert (vgl. Abschnitt 5.7.2).

5.5 Untersuchte zusätzliche Schallschutzmaßnahmen

In der Machbarkeitsuntersuchung sollen gezielt diejenigen Lärmminderungstechnologien berücksichtigt werden, welche im Rahmen des Konjunkturprogramms II erprobt wurden. Hierbei handelt es sich vorwiegend um „Technologien, die die vom Schienenverkehr ausgehenden [Schall-]Emissionen direkt oder nahe an der Quelle reduzieren“ /2/.

5.5.1 Akustisches Schleifen

Beim akustischen Schleifen der Schiene werden mit einem Schienenschleifzug Rauigkeiten in der Schienenoberfläche beseitigt. Die dadurch verminderte Schienenrauigkeit führt zu einer verminderten Anregung des Rad-Schiene-Kontakts, wodurch die Schallabstrahlung der Schiene insgesamt verringert wird. Abhängig von der Zugart bewirkt das akustische Schleifen eine Minderung der Schallabstrahlung um bis zu 3 dB gegenüber dem durchschnittlichen Zustand. Der maximale Effekt des Schienenschleifens für Güterzüge ist zu erwarten, sobald die Umrüstung der Güterwagen stattgefunden hat, da sich die dadurch verminderte Radrauigkeit weiter mindernd auf die Anregung des Rad-Schiene-Kontakts auswirkt.

Abbildung 5.1: Schienenschleifzug für akustisches Schleifen (Quelle: Vossloh Rail Services)

5.5.2 Maßnahmen am Schienensteg

Am Schienensteg wurden im Rahmen des KP II zwei Arten von Lärmminderungsmaßnahmen erprobt, die Schienenstegdämpfer (SSD) und die Schienenstegabschirmung (SSA).

Mit Schienenstegdämpfern wird ein Masse-Feder-System an den Schienensteg angebracht, wodurch die Schwingung der Schiene gemindert und damit die Schallabstrahlung durch den Schienensteg verringert wird /2/. Schienenstegdämpfer unterschiedlicher Hersteller und unterschiedlicher Bauart sind im Rahmen

des Infrastrukturbeschleunigungsprogramms bereits in vielen Ortslagen des Oberen Mittelrheintals verbaut worden.

Abbildung 5.2: Schienenstegdämpfer unterschiedlicher Bauart in Koblenz

Bei Schienenstegabschirmungen wird der Luftschall durch von innen mit Kunstharz beschichtete Stahlblechummantelungen von Schienensteg und –fuß bei seiner Ausbreitung gemindert. Das Wirkprinzip gleicht dem eines „Minischallschirms", dessen Minderungswirkung im A-bewerteten Summenpegel mit 3 dB angegeben wird /2/.

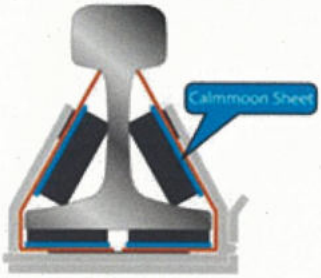


Abbildung 5.3: Schienenstegabschirmungen Foto: LeDosquet, DB AG, Bf Boppard, Querschnitt „SSA-Calmmoon Rail boltless" im Bf. Boppard)

5.5.3 Maßnahmen am Ausbreitungsweg

Hohe Schallschutzwand

Die Wirkung einer hohen Schallschutzwand ist abhängig von der Entfernung und der Höhe des Immissionsorts. Bedingt durch die besondere Situation im Welterbegebiet ist die herkömmliche Schallschutzwand (bspw. aus mit Dämmstoff gefüllten Aluminium-Kassetten) vielerorts aus unterschiedlichen Gründen (Stadtbild, Rheinblick, Tourismus, etc.) nicht erwünscht.

Gabionenwände können unterschiedlich hoch ausgeführt werden und sind in ihrer Wirkung einer Schallschutzwand der entsprechenden Höhe und des entsprechenden Abstands von der Gleismitte gleichzusetzen. Durch ihre Bauart (ein mit Steinen gefüllter Drahtkorb) können sie in Bereichen verwendet werden, welche aus landschaftlichen oder ästhetischen Aspekten nicht für herkömmliche Schallschutzwände geeignet sind.

Schallschutzwände wurden standardmäßig mit einer Höhe von 2 m über Schienenoberkante mit einem Abstand zur Gleismitte von 3,3 m und hoch schallabsorbierenden Eigenschaften modelliert. In einigen

Fällen, insbesondere im Zusammenhang mit konkreten Bürgervorschlägen, wurden Höhen von 1 m, 3 m und 4 m untersucht. Reflexionen an den Schallschutzwänden werden bei den Berechnungen berücksichtigt.

Abbildung 5.4: Schallschutzwand, Höhe 2 m über SOK

Bestehende Schallschutzwand mit „Spoileraufsatz"

Bestehende Schallschutzwände können in ihrer abschirmenden Wirkung durch Aufsatzelemente, sog. „Spoiler", verbessert werden: *„Die Abschirmwirkung von Lärmschutzwänden soll verbessert werden, indem auf der oberen Kante der Wand (Beugungskante) ein Aufsatz (Absorberkörper in Scheibenform) mit anderen schallbeugenden Eigenschaften aufgesetzt wird, der die Lärmausbreitung über die Wand hinweg vermindern soll"* /2/. Die Aufsatzhöhe beträgt 50 cm. Die akustische Wirkung entspricht aber nicht einer um 50 cm höheren Schallschutzwand. Spoileraufsätze auf bestehende 2 m-Wände werden als Schallschutzwand mit einer Höhe von 2,2 m über SOK modelliert. Lückenschlüsse zwischen bestehenden Wänden mit Spoileraufsatz werden ohne Spoiler, jedoch mit einer Höhe von 2,5 m über SOK berücksichtigt.

Niedrige Schallschutzwand

Niedrige Schallschutzwände (nSSW) können aufgrund ihrer Höhe (55 cm bzw. 74 cm über SOK) deutlich näher zur Gleisachse angeordnet werden. In der vorliegenden Untersuchung werden nSSW mit einer Höhe von 55 cm über SOK mit einem Abstand zur Gleismitte von 1,75 m und hoch schallabsorbierenden Eigenschaften modelliert. Reflexionen an den niedrigen Schallschutzwänden werden berücksichtigt.

Abbildung 5.5: Niedrige Schallschutzwand, Höhe 55 cm über SOK

Geländerausfachung

Als Geländerausfachung wird die Ausbildung vorhandener oder erneuerter Geländer als Schallschutzwand bezeichnet. Die Maßnahme wurde im Rahmen des Konjunkturprogramms II an einer Stahlbrücke getestet und im Rahmen des IBP II weiter entwickelt und erprobt. In den Berechnungen der Machbarkeitsuntersuchung ist die Geländerausfachung als 1 m hohe Schallschutzwand mit hoch schallabsorbierenden Eigenschaften berücksichtigt.

Abbildung 5.6: Geländer mit schematischer Geländerausfüllung (grau)

5.5.4 Maßnahmen gegen Kurvenquietschen

Als Maßnahme gegen in Kurven mit niedrigen Radien entstehende Quietschgeräusche wurden im Konjunkturprogramm Schienenschmiereinrichtungen (SSE) getestet. Diese wirken durch das Einbringen eines Schmiermittels auf das Rad, welches durch Abwälzen für die Verteilung des Mittels an relevante Zonen an der Schienenflanke und Schienenoberfläche sorgt, und vermindern bei der Kurvenfahrt auftretende Quietschgeräusche. In der Machbarkeitsuntersuchung wurden zusätzliche SSE in den Ortslagen Sankt Goarshausen, Oberwesel, Filsen und Kestert betrachtet.

Abbildung 5.7: Schienenschmiereinrichtung

5.5.5 Maßnahmen „gegenüberliegende Rheinseite“

Bei den Ortsbegehungen wurde vielerorts angegeben, dass Bürger durch Zugfahrten auf der gegenüberliegenden Rheinseite stark belästigt werden. An diesen Stellen wurden auf der gegenüberliegenden Rheinseite Maßnahmen am Schienensteg SSD/SSA und, sofern möglich, zusätzlich dazu Geländerausfachungen im Berechnungsmodell berücksichtigt.

Bei der Vorstellung der untersuchten Maßnahmen in den Kommunen wurde mehrfach eine über die berücksichtigten Maßnahmen hinausgehende Untersuchung von hohen Schallschutzwänden, auch auf der

gegenüberliegenden Seite, gefordert. Diese ergänzenden Vorschläge wurden bei den Kommunalterminen dokumentiert (vgl. Anhang D) und in die ergänzende Untersuchung aufgenommen. (vgl. Abschnitt 5.7.2).

5.6 Weitere Schallschutzmaßnahmen

Neben der Geländerausfachung und niedrigen Schallschutzwänden werden derzeit weitere innovative Maßnahmen diskutiert:

- **Mini-SSW**, Höhe ü. SOK: 38 cm, Abstand Gleisachse: 1,59 m
  (Quelle: Edilon-Sedra, I.NVT 42 (L))
- **Noise-Breaking-System**, Höhe ü. SOK: 90 cm, Abstand Gleisachse: 1,78 m
  (Quelle: MHS Protection Systems)
- **Noisebreaker**, Höhe ü. SOK: 100 cm, Abstand Gleisachse: 2,2 m
  (Quelle: Foster GmbH & Co. KG)

Diese Maßnahmen sind bis heute weder getestet noch zugelassen. Im Rahmen der Machbarkeitsuntersuchung wurden Abschnitte im MRT identifiziert, die sich für einen Test der innovativen Maßnahmen, insbesondere der Mini-SSW, eignen. In diesen Abschnitten

- besteht hoher Schutzbedarf
- sind herkömmliche Schallschutzwände nicht einsetzbar
- eignet sich die relative Hochlage der Bahnstrecke für eine wirksame Abschirmung durch niedrige Wände

Es wird vorgeschlagen, die mögliche Wirkung von Mini-SSW in folgenden Städten und Gemeinden in Abschnitten zu untersuchen, für die die o. g. Kriterien (Hochlage, herkömmliche Wand nicht umsetzbar u. a.) zutreffen:.

- Lorch
- Niederheimbach
- Bacharach
- Boppard und Boppard-Hirzenach
- St. Goar und Zu Fellen

Vor der akustischen Untersuchung von Noise-Breaking-Systemen und Noisebreakern in den o. g. Gebieten ist zu prüfen, ob lokale Abstands- und Gründungsverhältnisse die Installation der Maßnahmen zulassen würden.

5.7 Information der Bürger

5.7.1 Informationsveranstaltungen in den Kommunen

Im Anschluss an die Ortsbegehungen im Winter 2013 und die durchgeführte Bürgerbeteiligung im Frühjahr 2014 wurde allen Gemeinden im März 2014 das bereits bei der Ankündigung der Ortsbegehungen erwähnte Angebot unterbreitet, den derzeitigen Arbeitsstand der Untersuchung auf einer Bürgerinformati-

onsveranstaltung vorgestellt zu bekommen. In einem Zeitraum von etwa drei Wochen zwischen dem 27.05.2014 und dem 14.06.2014 konnte hierfür mit allen Gemeinden ein Termin vereinbart werden. Insgesamt wurden 12 Termine wahrgenommen (vgl. Anhang C).

Die Informationsveranstaltungen wurden von der Kommunikationsagentur IFOK GmbH moderiert.

Die Punkte der Tagesordnung waren:

Grußwort durch Bürgermeister oder Vertreter

Grußwort durch anwesende Beiratsmitglieder (sofern gewünscht)

Einleitende Präsentation durch Vertreter der ZFG
Im einführenden Vortrag der Zentralen Fachgruppe wurde der Beirat „Leiseres Mittelrheintal" hinsichtlich Gründung und Zusammensetzung vorgestellt. Die Funktion der Zentralen Fachgruppe als ausführendes Fachgremium wurde erläutert. Der geplante zeitliche Ablauf und Gegenstand der Machbarkeitsuntersuchung wurde genannt und der erreichte Sachstand in einer Übersicht vorgestellt.

Präsentation des Arbeitsstands der Machbarkeitsuntersuchung durch Gutachter
Es wurde die Vorgehensweise bei der Datenerhebung und der Erstellung des Berechnungsmodells vorgestellt. Anhand von Kartendarstellungen wurden die untersuchten Maßnahmen beschrieben und deren Wirkung erläutert.

Anschließende Diskussion und Feedback
Die Bewertung der Veranstaltung in einem abschließenden Feedback fiel weitestgehend positiv aus, jedoch wurde mehrfach bemängelt, dass weder Erschütterungen noch Eingriffe in das Betriebsregime behandelt werden konnten. Der Vorschlag, Schallschutzwände mit einer Höhe von 2 m zu errichten, wurde häufig auf Grund der Sichtbeeinträchtigung auf den Rhein abgelehnt. Hierbei war es meist unerheblich, ob traditionelle Schallschutzwände oder Gabionenwände vorgeschlagen wurden.

Weitere im Rahmen der anschließenden Diskussion behandelte Themen sind bezogen auf die jeweiligen Veranstaltungen im Anhang D dokumentiert.

5.7.2 Aufnahme von Korrekturbedarf

Eine wichtige Aufgabe der Präsentationsveranstaltungen in den Kommunen lag darin, die Zustimmung zu den untersuchten Maßnahmen abzufragen und abweichende oder ergänzende Hinweise zu weiteren möglichen Schallschutzmaßnahmen aufzunehmen. Anhang D beschreibt die relevanten Themen. Hinweise auf notwendige Instandhaltungen wurden an die DB AG geleitet. Vorschläge, denen im Rahmen der Machbarkeitsuntersuchung nicht nachgegangen werden kann, werden entsprechend kommentiert. Weitere Vorschläge zu Schallschutzmaßnahmen wurden geprüft und in die Untersuchung aufgenommen (markiert durch Kursivschrift mit Unterstreichung).

6 Akustische Berechnungen

6.1 Berechnungsverfahren

6.1.1 Immissionspegel an Gebäudefassaden

Die Berechnungen an den Gebäudefassaden erfolgten in Anlehnung an die VBEB /5/. Bei der Berechnung der Immissionspegel an Gebäudefassaden wird pro Fassade ein Immissionspunkt (= Fassadenpunkt) direkt an der Fassade erzeugt. Das bedeutet, dass bei Gebäuden mit genau vier Fassadenabschnitten ein Fassadenpunkt in die Mitte jeder Fassade, unabhängig von der Länge der jeweiligen Fassade, gelegt wird. Andernfalls, bei Gebäuden mit mehr als vier Fassadenabschnitten, wird zuerst der erste Fassadenpunkt in die Mitte der ersten Fassade gesetzt. Danach wird der Umfang des gesamten Gebäudes bestimmt und entlang einer Länge (L) von L/4 abgemessen und der nächste Fassadenpunkt gesetzt, usw.

An den Fassadenabschnitten, die an andere Gebäude grenzen, wird kein Fassadenpunkt erzeugt.

Die Bestimmung der Höhe der Fassadenpunkte wird abhängig vom Abstand zu den Gleisen festgelegt. Im Abstand von bis zu 100 m jeweils links und rechts zum Gleis werden pro Fassadenpunkt zwei Berechnungshöhen bestimmt (EG und oberstes OG). Im Entfernungsbereich ab 100 m und mehr werden nur Punkte im obersten OG in die Berechnungen einbezogen.

In die Berechnungen einbezogen sind auch Gebäude, die nach Inkrafttreten des BImSchG (01.04.1974) errichtet wurden oder die im Rahmen der Lärmsanierung bereits mit passiven Lärmschutzmaßnahmen versehen wurden.

6.1.2 Zuordnung der Immissionspegel zu Einwohnern

Die Zuordnung der Einwohner wurde nur bei Gebäuden mit der Einstufung „Wohngebäude“ verwendet. Die Zuordnung der Einwohner pro Gebäude erfolgt wie in Kapitel 6.3.5 beschrieben. Die Verteilung der Bewohner pro Gebäude an die Immissionsorte erfolgt anteilig, das heißt alle Einwohner eines Gebäudes werden gleichmäßig den erzeugten Immissionsorten an der Fassade zugeordnet. Somit hat jeder Immissionsort eines Gebäudes die gleiche Anzahl an Bewohnern.

6.1.3 Pegelentlastung der Einwohner

Für die Analyse der Pegelentlastung durch die Wirkung der untersuchten Maßnahmen wurden die Immissions-Mittelungspegel (L_{eq}) an den einzelnen Fassadenpunkten der Wohngebäude für den Beurteilungszeitraum Nacht berechnet und den Bewohnern an den Punkten zugeordnet. Die Zahlen der betroffenen Personen wurden dann für die maßgeblichen Berechnungsvarianten den einzelnen Pegelbereichen in folgenden Abstufungen >50, >55, >60, >65, >70, >75, >80 dB(A) zugeordnet und als Tabelle ausgegeben (vgl. Abschnitt 6.5.1). Die tabellarische Angabe der Bewohner erfolgt auf- bzw. abgerundet ohne Nachkommastellen.

6.1.4 Gebäudelärmkarten

Für die Erstellung der Gebäudelärmkarten wird der energetische Mittelwert aller Fassadenpegel eines Gebäudes dem jeweiligen Gebäude zugeordnet und in 5 dB-Stufen farblich dargestellt (vgl. Abschnitt 6.5.2).

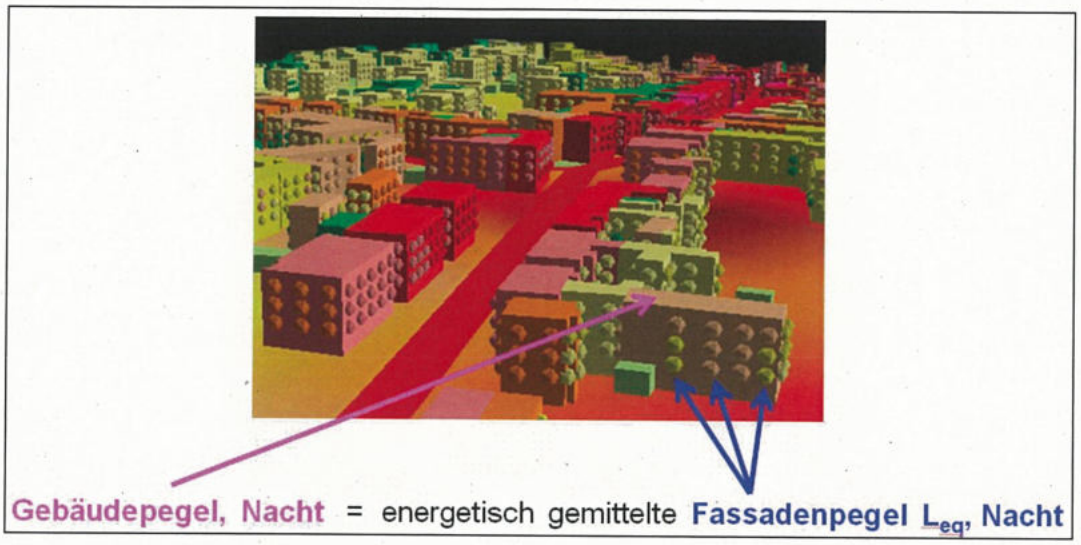


Abbildung 6.1: Gebäudepegel aus energetischer Mittelung der Fassadenpegel

6.1.5 Differenzkarten

Die Gebäudelärmkarten wurden für jedes Szenario der Schallschutzmaßnahmen und des Verkehrs (2008, 2025) berechnet. Um die Reduzierung der Immissionspegel aufzuzeigen, wurde jeweils zwischen der Ausgangsituation und den untersuchten Situationen die Pegeldifferenz gebildet und in Differenzkarten dargestellt (vgl. Abschnitt 6.5.3).

6.2 Berechnungsvorschrift Schall 03

Die Berechnungen zu diesem Projekt sind unter Berücksichtigung des Entwurfs der Schall 03 [2012] in der Fassung vom 13.11.2013 durchgeführt worden. Dieser Entwurf befindet sich derzeit im parlamentarischen Verfahren und wird die Schall 03 [1990] ablösen.

Der Entwurf einer Verordnung zur Änderung der 16. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Anlage 2: Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von Schienenwegen) liegt als Kabinettsentscheidung und Bundestagsdrucksache vor.

Die Neufassung berücksichtigt einerseits eine wesentlich differenziertere Berechnung der Emissionen, andererseits ist auch die Ausbreitungsberechnung in wesentlichen Punkten neu gefasst worden (vgl. Tabelle 6.1).

Emissionsberechnung

Die kleinste nicht mehr zerlegbare Einheit für die Beschreibung von Emissionen sind einzelne Fahrzeuge anstatt Züge.

Folgende Fahrzeugtypen werden unterschieden:

Bei Eisenbahnen: HGV-Triebkopf, HGV-Mittel-/Steuerwagen (nicht angetrieben), HGV-Triebzug, HGV-Neigezug, E-Triebzug und S-Bahn, V-Triebzug, Elektrolok, Diesellok, Reisezugwagen und Güterwagen.

Dabei wird jeweils auch nach dem Bremssystem differenziert (z. B. Grauguss-Klotzbremse, Wellenscheibenbremse, Radabsorber, Verbundstoff-Klotzbremse).

Vier Schallquellenarten werden im Hinblick auf die Emissionen unterschieden: Rollgeräusche, aerodynamische Geräusche, Aggregatgeräusche und Antriebsgeräusche. Sie untergliedern sich ggf. in verschiedene Geräuschursachen, so dass am Ende elf verschiedene Teilquellen auf insgesamt drei verschiedenen Höhen über Schienenoberkante angesetzt werden: 0 m, 4 m, 5 m.

Die Emissionsquellen werden als Oktavspektren berücksichtigt. Das ist ein ganz wesentlicher Unterschied zur Schall 03 [1990]. Dort wird lediglich eine Teilquelle mit A-bewertetem Emissionswert auf Höhe der Schienenoberkante angesetzt.

Der neue Ansatz impliziert eine differenziertere Betrachtungsweise und ermöglicht es z. B., die unterschiedliche Schallausbreitung und Abschirmwirkung von eher hochfrequenten Geräuschen (z. B. Stromabnehmer von ICE-Zügen) und eher tieffrequenten Geräuschen (z. B. Rollgeräusche von Güterzügen) zu unterscheiden.

Pegelkorrekturen, die vom Fahrweg abhängen, werden jetzt ebenfalls frequenzabhängig berücksichtigt: Pegelkorrekturen für Fahrbahnarten und für Brücken.

Ausbreitungsberechnung

Die Ausbreitungsberechnung ist angelehnt an die ISO 9613-2 „Schallausbreitung im Freien", die z. Zt. für Berechnungen von Industrie- und Gewerbelärm verwendet wird.

Sie ist allerdings nicht identisch mit der ISO 9613-2. Für einige Ausbreitungsterme sind die Formeln an die Belange des Schienenverkehrs angepasst worden.

Neu gegenüber der Fassung von 1990 ist die Berücksichtigung von Reflexionen an Wasseroberflächen.

Für schalltechnische Einzelpunktnachweise sieht die Schall 03 [2012] die Berücksichtigung von Reflexionen 3. Grades vor.

Schienenbonus

Der Schienenbonus von 5 dB zur Berücksichtigung einer geringeren Störwirkung von Schienenverkehr entfällt zukünftig. Das ist im 11. Gesetz zur Änderung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, das im Juli 2013 in Kraft getreten ist, geregelt. In der vorliegenden Untersuchung wird der Schienenbonus bereits nicht mehr berücksichtigt.

Tabelle 6.1: Schall 03 [2012], wesentliche Änderungen im Vergleich zur Schall 03 [1990]

Kriterium	**Schall 03 [1990]**	**Entwurf Schall 03 [2012]**
Emissions-Einheit	Zug	Fahrzeug
Geräuschquelle	Eine Geräuschquelle	Rollgeräusch, aerodynamisches Geräusch, Aggregatgeräusch, Antriebsgeräusch verteilt auf elf Teilquellen
Emissionshöhe	0 m über Schienenoberkante	Verteilung auf 0 m, 4 m und 5 m über Schienenoberkante
Frequenzen	Summenpegel	Oktavspektrum
Reflexion an Wasseroberfläche	Nein	Ja
Schallminderungstechniken	Besonders überwachtes Gleis (büG)	büG, Schienenstegdämpfer, Schienenstegabschirmung, Schienenschmiereinrichtung, Verbundstoff-Bremssysteme u. a.

6.3 Übernahme und Bearbeitung der Eingangsdaten

6.3.1 Streckennetz

Die Lage des Eisenbahnstreckennetzes im Untersuchungsgebiet einschließlich der Streckenparameter basiert auf den Daten der ArcGIS /6/Linien-Shapefiles von der DB Netz AG (vgl. Anhang A). Für diese Dateien musste eine Koordinatentransformation durchgeführt werden und die Streckenabschnitte außerhalb des Untersuchungsgebietes wurden entfernt. Danach wurden die Streckenabschnitte im Untersuchungsgebiet zusammengefügt und in einer Datei als Shapefile abgespeichert („Mittelrhein_Gesamtgleisstrecke.shp"). Dieser Datei wurden Maßnahmen zugeordnet, die die Schiene betreffen (z. B. Schienenstegdämpfung). Die Gleisstrecke (beide Seiten) beträgt 250 km im Untersuchungsgebiet.

6.3.2 Verkehr, Fahrpläne 2008, 2012 und Prognose 2025

Der Eisenbahnverkehr aus dem Fahrplan des Jahres 2008 sowie für die Prognose 2025 /7/ wurde auf die einzelnen Streckenabschnitte übertragen. Dafür wurden die von der DB AG übermittelten 26 Excel-Dateien (vgl. Anhang A) bearbeitet und in das Berechnungsmodell übernommen. Diese Dateien bilden die Grundlage für die Emissionsberechnung für die verschiedenen Varianten. Informativ wird der Verkehr aus dem Fahrplan 2012 dargestellt.

6.3.3 Geländemodell

Für die Machbarkeitsuntersuchung wurde ein Geländemodell erstellt, welches aus einem Raster-Datensatz mit 1.180.147.687 Höhenpunkten besteht. Der zur Verfügung gestellte Geländedatensatz mit Laserpunkten (vgl. Anhang A) musste in eine Gleitkomma-Raster-Datei (Binärdatei mit Gleitkommawerten) umgewandelt werden. Die dadurch entstandenen Geländekacheln wiesen Höhenunterschiede bei den Überlappungen der Kacheln auf. Diese und weitere Höhenungenauigkeiten entlang der Bahnstrecke wurden beseitigt, unter Berücksichtigung von Bahnüberführungen und Straßenbrücken. Die bearbeiteten Geländekacheln (FLT-Format) wurden für die Schallausbreitungsberechnung als Geländemodell verwendet.

6.3.4 Einwohnerdaten und Hauskoordinaten

Die Einwohnerzahlen wurden als Textdatei bzw. als Excel-Datei für das Untersuchungsgebiet bereitgestellt (vgl. Anhang A). Diese Einwohner werden anteilig auf die Geschossflächen der Wohngebäude verteilt. Zusätzlich erhielten Gebäude, die als Hotels und Pensionen genutzt werden, Gäste als „Bewohner" zugeordnet, wobei von einer Belegungsquote von 60 % ausgegangen wurde. Im Untersuchungsgebiet sind somit 265.500 Bewohner einschließlich Hotel-Gäste berücksichtigt. Die Einwohnerdaten mussten für die Weiterverarbeitung angepasst werden, um den Hauskoordinaten zugeordnet werden zu können. Die Hauskoordinaten (HK) wurden im ASCII-Format bereitgestellt und mit den Einwohnerdaten verknüpft.

6.3.5 Gebäudedaten und Einwohnerzuordnung

Das 3D-Gebäudemodell für Rheinland-Pfalz musste für die Weiterverarbeitung in ein Polygon-Shapefile umgewandelt werden, um den Gebäuden mittels Hauskoordinaten Einwohner zuzuordnen. Die Gebäudedaten (Shapefile-Format) für Hessen (vgl. Anhang A) mussten für die Weiterverarbeitung vereinfacht werden, um eine Verteilung der Einwohner auf die Gebäude mit Hilfe der Hauskoordinaten durchführen zu können. Mit diesen Gebäuden konnte eine Zuordnung bezüglich der Bewohner der Gebäude erfolgen. Die Gebäudehöhe wurde auf das Geländemodell gesetzt und in das Berechnungsmodell übertragen. Im Untersuchungsgebiet gibt es 65.000 Wohngebäude und 180.000 sonstige Gebäude. Die Wohngebäude haben 520.000 Berechnungspunkte an den Gebäudefassaden erhalten. Die Gebäude wirken als Hindernisse und Reflektoren für Schienenlärmquellen im Untersuchungsgebiet. Die Fassaden sämtlicher Gebäude werden als reflektierend mit einem Absorptionsverlust von 1 dB in den Berechnungen berücksichtigt.

6.3.6 Brücken, Bahnübergänge, Tunnel, Kurvenradien

Das Berechnungsmodell enthält 158 Brücken, auf denen die Hochlage eines Schienenweges einen maßgeblichen akustischen Einfluss auf nahe gelegene Bebauung hat. Hier ist jeweils eine reflektierende Brückenplatte in der Breite des Schienenweges modelliert. Brückenbauwerke zählen nicht zur Geländeoberfläche, sie stehen auf dem Gelände. Weiterhin wurden 90 Bahnübergänge in das Modell übernommen und deren Einfluss auf die Emission entsprechend berücksichtigt. Die Tunnelbauwerke werden im Berechnungsmodell durch Unterbrechungen der Streckenverläufe abgebildet. Tunnelöffnungen werden nicht als gesonderte Schallquelle modelliert. Die einzelnen Informationen zu den Brücken, Bahnübergängen, Tunnel und Kurvenradien werden mit den Streckenabschnitten in einer Datei zusammengefügt („Mittelrhein_Gesamtgleisstrecke.shp") (vgl. Anhang A) und die Zuschläge nach der neuen Schall 03 für Brücken, Bahnübergänge und Kurvenradien werden den zutreffenden Gleisabschnitten zugeordnet. Diesen Streckenabschnitten wurden die Maßnahmen angefügt.

Emissionspegel von Zugfahrten in Bahnhöfen werden wie für die freie Strecke und ohne Reduzierung der Fahrgeschwindigkeit berechnet. Abschirmungen durch Bahnsteigkanten werden bei der Berechnung des Schienenlärms nicht berücksichtigt.

6.3.7 Lärmschutzwände

In den 30 Ortslagen werden die Lage, die Höhe und das Absorptionsverhalten von Lärmschutzeinrichtungen an Bahnstrecken aus den von der DB Netz AG zu Verfügung gestellten Dateien (vgl. Anhang A) übernommen, redundante Eintragungen wurden beseitigt. Fehlende Lärmschutzwände werden zusätzlich digitalisiert. Weiterhin werden nach Ortskenntnis und in Abstimmung mit dem Auftraggeber Korrekturen

an den Daten vorgenommen. Diese bestehenden Lärmschutzwände werden in das Berechnungsmodell übernommen.

Weiterhin wurden relevante Stützmauern, Felswände und Geländer (für eine mögliche Geländerausfachung) digitalisiert (vgl. Abschnitt 5.2.2).

6.4 Berechnungsmodell

6.4.1 Grundmodell mit bestehenden Schallschutzmaßnahmen

Für die Erstellung des akustischen 3D-Berechnungsmodells werden die beschriebenen Eingangsdaten (vgl. Abschnitt 6.3) auf Plausibilität und Vollständigkeit geprüft und anschließend in die Berechnungssoftware importiert. Für die Berechnungen wurde die Software IMMI /8/ mit dem Berechnungsmodul Schall 03 [2012][1] verwendet.

Das Grundmodell enthält bestehende Schallschutzmaßnahmen (vgl. Abschnitt 6.3.7) einschließlich der bis zum Ende des Jahres 2014 zur Umsetzung geplanten Einrichtungen.

Für die Ermittlung der Geräuschemissionen des Schienenverkehrs wurde der Fahrplan das Jahres 2008 (vgl. Abschnitt 6.3.2 und Anhang A) herangezogen, der sich durch das bisher höchste Verkehrsaufkommen auszeichnet.

6.4.2 Variantenbildung mit neuen Schallschutzmaßnahmen

Das Ziel der Berechnungen liegt in der Ermittlung der Schallpegelminderung der untersuchten Maßnahmen bei den betroffenen Anwohnern im Berechnungsraum. Dabei ist sowohl der Minderungsanteil jedes einzelnen Maßnahmentyps als auch die Gesamtminderung aus der Kombination der Maßnahmentypen von Interesse. Innerhalb eines Maßnahmentyps (z. B. alle untersuchten Schallschutzwände einer Gemeinde) werden keine gesonderten Untervarianten oder Kombinationsmöglichkeiten untersucht.

Die Berechnungen erfolgen in Berechnungsvarianten, die einen stufenweisen Aufbau von Maßnahmenblöcken vorsehen (vgl. Tabelle 6.2). Variante 1 bildet das Grundmodell (Ist-Zustand) ab. In Variante 2 wird das akustische Schleifen, in Variante 3 zusätzlich die Schienenstegdämpfung und in den folgenden Varianten jeweils ein Maßnahmentyp mehr berücksichtigt.

[1] Schall 03[2012], Stand 13.11.2013

Tabelle 6.2: Berechnungsvarianten

Maßnahmen-Modell	**Berechnungsvariante**							
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
Grundmodell (Fahrplan 2008, Maßnahmenstand 2014)	X	X	X	X	X	X	X	
Akustisches Schleifen (AS)		X	X	X	X	X	X	X
Schienenstegdämpfung/-abschirmung (SSD/SSA) in Ortslagen			X	X	X	X	X	X
Schienenstegdämpfung/-abschirmung (SSD/SSA) in Ortslagen und auf gegenüberliegender Rheinseite				X	X	X	X	X
Schallschutzwände SSW (Kombination aller Typen) in Ortslagen					X	X	X	X
Schallschutzwände SSW (Kombination aller Typen) in Ortslagen und auf gegenüberliegender Rheinseite						X	X	X
Schienenschmiereinrichtung (SSE)							X	X
Prognosemodell (Verkehrsprognose 2025)								X

Der 8. Variante kann damit die Gesamtwirkung der Maßnahmen entnommen werden. Variante 7 beschreibt den Kombinationszustand sämtlicher Maßnahmen in Bezug auf den Fahrplan des Jahres 2008. Variante 8 beschreibt die identische Maßnahmenkombination auf Basis des Prognoseverkehrs des Jahres 2025. Für Variante 8 mit Prognoseverkehr 2025 wird eine vollständige Umrüstung aller Güterwagen auf leise Bremssysteme angenommen.

Einzelwirkungen der Maßnahmen sind den Berechnungsergebnissen als Differenz von jeweils zwei Berechnungsvarianten zu entnehmen.

Die Zusammenstellung der untersuchten Maßnahmen wird über Detailkarten dokumentiert (vgl. Abbildung 6.2 und Anhang E).

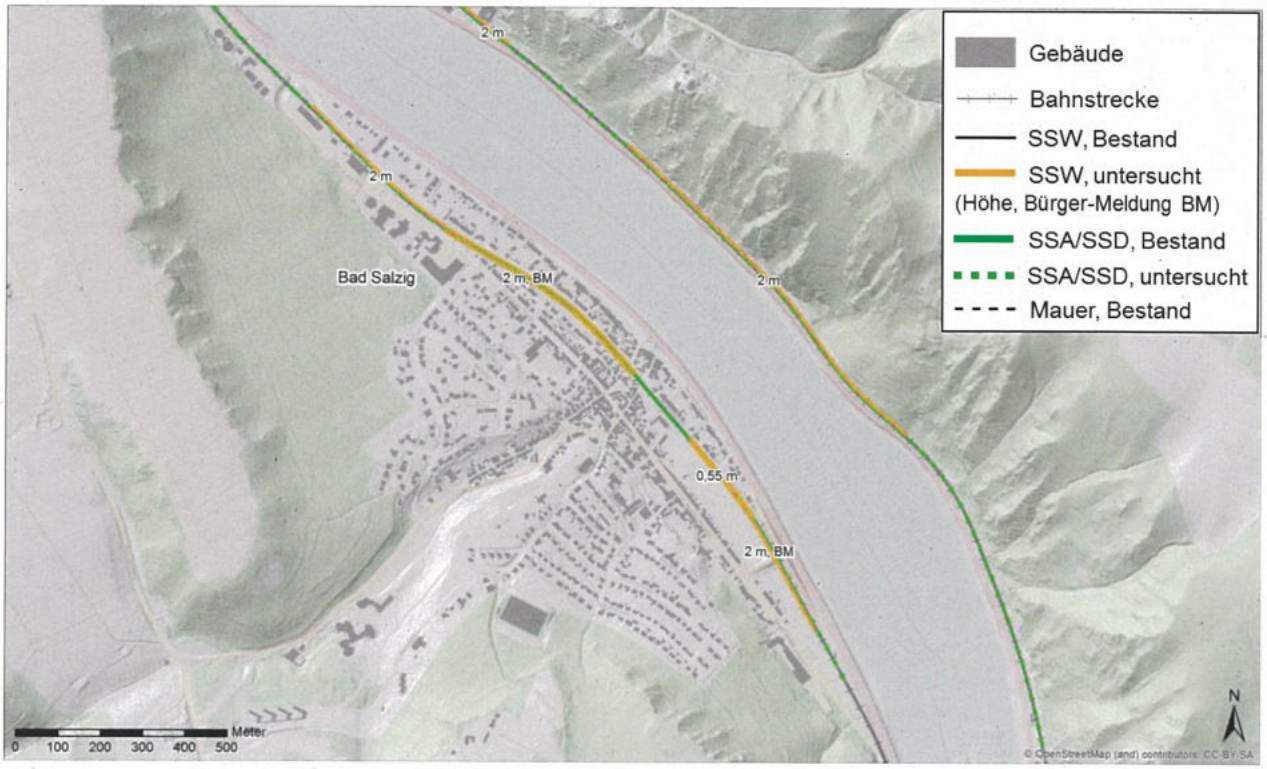


Abbildung 6.2: Untersuchte Schallschutzmaßnahmen am Beispiel Bad Salzig

6.4.3 Recheneinstellungen

Der Berechnungsraum des Untersuchungsgebietes umfasst 520.000 Berechnungspunkte, für die in acht Varianten zusammen mehr als 4,1 Mio. Ausbreitungsberechnungen durchzuführen sind. Der Rechenumfang ist damit deutlich höher als bei üblichen Einzelpunktnachweisen und nähert sich dem Aufwand von Lärmkartierungen nach 34. BImSchV /9/. Die Recheneinstellungen werden daher in Anlehnung an die LAI-Hinweise zur Lärmkartierung /10/ mit leichten Vereinfachungen versehen. Insbesondere werden Reflexionen von Schallstrahlen nur einfach und nicht bis zum 3. Grad berücksichtig.

Die gewählten Recheneinstellungen haben keinen relevanten Einfluss auf die in dieser Untersuchung zu ermittelnden Differenzen von Pegeln infolge der untersuchten Maßnahmenumsetzungen.

6.5 Berechnungsergebnisse

6.5.1 Pegelentlastung der Einwohner

Die Entlastung der Bewohner durch die Wirkung der untersuchten Maßnahmen in den Ortslagen wird über die Differenz der Zahlen der betroffenen Personen in verschiedenen Pegelbereichen für die maßgeblichen Berechnungsvarianten dargestellt. Abbildung 6.3 und Tabelle 6.3 zeigen eine Zusammenfassung des gesamten Untersuchungsgebietes. Die detaillierte Auflistung für die Städte und Verbandsgemeinden erfolgt in Anhang E.

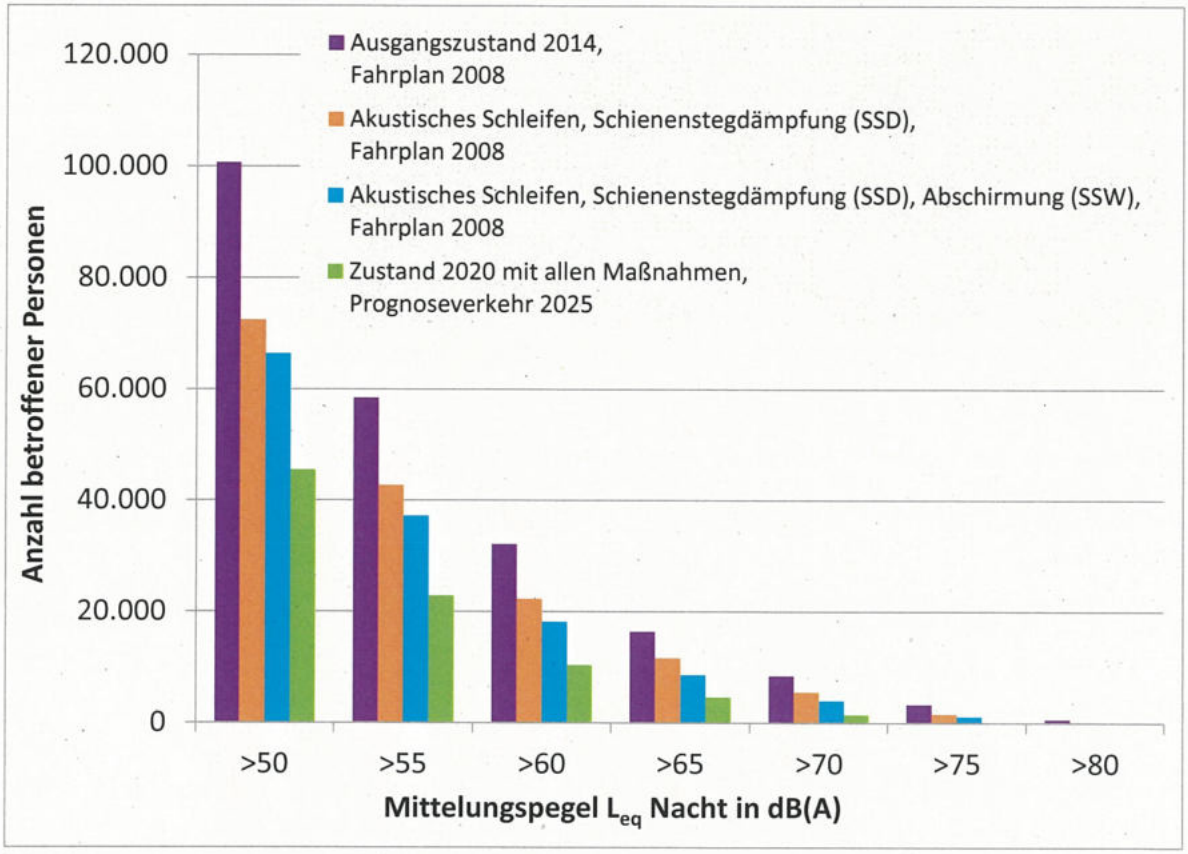


Abbildung 6.3: Betroffene Personen in Pegelklassen für das gesamte Untersuchungsgebiet

Tabelle 6.3: Betroffene Personen in Pegelklassen für das gesamte Untersuchungsgebiet

Anzahl betroffener Personen									
Maßnahme	**Mittelungspegel L_{eq} Nacht in dB(A)**; Schall 03 [2012], außen, ohne Schienenbonus								
	Summe	≤ 50	>50	**>55***	**>60****	>65	>70	>75	>80
Ausgangszustand 2014, Fahrplan 2008	290.281	189.583	100.698	**58.403**	**32.157**	16.389	8.446	3.314	641
Akustisches Schleifen, Schienenstegdämpfung (SSD), Fahrplan 2008	290.281	217.861	72.420	**42.715**	**22.299**	11.661	5.574	1.584	231
Akustisches Schleifen, Schienenstegdämpfung (SSD), Abschirmung (SSW), Fahrplan 2008	290.281	223.906	66.375	**37.244**	**18.194**	8.623	3.974	1.123	198
Zustand 2020 mit allen Maßnahmen, Prognoseverkehr 2025	290.281	244.779	45.502	**22.866**	**10.393**	4.613	1.478	196	9

*WHO-Interims-Ziel, ** Grenzwert Lärmsanierung

Mit der Umsetzung des akustischen Schleifens und der Schienenstegdämpfung/-abschirmung in den untersuchten Bereichen mit dem Fahrplan 2008 sinkt die Zahl der Betroffenen von Mittelungspegeln $L_{eq, Nacht}$ > 55 dB(A) (WHO-Interims-Ziel /11/) von 58.403 auf 42.715, also auf 73 %. Bei Mittelungspegeln von $L_{eq, Nacht}$ > 60 dB(A) (Grenzwert Lärmsanierung) reduziert sich die Betroffenenzahl auf 69 %.

Mit der zusätzlichen Umsetzung der untersuchten Schallschutzwände und dem Fahrplan 2008 sinkt die Zahl der Betroffenen von Mittelungspegeln $L_{eq, Nacht}$ > 55 dB(A) von 58.403 auf 37.244, also auf 64 %. Bei Mittelungspegeln von $L_{eq, Nacht}$ > 60 dB(A) reduziert sich die Betroffenenzahl auf 57 %.

Mit dem Prognoseverkehr das Jahres 2025, der Umrüstung der Güterwagen auf leise Bremsbeläge und der Umsetzung aller untersuchten Maßnahmen sinkt die Zahl der Betroffenen von Mittelungspegeln $L_{eq, Nacht}$ > 55 dB(A) von 58.403 auf 22.866, also auf 39 %. Bei Mittelungspegeln von $L_{eq, Nacht}$ > 60 dB(A) reduziert sich die Betroffenenzahl auf 32 %.

6.5.2 Gebäudelärmkarten

Zur flächenhaften Darstellung der Grundbelastung werden für die Berechnungsvarianten „Grundmodell" und „Prognoseverkehr 2025 mit allen untersuchten Maßnahmen" Gebäudelärmkarten erstell (vgl. Abschnitt 6.1.4). Die Karten zeigen für jedes Gebäude eine energetische Mittelung der Fassadenpegel (vgl. Abbildung 6.4 und Abbildung 6.5). Detaillierte Karten für die Städte und Verbandsgemeinden werden im PDF-Format in der Kartengröße DIN A0 digital bereitgestellt (vgl. Anhang F).

Die Entlastung wird anschließend über Pegel-Differenzkarten dargestellt (vgl. Abschnitt 6.5.3).

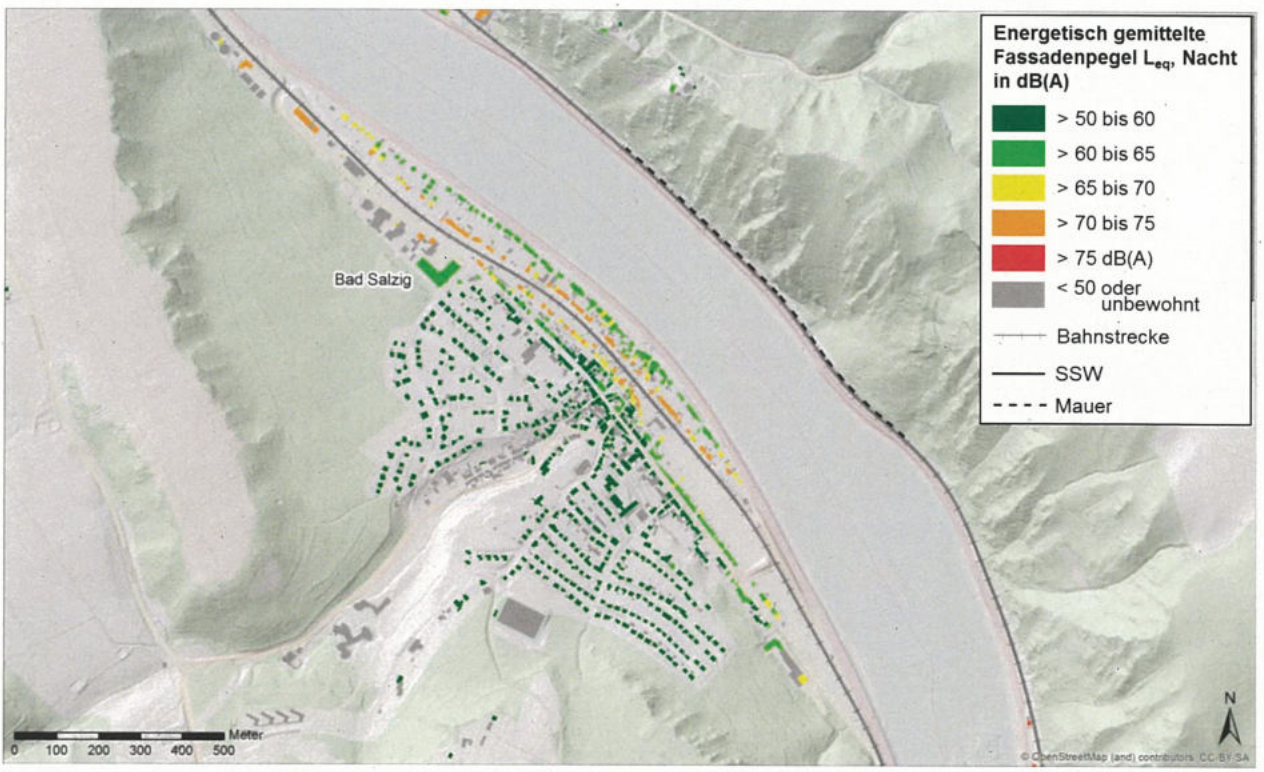


Abbildung 6.4: Gebäudepegel, Fahrplan 2008 mit Maßnahmenstand 2014, Bad Salzig

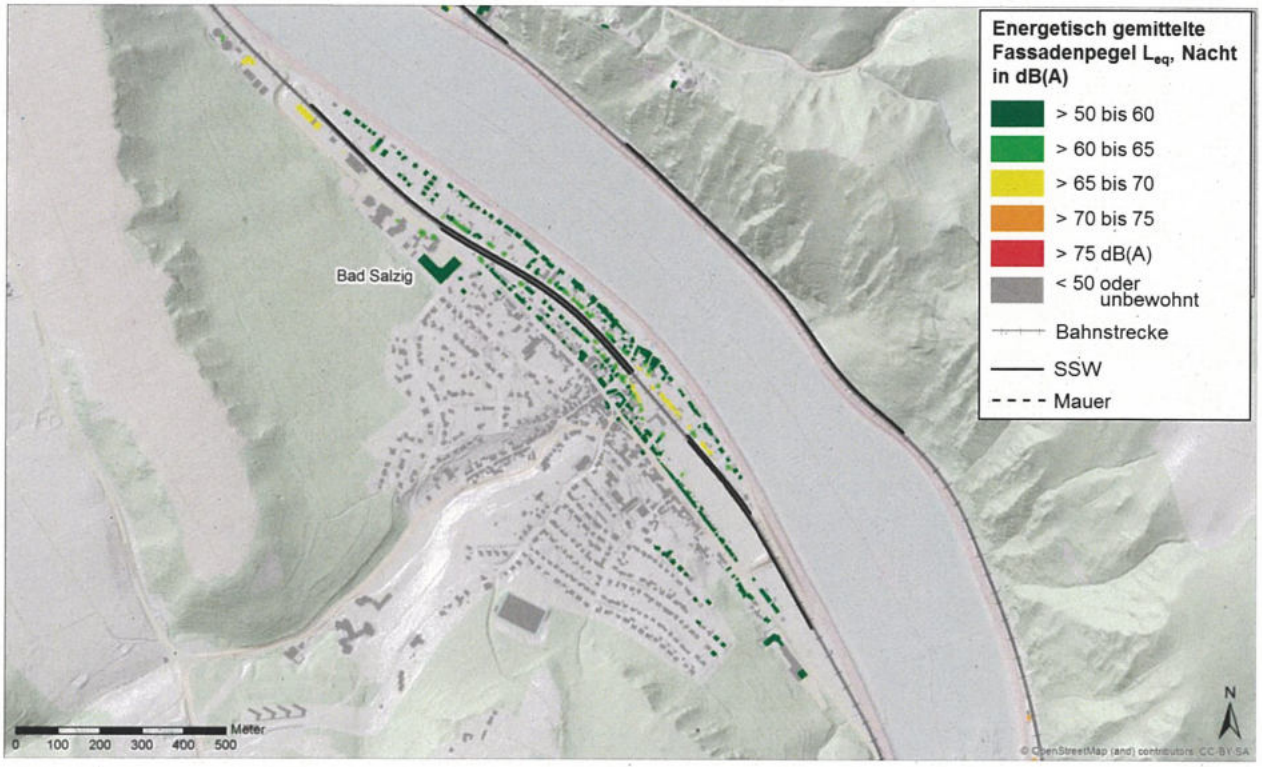


Abbildung 6.5: Gebäudepegel, Prognoseverkehr 2025 mit allen untersuchten Maßnahmen, Bad Salzig

6.5.3 Gebäudelärm-Differenzkarten

Zur flächenhaften Darstellung der Entlastung werden für die Berechnungsvarianten „Grundmodell“ und „Prognoseverkehr 2025 mit allen untersuchten Maßnahmen“ Gebäudelärm-Differenzkarten erstellt (vgl. Abschnitt 6.1.5). Die Karten zeigen für jedes Gebäude die Pegelminderung aus den untersuchten Maßnahmen mit dem Verkehr 2008 (vgl. Abbildung 6.7) und die Pegelminderung aus den untersuchten Maßnahmen mit dem Prognoseverkehr 2025 und der Annahme eines vollständig umgerüsteten Güterwagenbestandes (vgl. Abbildung 6.7). Detaillierte Karten für die Städte und Verbandsgemeinden werden im PDF-Format in der Kartengröße DIN A0 digital bereitgestellt (vgl. Anhang F).

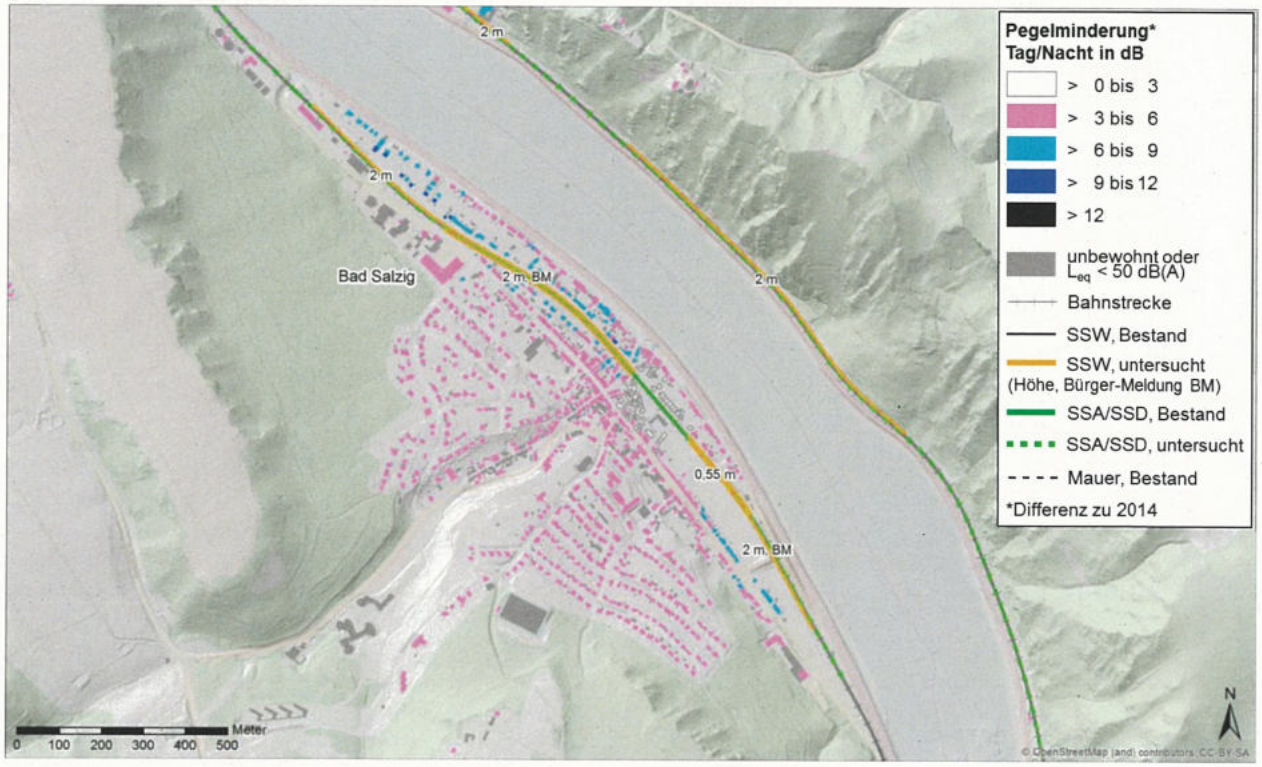


Abbildung 6.6: Pegelminderung durch untersuchte Maßnahmen mit Fahrplan 2008, Bad Salzig

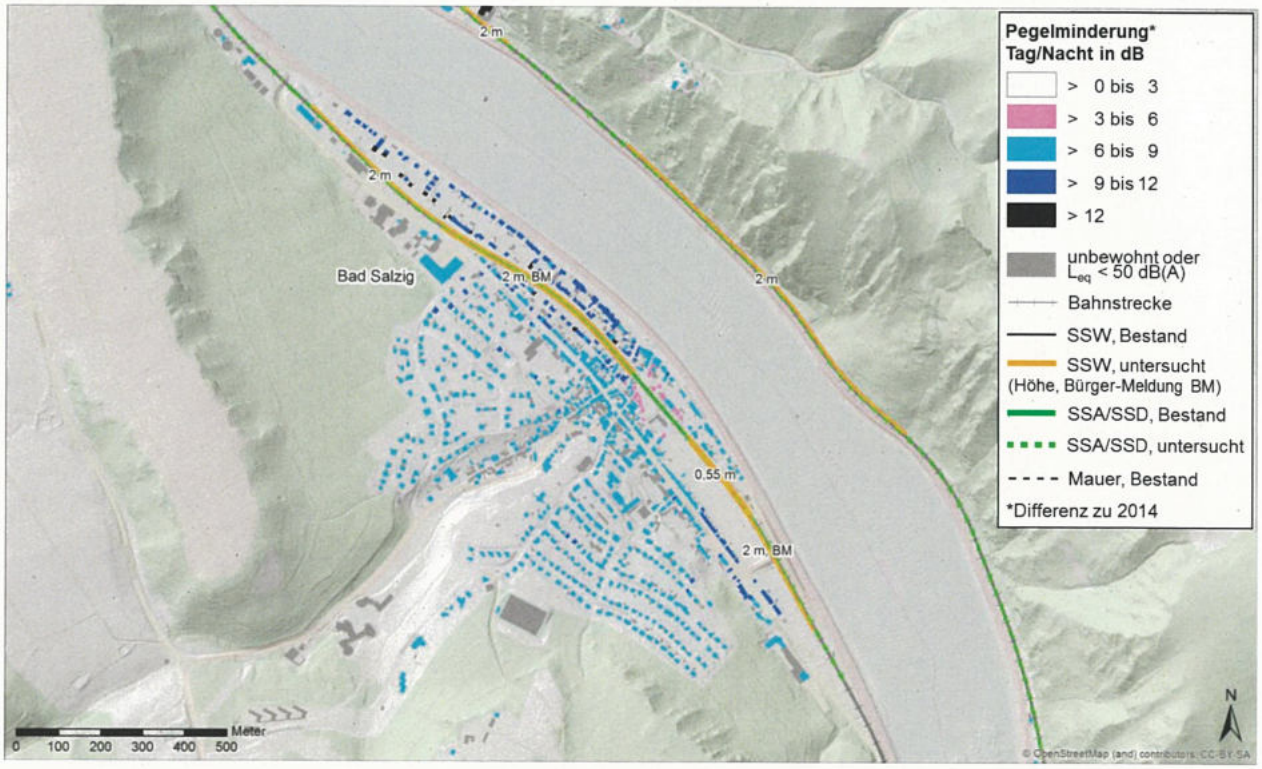


Abbildung 6.7: Pegelminderung durch untersuchte Maßnahmen mit Prognoseverkehr 2025 und umgerüsteten Güterwagen, Bad Salzig

7 Bewertungsmodell für die Maßnahmen in Bezug auf Wirksamkeit und Kosten

7.1 Bewertungsmodell und Nutzen-Kosten-Index

Für die untersuchten Minderungsmaßnahmen wurde ein Bewertungsmodell erstellt, das folgende Parameter in geeigneter Form berücksichtigt:

- Bewohner der lärmbetroffenen Gebäude
- Lärmentlastung der Anwohner durch die Maßnahme
- Kosten der Maßnahme

Einbezogen wurden auch Gebäude, die nach 1974 gebaut wurden und auch Gebäude, für die bereits eine passive Lärmsanierung erfolgte.

Weiterhin war zu berücksichtigen, dass Maßnahmen zum Schutz von hoch lärmbelasteten Anwohnern höher bewertet werden als Maßnahmen, die vornehmlich zur Lärmminderung bei geringer lärmbelasteten Anwohnern führen. Für diese Aufgabenstellung ist eine Beziehung zwischen der Höhe der Lärmbelastung (Immissionspegel) und dem Grad der Lärmbelästigung, also eine geeignete Expositions-Wirkungsbeziehung heranzuziehen. Die Lärmwirkungsforschung stellt verschiedene Ansätze zur Verfügung, von denen hier ein „Lästigkeitsfaktor" gewählt wurde, wie er bei der Ermittlung der Priorisierungskennziffer /12/ in Anlehnung an die Verkehrslärmschutzrichtlinie /13/ Anwendung findet.

Der dimensionslose Lästigkeitsfaktor beträgt bei L_{eq} = 60 dB(A) K_L = 1,0 und steigt bei L_{eq} = 84 dB(A) exponentiell auf K_L = 2,5 an (vgl. Abbildung 7.1). Geringeren Pegeln wird ein Faktor < 1 zugeordnet. Ein nächtlicher Mittelungspegel von 84 dB(A) wird somit um den Faktor 2,5 höher bewertet als ein nächtlicher Mittelungspegel von 60 dB(A).

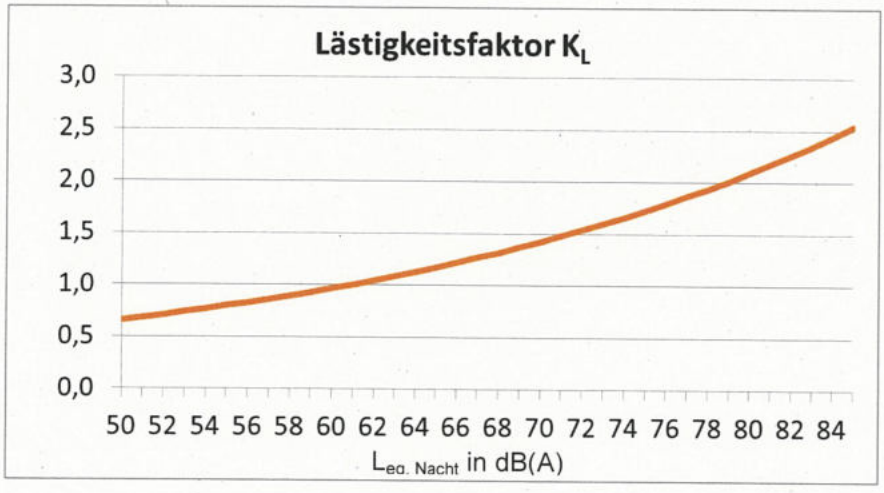


Abbildung 7.1: Lästigkeitsfaktor K_L

Aus den Parametern *Bewohner, Pegelminderung, Lästigkeitsfaktor* und *Kosten* wird ein Nutzen-Kosten-Index NKI mit folgenden Zielen gebildet:

- Identifizierung der Maßnahmen mit hohem Nutzen
- Beurteilung der Verhältnismäßigkeit von Maßnahmenvorschlägen
- Priorisierung von Maßnahmen

Der Nutzen-Kosten-Index NKI setzt die mit dem Lästigkeitsfaktor bewertete Pegelminderung bei den Anwohnern in das Verhältnis zu den Kosten der Lärmminderungsmaßnahme:

$$NKI = \frac{\sum_i (Bewohner_i * dL_i * K_{L,i})}{Kosten}$$

$Bewohner_i$	Zahl der Einwohner im Haus i einschl. Hotel/Pension
dL_i	Pegelminderung (nachts) am Ort i für Ausgangspegel $L_{eq} \geq 50$ dB(A)
$Kosten$	Kosten der Maßnahme in tausend Euro
$K_{L,i}$	Lästigkeitsfaktor

Als Lärmminderungsmaßnahme wird dabei immer das Paket sämtlicher Maßnahmen je Gemeinde, z. B. die Kombination sämtlicher Abschnitte mit Schallschutzwänden ggf. verschiedener Höhen, betrachtet und mit den Gesamtkosten dieser Maßnahmen verglichen (vgl. Abschnitt 8.1). Für Einzelmaßnahmen, z. B. ein einzelner Schallschutzwandabschnitt von mehreren Abschnitten in einer Gemeinde, wird kein gesonderter NKI berechnet.

7.2 Kostenansatz für die Bewertung

Die Beurteilung der Verhältnismäßigkeit von Minderungsmaßnahmen setzt einen Bezug zu den Kosten voraus. Diese gehen gleichermaßen in den Nutzen-Kosten-Index und das Nutzen-Kosten-Verhältnis (vgl. Abschnitt 7.3) in den Nenner des jeweiligen Quotienten ein. Die tatsächlich zu erwartenden Gesamtkosten einer untersuchten Maßnahme oder eines Maßnahmenpaketes können erst im Zusammenhang mit einer detaillierten Ausführungsplanung ermittelt werden. Im Rahmen der Machbarkeitsuntersuchung wird auf Erfahrungswerte zurückgegriffen, die aus der Lärmsanierung, dem Konjunkturpaket II und dem Infrastrukturbeschleunigungsprogramm II stammen. Berücksichtigt werden dabei die Erstellungskosten je Ausführungs-Kilometer einer Maßnahme (ohne Planungskosten). Die jährlichen Kosten des akustischen Schleifens und der Schienenschmiereinrichtungen werden zur Vergleichbarkeit mit den baulichen Maßnahmen auf einen Zeitraum von 25 Jahren hochgerechnet (vgl. Tabelle 7.1).

Tabelle 7.1: Kostenansatz für die Bewertung

Maßnahme	Erstellungs-kosten in TEUR/km
AS (akustisches Schleifen, 1 Gleis, 25 Jahre)	36
SSA/SSD (1 Gleis)	226
SSW (2 m)	1.300
SSW (1m), Gabionen	1.200
SSW (2,5m)	1.500
SSW (3m)	1.600
SSW (4m)	2.000
nSSW (55 cm)	1.230
Geländerausfachung	1.000
"Spoiler" (Aufsatz auf vorhandene Wand)	460
SSE (Schienenschmiereinrichtung, 25 Jahre)	55

7.3 Bewertung in Anlehnung an das Nutzen-Kosten-Verhältnis

Zusätzlich zum Nutzen-Kosten-Index sollen die hier untersuchten Minderungsmaßnahmen auch in Anlehnung an das Bewertungsverfahren des freiwilligen Lärmsanierungsprogrammes des Bundes bewertet werden. Im Rahmen der Lärmsanierung wird die Förderfähigkeit einer einzelnen Minderungsmaßnahme über das Nutzen-Kosten-Verhältnis (NKV) /14/ bewertet. Daraus abgeleitet wird in der Machbarkeitsuntersuchung (MU) ein NKV_{MU} mit folgenden Parametern und Kriterien berechnet:

- Berechnung nach Schall 03 [2012]
- Wegfall des Schienenbonus
- Einbezug Gebäude mit erfolgter passiver Lärmsanierung
- Einbezug Gebäude mit Errichtung nach dem 01.04.1974
- Einbezug Hotel- und Pensionsgebäude mit 60 % Belegungsquote
- Zusammenfassung aller Teilmaßnahmen eines Typs (z. B. alle SSW) pro Gemeinde

$$NKV_{MU} = \frac{NU * \sum_i (Bewohner_i * dL_i) * t}{Kosten}$$

NU	55,00 Euro, Nutzen je dB(A) Pegelminderung, Einwohner und Jahr
$Bewohner_i$	Zahl der Einwohner im Haus i einschl. Hotel/Pension
dL_i	Pegelminderung (nachts) am Ort i für Ausgangspegel $L_{eq} \geq 60$ dB(A)
$Kosten$	Zuwendungskosten der Maßnahme in Euro
t	25 Jahre, anzusetzende Nutzungsdauer

Der NKV_{MU} wird neben dem NKI ausgegeben und kann zur Validierung eines Abschneide-Kriteriums für Maßnahmen mit vergleichsweise geringem Nutzen herangezogen werden.

7.4 Lokale Besonderheiten

Bei der Zusammenstellung der Minderungsmaßnahmen wurde in Zusammenarbeit mit der Bevölkerung auf lokale Besonderheiten geachtet. Besondere Bedeutung hatte dabei die Vermeidung von ungewollten Sichteinschränkungen, die in manchen Fällen jedoch unterschiedlich bewertet werden. Weiterhin konnten in der Untersuchung die Belange des Denkmalschutzes (auch im Zusammenhang mit dem Weltkulturerbe) nicht umfassend berücksichtigt werden. Bei einigen der untersuchten Maßnahmen ist nicht auszuschließen, dass bahnfremde Grundstücke bei einer Umsetzung zu nutzen wären.

Damit ergeben sich zahlreiche lokale Besonderheiten, die bei einer Umsetzung der Maßnahmenvorschläge oder Teilumsetzung eine Rolle spielen können.

Im Rahmen einer konkreten Umsetzungsplanung ist den betroffenen Gemeinden zu empfehlen, die lokalen Besonderheiten zu prüfen und in die Planung einzubringen.

8 Bewertung der Maßnahmen

8.1 Berechnung des Nutzen-Kosten-Index NKI

In jeder Gemeinde wird jeweils ein NKI für folgende Maßnahmenpakete gebildet:

- Akustisches Schleifen (AS)
- Schienenstegdämpfung/-abschirmung (SSD/SSA) in Ortslagen
  und ggf. zusätzlich
  Schienenstegdämpfung/-abschirmung (SSD/SSA) in Ortslagen und auf gegenüberliegender Rheinseite
- Schallschutzwände SSW (Kombination aller Typen) in Ortslagen
  und ggf. zusätzlich
  Schallschutzwände SSW (Kombination aller Typen) in Ortslagen und auf gegenüberliegender Rheinseite
- Schienenschmiereinrichtung (SSE), sofern untersucht

Die Pegelminderung und damit der NKI beziehen sich immer auf das jeweils vorhergehende Maßnahmenpaket. Der NKI für Schallschutzwände setzt z. B. voraus, dass das akustische Schleifen und Schienenstegdämpfer bereits umgesetzt sind. Für jeden Maßnahmentyp wird somit der Zuwachs an Lärmminderung auf Basis der vorhergehenden Maßnahmen bewertet.

Tabelle 8.1 zeigt den NKI für alle 133 Maßnahmenpakete. Eine gemeindebezogene Darstellung zeigt Anhang E.

8.2 Berechnung des Nutzen-Kosten-Verhältnisses NKV_{MU}

Das Nutzen-Kosten-Verhältnis NKV_{MU} wird analog zum Nutzen-Kosten-Index auf Basis der Annahmen aus Abschnitt 7.3 berechnet.

Tabelle 8.1 zeigt das NKV_{MU} für alle 133 Maßnahmenpakete. Eine gemeindebezogene Darstellung zeigt Anhang E.

8.3 Rangfolge der Maßnahmen

Die untersuchten Maßnahmenpakete werden über den berechneten Nutzen-Kosten-Index in eine Rangfolge überführt. Rang 1 wird dabei dem höchsten Index NKI zugeordnet (vgl. Tabelle 8.1). Neben dem NKI werden folgende Werte gelistet:

- Maßnahmen-Typ (M.-Typ)
- Gesamtlänge der Maßnahmen eines Typs in Metern
- NKV_{MU} (Nutzen-Kosten-Verhältnis MU)
- Betroffenenzahl von Mittelungspegeln $L_{eq, Nacht} > 55$ dB(A) vor Umsetzung der Maßnahme (B>55 vor M.)
- Betroffenenzahl von Mittelungspegeln $L_{eq, Nacht} > 55$ dB(A) nach Umsetzung der Maßnahme (B>55 nach M.)
- Änderung der Betroffenenzahl von Mittelungspegeln $L_{eq, Nacht} > 55$ dB(A) durch Umsetzung der Maßnahme (B>55 Änder.)

Tabelle 8.1: Rangfolge der Maßnahmen nach NKI

(Erläuterung der Abkürzungen in Abschnitt 3.2, Seite 10)

Land	Verbandsgemeinde Stadt	Gemeinde Stadt	M.-Typ	Länge/ m	NKI	NKV_{MU}	Rang	B>55 vor M.	B>55 nach M.	B>55 Änder.
HE	Stadt Oestrich-Winkel	Oestrich	AS	2.136	44,7	20,5	**1**	1.395	1.180	-215
RLP	VG Weißenthurm	Weißenthurm	AS	6.766	29,2	13,5	**2**	2.440	2.048	-392
HE	Stadt Eltville am Rhein	Eltville	AS	4.497	26,0	13,4	**3**	1.818	1.555	-263
RLP	Stadt Koblenz	Koblenz	AS	40.926	25,1	9,0	**4**	12.216	10.054	-2.162
HE	Stadt Eltville am Rhein	Hattenheim	AS	2.757	22,5	12,1	**5**	924	800	-124
HE	Stadt Oestrich-Winkel	Mittelheim	AS	1.750	21,7	11,9	**6**	611	529	-82
RLP	Stadt Lahnstein	Lahnstein	AS	14.601	20,6	7,2	**7**	4.167	3.403	-764
HE	Stadt Oestrich-Winkel	Winkel	AS	4.736	20,3	10,6	**8**	1.505	1.307	-198

Land	Verbandsgemeinde Stadt	Gemeinde Stadt	M.-Typ	Länge/ m	NKI	NKV_{MU}	Rang	B>55 vor M.	B>55 nach M.	B>55 Änder.
HE	Stadt Eltville am Rhein	Erbach	AS	4.451	15,6	6,9	**9**	1.195	1.023	-172
RLP	VG Bad Hönningen	Leutesdorf	AS	6.673	15,6	8,5	**10**	1.911	1.624	-287
RLP	Stadt Boppard	Boppard	AS	8.940	15,2	6,4	**11**	3.411	3.023	-388
RLP	VG Loreley	Sankt Goarshausen	SSE	500	14,6	9,8	**12**	1.868	1.864	-4
HE	Stadt Rüdesheim am Rhein	Rüdesheim	AS	6.669	14,4	8,4	**13**	1.438	1.296	-142
RLP	Stadt Bingen am Rhein	Bingen am Rhein	AS	15.860	13,6	4,0	**14**	2.545	2.064	-481
HE	Stadt Rüdesheim am Rhein	Assmannshausen	AS	5.601	13,3	9,0	**15**	1.109	1.057	-52
RLP	VG Rhein-Mosel	Brey	AS	2.547	12,8	2,8	**16**	383	296	-87
RLP	VG Loreley	Kestert	AS	4.185	11,9	10,6	**17**	1.248	1.194	-54
RLP	VG Rhein-Nahe	Trechtingshausen	AS	4.392	11,8	7,0	**18**	1.251	1.097	-154
RLP	VG Loreley	Kamp-Bornhofen	AS	8.679	11,2	6,9	**19**	1.999	1.820	-179
RLP	VG Rhein-Nahe	Niederheimbach	AS	3.088	10,8	7,0	**20**	713	663	-50
RLP	VG Loreley	Braubach	AS	6.494	10,1	4,3	**21**	1.325	1.086	-239
RLP	VG Loreley	Filsen	AS	3.207	10,0	6,4	**22**	815	753	-62
RLP	VG Rhein-Mosel	Rhens	AS	5.885	9,4	3,5	**23**	816	713	-103
RLP	Stadt Boppard	Bad Salzig	AS	8.881	9,4	4,5	**24**	1.460	1.196	-264
HE	Stadt Lorch	Lorchhausen	AS	3.857	8,7	5,0	**25**	622	586	-36
RLP	VG Sankt Goar-Oberwesel	Oberwesel	AS	5.455	8,6	4,8	**26**	1.377	1.276	-101
RLP	VG Loreley	Osterspai	AS	6.926	8,4	3,8	**27**	1.299	1.030	-269
RLP	VG Rhein-Mosel	Spay	AS	11.024	8,1	2,8	**28**	2.012	1.721	-291
RLP	VG Loreley	Sankt Goarshausen	AS	12.582	7,1	5,1	**29**	2.017	1.931	-86
HE	Stadt Lorch	Lorch	AS	5.951	7,1	5,1	**30**	927	870	-57
RLP	VG Rhein-Nahe	Oberdiebach	AS	3.602	7,0	4,7	**31**	465	426	-39
RLP	VG Sankt Goar-Oberwesel	St Goar + Biebernheim	AS	4.882	6,3	3,0	**32**	629	556	-73
RLP	VG Rhein-Nahe	Bacharach	AS	6.293	6,0	2,9	**33**	681	593	-88
RLP	VG Sankt Goar-Oberwesel	St Goar + Biebernheim	SSD	496	5,4	2,8	**34**	556	519	-37
RLP	VG Loreley	Kestert	SSE	426	5,1	4,4	**35**	1.122	1.120	-2
RLP	VG Loreley	Kaub	AS	8.840	5,0	3,5	**36**	992	931	-61
HE	Stadt Oestrich-Winkel	Oestrich	SSD	2.294	4,6	2,2	**37**	1.180	1.015	-165
HE	Stadt Eltville am Rhein	Eltville	SSD	4.465	4,5	2,1	**38**	1.555	1.241	-314
RLP	VG Weißenthurm	Weißenthurm	SSD	6.767	4,5	2,4	**39**	2.048	1.708	-340

Land	Verbandsgemeinde Stadt	Gemeinde Stadt	M.-Typ	Länge/ m	NKI	NKV_{MU}	Rang	B>55 vor M.	B>55 nach M.	B>55 Änder.
HE	Stadt Oestrich-Winkel	Winkel	SSD	4.583	4,2	2,2	**40**	1.307	1.049	-258
RLP	Stadt Lahnstein	Lahnstein	SSD	11.361	4,2	1,6	**41**	3.403	2.624	-779
HE	Stadt Lorch	Lorchhausen	SSD	706	4,0	2,0	**42**	586	564	-22
HE	Stadt Oestrich-Winkel	Mittelheim	SSD	1.835	3,9	2,2	**43**	529	426	-103
RLP	Stadt Koblenz	Koblenz	SSD	32.776	3,9	1,6	**44**	10.054	8.136	-1.918
RLP	Stadt Boppard	Boppard	SSW_G1	1.083	3,8	1,4	**45**	2.554	1.847	-707
RLP	VG Bad Hönningen	Leutesdorf	SSD	4.270	3,7	2,1	**46**	1.624	1.402	-222
HE	Stadt Rüdesheim am Rhein	Rüdesheim	SSD	4.059	3,5	2,1	**47**	1.296	1.114	-182
HE	Stadt Eltville am Rhein	Hattenheim	SSD	2.757	3,4	2,0	**48**	800	689	-111
RLP	Stadt Boppard	Boppard	SSD_G	2.985	3,3	0,7	**49**	2.973	2.730	-243
RLP	Stadt Boppard	Boppard	SSW_G2	1.083	3,3	1,3	**50**	2.554	1.751	-803
RLP	VG Loreley	Osterspai	SSD	1.503	3,2	1,7	**51**	1.030	949	-81
HE	Stadt Rüdesheim am Rhein	Assmannshausen	SSD	3.260	3,1	2,4	**52**	1.057	1.043	-14
RLP	VG Loreley	Kamp-Bornhofen	SSD	4.331	3,1	2,0	**53**	1.820	1.691	-129
RLP	VG Loreley	Kestert	SSD	2.644	3,1	2,5	**54**	1.194	1.127	-67
RLP	Stadt Boppard	Hirzenach	AS	3.595	3,0	2,3	**55**	288	261	-27
RLP	VG Loreley	Filsen	SSD	1.346	2,9	1,8	**56**	753	690	-63
RLP	VG Sankt Goar-Oberwesel	Zu Fellen	AS	3.156	2,9	2,8	**57**	244	239	-5
HE	Stadt Eltville am Rhein	Hattenheim	SSW	764	2,8	2,1	**58**	689	573	-116
RLP	VG Weißenthurm	Weißenthurm	SSW	2.330	2,8	2,1	**59**	1.708	1.266	-442
RLP	VG Loreley	Braubach	SSW	474	2,8	1,9	**60**	903	870	-33
RLP	VG Loreley	Kaub	SSW	269	2,7	2,3	**61**	898	880	-18
RLP	VG Loreley	Braubach	SSD	3.596	2,6	0,9	**62**	1.086	907	-179
RLP	Stadt Lahnstein	Lahnstein	SSW	4.149	2,5	1,2	**63**	2.606	1.925	-681
HE	Stadt Eltville am Rhein	Erbach	SSD	3.978	2,4	1,0	**64**	1.023	870	-153
RLP	VG Rhein-Mosel	Brey	SSW	696	2,3	1,5	**65**	243	108	-135
RLP	VG Rhein-Mosel	Brey	SSD	1.533	2,3	0,4	**66**	296	243	-53
RLP	VG Loreley	Sankt Goarshausen	SSW	919	2,3	2,1	**67**	1.868	1.848	-20
HE	Stadt Oestrich-Winkel	Oestrich	SSW	1.453	2,2	1,4	**68**	1.015	890	-125
RLP	Stadt Koblenz	Koblenz	SSW	5.279	2,2	1,6	**69**	8.060	7.398	-662
RLP	Stadt Boppard	Bad Salzig	SSD_G	4.315	2,2	0,6	**70**	1.144	973	-171
RLP	VG Rhein-Mosel	Spay	SSD_G	5.069	2,1	0,2	**71**	1.538	1.040	-498

Land	Verbandsgemeinde Stadt	Gemeinde Stadt	M.-Typ	Länge/ m	NKI	NKV_{MU}	Rang	B>55 vor M.	B>55 nach M.	B>55 Änder.
HE	Stadt Rüdesheim am Rhein	Rüdesheim	SSW	1.376	2,1	1,6	**72**	1.114	996	-118
RLP	VG Rhein-Nahe	Niederheimbach	SSD	1.635	2,0	1,1	**73**	663	608	-55
RLP	VG Loreley	Kamp-Bornhofen	SSW	1.122	1,9	1,4	**74**	1.479	1.361	-118
HE	Stadt Eltville am Rhein	Erbach	SSW	381	1,7	1,3	**75**	870	838	-32
RLP	VG Bad Hönningen	Leutesdorf	SSW	1.642	1,7	1,4	**76**	1.309	1.143	-166
RLP	VG Loreley	Kamp-Bornhofen	SSD_G	3.218	1,7	0,2	**77**	1.691	1.479	-212
RLP	VG Rhein-Mosel	Rhens	SSD	3.541	1,7	0,5	**78**	713	633	-80
RLP	Stadt Koblenz	Koblenz	SSD_G	4.897	1,6	0,1	**79**	8.136	8.060	-76
RLP	VG Loreley	Kestert	SSW	464	1,5	1,3	**80**	1.122	1.117	-5
RLP	VG Sankt Goar-Oberwesel	Urbar + An der Loreley	AS	4.260	1,5	0,8	**81**	61	61	0
RLP	Stadt Bingen am Rhein	Bingen am Rhein	SSD	10.638	1,5	0,5	**82**	2.064	1.836	-228
RLP	Stadt Boppard	Boppard	SSD	1.467	1,5	0,3	**83**	3.023	2.973	-50
RLP	VG Loreley	Sankt Goarshausen	SSD	7.136	1,4	1,0	**84**	1.931	1.874	-57
RLP	VG Loreley	Kaub	SSD	1.435	1,4	1,0	**85**	931	915	-16
RLP	Stadt Boppard	Hirzenach	SSD	328	1,4	0,8	**86**	261	251	-10
RLP	VG Loreley	Filsen	SSW	1.293	1,4	1,1	**87**	676	612	-64
RLP	VG Sankt Goar-Oberwesel	Oberwesel	SSW_G2	1.098	1,4	0,3	**88**	1.251	1.023	-228
RLP	Stadt Boppard	Boppard	SSW	1.572	1,4	0,9	**89**	2.730	2.554	-176
RLP	VG Sankt Goar-Oberwesel	Oberwesel	SSW_G1	1.039	1,4	0,3	**90**	1.251	1.093	-158
RLP	VG Rhein-Mosel	Spay	SSD	5.680	1,3	0,4	**91**	1.721	1.538	-183
HE	Stadt Oestrich-Winkel	Winkel	SSW	3.737	1,3	0,9	**92**	1.049	820	-229
RLP	VG Sankt Goar-Oberwesel	Oberwesel	SSE	673	1,3	0,7	**93**	1.268	1.267	-1
HE	Stadt Lorch	Lorch	SSD	3.587	1,3	1,0	**94**	870	843	-27
RLP	VG Rhein-Nahe	Oberdiebach	SSD	3.432	1,2	1,0	**95**	426	384	-42
RLP	VG Rhein-Nahe	Trechtingshausen	SSW	1.483	1,2	1,1	**96**	1.086	1.063	-23
RLP	VG Loreley	Filsen	SSD_G	583	1,2	0,5	**97**	690	676	-14
RLP	Stadt Boppard	Bad Salzig	SSD	3.167	1,2	0,8	**98**	1.196	1.144	-52
HE	Stadt Eltville am Rhein	Eltville	SSW	1.973	1,1	0,6	**99**	1.241	1.051	-190
RLP	VG Rhein-Mosel	Rhens	SSW	1.974	1,1	0,8	**100**	633	510	-123
HE	Stadt Oestrich-Winkel	Mittelheim	SSW	1.447	1,0	0,7	**101**	426	350	-76
RLP	VG Bad Hönningen	Leutesdorf	SSD_G	2.405	1,0	0,1	**102**	1.402	1.309	-93
RLP	Stadt Boppard	Bad Salzig	SSW	2.361	1,0	0,8	**103**	973	872	-101

Land	Verbandsgemeinde Stadt	Gemeinde Stadt	M.-Typ	Länge/ m	NKI	NKV_{MU}	Rang	B>55 vor M.	B>55 nach M.	B>55 Änder.
RLP	VG Sankt Goar-Oberwesel	Zu Fellen	SSD	691	1,0	0,9	**104**	239	234	-5
RLP	VG Loreley	Osterspai	SSD_G	3.924	0,9	0,1	**105**	949	825	-124
HE	Stadt Rüdesheim am Rhein	Assmannshausen	SSW	1.768	0,9	0,7	**106**	1.005	990	-15
RLP	VG Rhein-Mosel	Spay	SSW_G1	3.194	0,8	0,0	**107**	1.007	635	-372
RLP	Stadt Bingen am Rhein	Bingen am Rhein	SSW_G1	2.973	0,8	0,0	**108**	1.781	1.611	-170
RLP	VG Rhein-Nahe	Bacharach	SSD	2.151	0,8	0,4	**109**	593	573	-20
RLP	Stadt Koblenz	Koblenz	SSW_G1	682	0,7	0,0	**110**	7.398	7.351	-47
HE	Stadt Rüdesheim am Rhein	Assmannshausen	SSD_G	2.343	0,7	0,1	**111**	1.043	1.005	-38
RLP	VG Rhein-Nahe	Bacharach	SSD_G	2.691	0,7	0,1	**112**	573	526	-47
RLP	VG Rhein-Nahe	Trechtingshausen	SSD	1.758	0,6	0,5	**113**	1.097	1.086	-11
RLP	VG Sankt Goar-Oberwesel	Oberwesel	SSW	822	0,6	0,4	**114**	1.268	1.251	-17
RLP	VG Loreley	Osterspai	SSW	681	0,6	0,4	**115**	825	809	-16
RLP	Stadt Boppard	Bad Salzig	SSW_G1	962	0,5	0,1	**116**	872	834	-38
RLP	VG Rhein-Nahe	Oberdiebach	SSW	933	0,5	0,5	**117**	384	373	-11
RLP	Stadt Boppard	Hirzenach	SSD_G	998	0,5	0,2	**118**	251	244	-7
RLP	Stadt Lahnstein	Lahnstein	SSD_G	2.062	0,5	0,0	**119**	2.624	2.606	-18
HE	Stadt Lorch	Lorchhausen	SSD_G	1.107	0,5	0,0	**120**	564	552	-12
HE	Stadt Lorch	Lorchhausen	SSW	1.606	0,4	0,3	**121**	552	552	0
RLP	VG Sankt Goar-Oberwesel	Urbar + An der Loreley	SSD	1.618	0,4	0,4	**122**	61	60	-1
RLP	VG Loreley	Sankt Goarshausen	SSD_G	1.903	0,4	0,1	**123**	1.874	1.868	-6
RLP	VG Loreley	Kaub	SSD_G	4.260	0,4	0,2	**124**	915	898	-17
RLP	VG Rhein-Nahe	Niederheimbach	SSW	711	0,4	0,4	**125**	608	600	-8
RLP	Stadt Bingen am Rhein	Bingen am Rhein	SSW	2.062	0,4	0,2	**126**	1.836	1.781	-55
RLP	VG Bad Hönningen	Leutesdorf	SSW_G1	948	0,3	0,0	**127**	1.143	1.075	-68
HE	Stadt Rüdesheim am Rhein	Assmannshausen	SSW_G1	906	0,3	0,1	**128**	990	928	-62
RLP	VG Rhein-Mosel	Spay	SSW	2.034	0,2	0,1	**129**	1.040	1.007	-33
RLP	Stadt Boppard	Hirzenach	SSW_G1	687	0,2	0,0	**130**	243	223	-20
RLP	VG Rhein-Nahe	Bacharach	SSW	237	0,2	0,0	**131**	526	524	-2
RLP	VG Sankt Goar-Oberwesel	Zu Fellen	SSW	1.554	0,1	0,1	**132**	234	234	0
HE	Stadt Lorch	Lorchhausen	SSW_G1	731	0,1	0,0	**133**	552	543	-9

8.4 Kostenanteil der Maßnahmenpakete

Für die Überlegungen zur Umsetzung der Maßnahmen in der Reihenfolge des Ranges (absteigender NKI) ist von Bedeutung, dass die Kosten nicht linear ansteigen. Für die ersten 33 Maßnahmen (Rang 1 bis 33) mit einem NKI von 45 bis 6 sind rund 7 % der Gesamtkosten anzusetzen. Die letzten 33 Maßnahmen (Rang 100 bis 133) mit einem NKI < 1 verursachen hingegen Kosten von 30 % der Gesamtkosten (vgl. Abbildung 8.1).

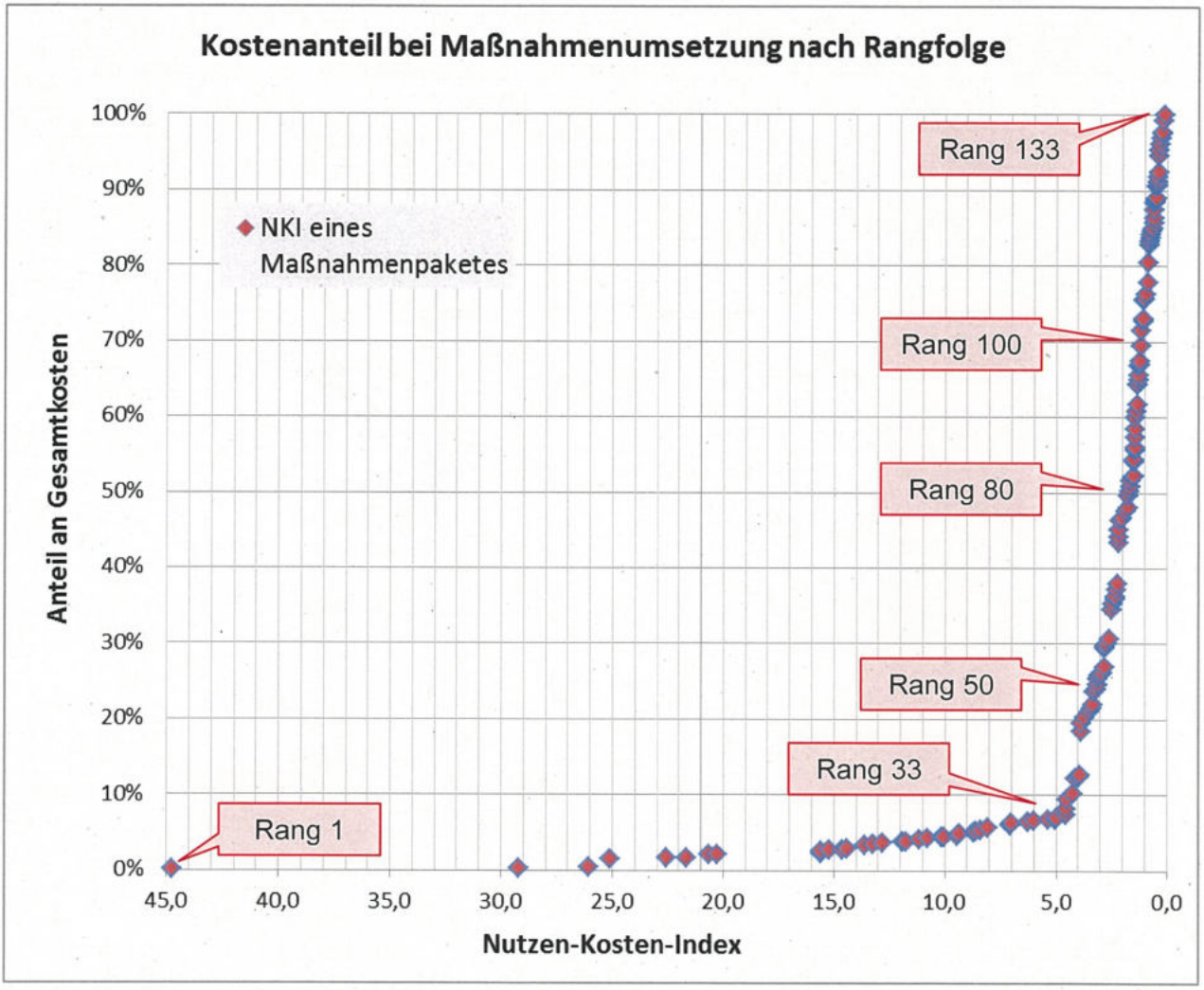


Abbildung 8.1: Kostenanteile einer Maßnahmenumsetzung nach Rangfolge

8.5 Verhältnismäßigkeit der Maßnahmen, Förderfähigkeit und Kostenansatz

Über die Rangbildung des NKI werden Maßnahmen mit hohem Nutzen in geeigneter Priorisierung identifiziert.

Die Beurteilung der Verhältnismäßigkeit aller Maßnahmen mit einem NKI < 1 bedarf einer weiteren Betrachtung. Der Kurvenverlauf in Abbildung 8.1 zeigt keine Unterbrechungen oder Sprünge, die eine eindeutige Klassifizierung in „verhältnismäßig" und „nicht verhältnismäßig" zulassen würden. Eine weitere Klassifizierung, z. B. über den NKV_{MU} ist daher erforderlich.

Der NKV ist ein mit der „Richtlinie zur Förderung von Maßnahmen zur Lärmsanierung an bestehenden Schienenwegen der Eisenbahnen des Bundes" geschaffener, haushaltsrechtlich anerkannter Beurteilungsmaßstab, der sicherstellt, dass aktiver Lärmschutzmaßnahmen so erfolgen, dass der für 25 Jahre ermittelte Nutzen einer Maßnahme die Höhe der Zuwendungen für die diese aktive Maßnahme übersteigt. Damit wird der wirtschaftliche Einsatz öffentlicher Mittel sichergestellt.

In Anlehnung an die o. a. Förderrichtlinie können demnach Maßnahmen mit einem $NKV_{MU} \geq 1$ als „förderfähig" eingestuft werden.

Die Bewertung der Maßnahmen über den NKV_{MU} ist eine grundsätzliche Forderung des BMVI[2].

Für Maßnahmen mit einem $NKV_{MU} < 1$ muss die Verhältnismäßigkeit im Einzelfall geprüft werden. Es zeigt sich beispielsweise, dass zahlreichen Maßnahmen, die eine gute Schutzwirkung für eine auf der anderen Rheinseite angesiedelte Gemeinde haben, ein $NKV_{MU} < 1$ zugeordnet ist. Das liegt darin begründet, dass der NKV_{MU} Mittelungspegel nur über 60 dB(A) und der NKI Mittelungspegel bereits oberhalb von 50 dB(A) berücksichtigt. Die Lärmbelastung einer Gleisstrecke auf der gegenüberliegenden Rheinseite liegt häufig im Pegelbereich 50 bis 60 dB(A). Eine Pegelminderung führt dort zu einem nennenswerten Betrag des NKI und gleichzeitig - wegen der Ausgrenzung - zu einem $NKV_{MU} = 0$. Der Schutz vor Bahnlärm von der anderen Rheinseite ist mit einer Forderung $NKV_{MU} \geq 1$ nicht realisierbar.

Unter Annahme der Abschneide-Kriterien „NKI < 1" bzw. „NKI < 1 und NKV < 1" summieren sich die Gesamt-Erstellungskosten aller Maßnahmentypen im Untersuchungsgebiet zu 96,6 Mio. Euro bzw. 66,8 Mio. Euro (vgl. Tabelle 8.2). Hierbei ist die Planungskostenpauschale noch nicht berücksichtigt. In den Ländern Hessen und Rheinland-Pfalz liegen dabei Maßnahmen mit Kostenanteilen von 21 % bzw. 79 % (vgl. Tabelle 8.3).

[2] Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur

Tabelle 8.2: Erstellungskosten sämtlicher Maßnahmen in TEUR für verschiedene Abschneide-Kriterien

Maßnahme	alle NKI, NKV			NKI ≥ 1			NKI ≥ 1 und NKV ≥ 1		
	Hessen	RLP	MRT	Hessen	RLP	MRT	Hessen	RLP	MRT
AS	1.527	7.622	9.149	1.527	7.623	9.150	1.527	7.469	8.996
SSD	7.904	34.941	42.845	7.124	30.113	37.237	7.124	17.883	25.007
SSE		88	88		88	88		51	51
SSW	17.293	58.381	75.674	11.584	38.549	50.133	4.258	28.537	32.795
Summe	**26.724**	**101.032**	**127.756**	**20.235**	**76.373**	**96.608**	**12.909**	**53.940**	**66.849**

Tabelle 8.3: Anteile der Erstellungskosten für verschiedene Rangbereiche

Maßnahme	alle NKI, NKV			NKI ≥ 1			NKI ≥ 1 und NKV ≥ 1		
	Hessen	RLP	MRT	Hessen	RLP	MRT	Hessen	RLP	MRT
AS	17%	83%	100%	17%	83%	100%	17%	83%	100%
SSD	18%	82%	100%	19%	81%	100%	28%	72%	100%
SSE	0%	100%	100%	0%	100%	100%	0%	100%	100%
SSW	23%	77%	100%	23%	77%	100%	13%	87%	100%
Summe	**21%**	**79%**	**100%**	**21%**	**79%**	**100%**	**19%**	**81%**	**100%**

Die Realisierung der untersuchten Minderungsmaßnahmen ist nicht Bestandteil der Machbarkeitsuntersuchung. Die Umsetzung der Maßnahmen, die Definition einer Abschneidegrenze für weniger effektive Maßnahmen, ggf. der Einbezug von Maßnahmen nach Einzelfallprüfung und die Maßnahmendetaillierung und -planung bleiben einem anschließenden Umsetzungs- bzw. Finanzierungskonzept vorbehalten.

Fachliche Anmerkungen / Änderungswünsche der Bürger
• Anwohner wünschen keine hohen SSW in allen Ortslagen der VG • 2 m SSW im nördlichen Ortsbereich **Oberwesels** trotz Berücksichtigung als Gabione für Anwohner nicht akzeptabel (Höhe entweder 1 m oder 55 cm) *Nachuntersuchung: Gabionenwand 1 m* • höhere SSW gegenüber **Oberwesel** (evtl. 2-3 m) *Nachuntersuchung: Hohe SSW* • **Zu Fellen** zur Erprobung der Mini-SSW vorgeschlagen *Nachuntersuchung: Prüfung Mini-SSW* • Zu beseitigender Schienenstoß in **Zu Fellen** An DB AG weitergeleitet. • Bhf **St. Goar** Richtung Süden SSW auf Umsetzbarkeit prüfen *Nachuntersuchung: SSW nicht möglich. Mini-SSW wird geprüft*

Oestrich-Winkel und Eltville, 6. Juni 2014

Veranstaltungsort	Bürgersaal des Bürgerzentrums Oestrich-Winkel, Paul-Gerhardt-Weg 1, 65375 Oestrich-Winkel
Vertreter der Stadt	Michael Heil, Bürgermeister Oestrich-Winkel, Patrick Kunkel, Bürgermeister Eltville
Teilnehmer	Lorenz Herrmann, Wölfel Beratende Ingenieure GmbH & Co.KG Sebastian Ibbeken, Wölfel Beratende Ingenieure GmbH & Co.KG Bernhard Koch, DB Netz AG Peter Lindner, HMWEVL Arne Spieker, IFOK GmbH
Teilnehmer des Beirats	Dr. Klaus Vornhusen, Deutsche Bahn AG
Anzahl Gäste	Ca. 25

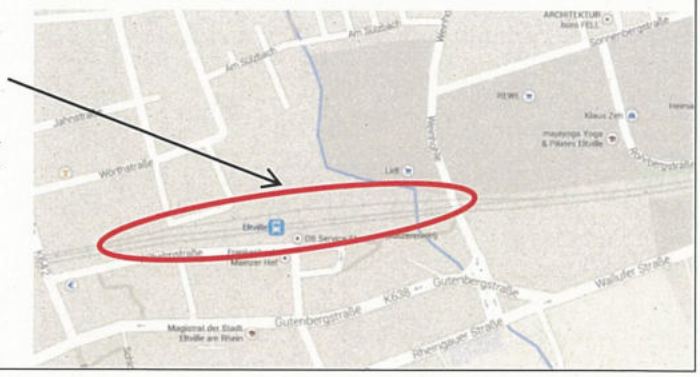
Diskussionsthemen zur Machbarkeitsuntersuchung
Zur Studienmethodik • Verwendung des Mittelungspegels anstatt des Spitzenpegels in der Untersuchung • Prognosen der Zugverkehre im Mittelrheintal und Relevanz unterschiedlicher Annahmen für die Ergebnisse der Untersuchung • Berücksichtigung von durch die Tallage bedingten Schallreflektionen bei der Bewertung von Lärmschutzwänden • Wunsch nach Modellierung der Effekte von Geschwindigkeitsbegrenzungen auf Schallemissionen • Wunsch der Modellierung von Effekten auf Erschütterungen durch einzelne Maßnahmen *Zu möglichen Maßnahmen der technischen Lärmsanierung* • Schienenstegdämpfer werden als unwirksam empfunden • Nutzen von Lärmschutzwänden mit Spoiler Gesundheitsgefährdungen durch Gerüche im Rahmen von Schienenschleifungsarbeiten

Weitere Diskussionsthemen

- Umrüstung der Güterwaggons auf die Flüsterbremse bei der Deutschen Bahn
- Umrüstung anderer Schienengüterverkehrsbetreiber
- Die effektivsten Lärmschutzmaßnahmen setzen direkt an der Quelle an
- Einfluss des Bahnschwellentyps (Holz/Beton) auf das Hörempfinden
- Teile der Lärmbelastung sind auf mangelnde Instandhaltung von Güterwaggons und Schienenwegen zurückzuführen
- Erschütterungen durch den Bahnverkehr gefährden historische Bausubstanzen
- Angst vor Gefahrguttransporten
- Neben der Umrüstung sind Betriebsbeschränkungen (Nachtfahrverbote/Geschwindigkeitsreduzierungen) oder eine Neubaustrecke effektive Maßnahmen zur Lärmminderung im Mittelrheintal
- Warnsignal Römerstraße am BÜ nicht berücksichtigt

Fachliche Anmerkungen / Änderungswünsche der Bürger

- Vorschlag: Häuser mit berechneter Belastung > 70 dB detaillierter betrachten
- Brücke Roßpfad in Eltville: Stöße ausbauen und Brücke dämmend auskleiden
  Hinweis wurde an DB AG weitergeleitet, schalldämmende Auskleidung von Betonbrücken gemäß Schall03 ohne Ansatz
- Mittelheim: In der Scharbel 13 → Stöße ausbauen, Rückbau Weiche möglich?
  Hinweis wurde an DB AG weitergeleitet
- SSW im Bereich Überführung „Weinhole“ bis Bhf Eltville (neues Wohngebiet)
  Nachuntersuchung: Neues Wohngebiet modellieren und SSW berechnen



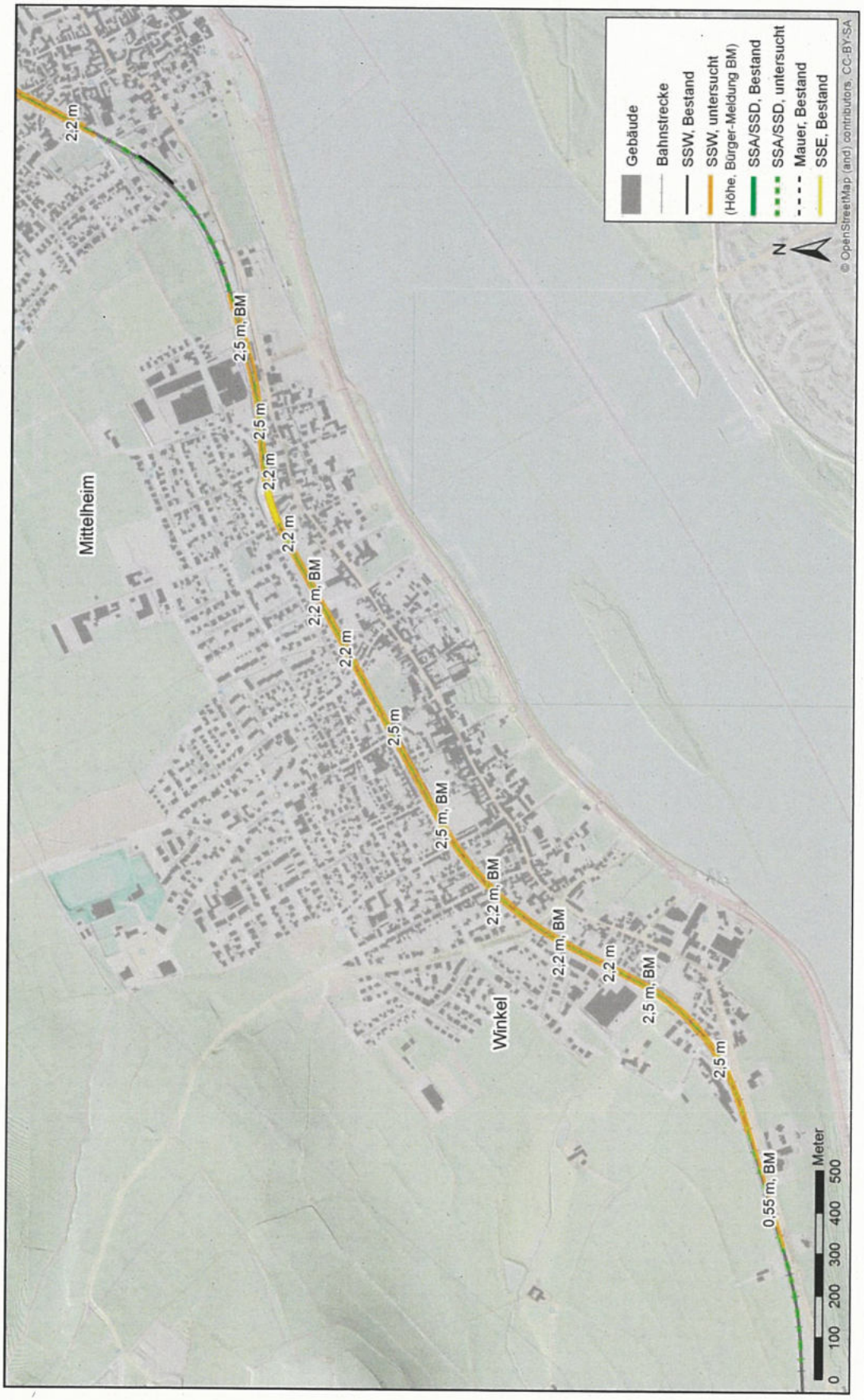
Verbandsgemeinden Bad Hönningen und Weißenthurm, 12. Juni 2014

Veranstaltungsort	Stadthalle Weißenthurm, Kirchstraße 3, 56575 Weißenthurm
Vertreter der Stadt	Bürgermeister Georg Hollmann, Bürgermeister Verbandsgemeinde Weißenthurm
Teilnehmer	Lorenz Herrmann, Wölfel Beratende Ingenieure GmbH & Co.KG Sebastian Ibbeken, Wölfel Beratende Ingenieure GmbH & Co.KG Frank Tataranni, DB Netz AG Arne Spieker, IFOK GmbH Sven-Oliver Wessolowski, MULEWF
Teilnehmer des Beirats	Gunter Fröhlich, Bürgerinitiative Neuwied Jürgen Konz, Deutsche Bahn AG
Anzahl Gäste	Ca. 70

Anhang E-3, Ergebnisse Stadt Oestrich-Winkel

Kartendarstellung Maßnahmen, Stadt Oestrich-Winkel

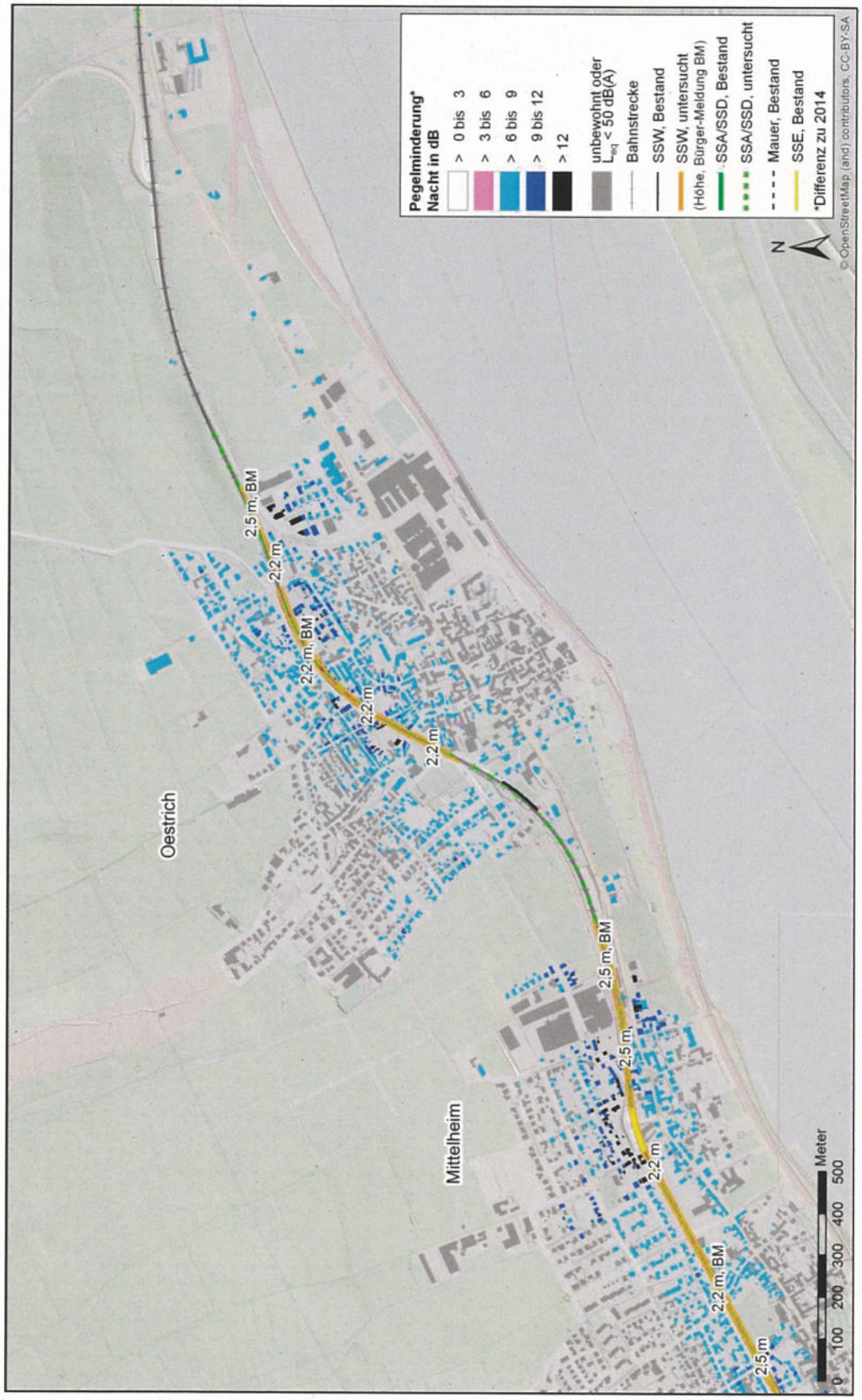
Kartendarstellung Maßnahmen, Stadt Oestrich-Winkel (Folgeblatt)



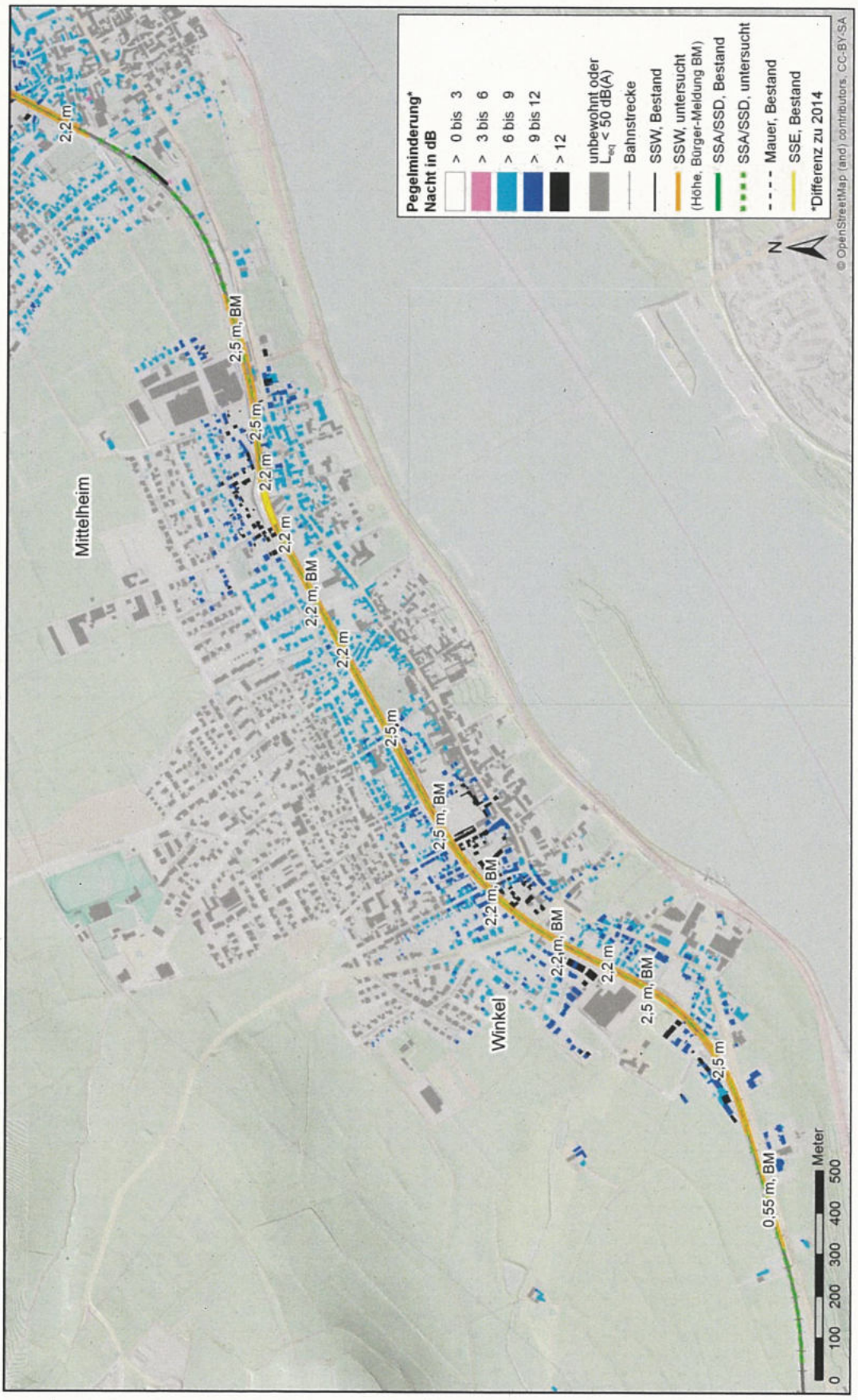
Kartendarstellung Gebäudepegel 2008, Stadt Oestrich-Winkel

Kartendarstellung Gebäudepegel 2008, Stadt Oestrich-Winkel (Folgeblatt)

Kartendarstellung Pegelminderung 2025, Stadt Oestrich-Winkel



Kartendarstellung Pegelminderung 2025, Stadt Oestrich-Winkel (Folgeblatt)



Verortung der Einzelmaßnahmen mit Streckenabschnitten, Stadt Oestrich-Winkel

(Erläuterung der Abkürzungen in Abschnitt 3.2, Seite 10)

Gemeinde Stadt	Maßnahme	Strecke von	Kilometer von	Strecke bis	Kilometer bis	Länge/ m	Rheinseite
Mittelheim	AS	-	-	-	-	1.750	eigene
Mittelheim	SSD	3507	57.392	3507	57.039	353,2	eigene
Mittelheim	SSD	3507	57.008	3507	56.624	384,2	eigene
Mittelheim	SSD	3507	57.008	3507	56.624	383,3	eigene
Mittelheim	SSD	3507	57.630	3507	57.402	227,9	eigene
Mittelheim	SSD	3507	57.527	3507	57.040	486,9	eigene
Mittelheim	Spoileraufsatz	3507	57.527	3507	57.103	422	eigene
Mittelheim	Spoileraufsatz	3507	57.630	3507	57.455	174	eigene
Mittelheim	SSW_2,5m	3507	57.103	3507	56.873	231	eigene
Mittelheim	SSW_2,5m	3507	57.455	3507	56.837	619	eigene
Oestrich	AS	-	-	-	-	2.136	eigene
Oestrich	SSD	3507	56.510	3507	56.340	169,2	eigene
Oestrich	SSD	3507	56.303	3507	56.116	186,5	eigene
Oestrich	SSD	3507	56.303	3507	56.115	188,2	eigene
Oestrich	SSD	3507	56.077	3507	56.032	44,5	eigene
Oestrich	SSD	3507	56.075	3507	56.031	44,7	eigene
Oestrich	SSD	3507	55.993	3507	55.709	283,2	eigene
Oestrich	SSD	3507	55.992	3507	55.710	283,4	eigene
Oestrich	SSD	3507	55.672	3507	55.288	383,9	eigene
Oestrich	SSD	3507	55.672	3507	55.288	383,8	eigene
Oestrich	SSD	3507	56.510	3507	56.340	169,7	eigene
Oestrich	SSD	3507	56.624	3507	56.546	78,2	eigene
Oestrich	SSD	3507	56.624	3507	56.545	79,2	eigene
Oestrich	Spoileraufsatz	3507	55.549	3507	55.683	135	eigene
Oestrich	Spoileraufsatz	3507	55.731	3507	55.696	35	eigene
Oestrich	Spoileraufsatz	3507	56.002	3507	55.698	308	eigene
Oestrich	Spoileraufsatz	3507	56.007	3507	55.854	151	eigene
Oestrich	Spoileraufsatz	3507	56.018	3507	56.088	69	eigene
Oestrich	Spoileraufsatz	3507	56.085	3507	56.020	65	eigene
Oestrich	Spoileraufsatz	3507	56.107	3507	56.284	177	eigene
Oestrich	Spoileraufsatz	3507	56.315	3507	56.165	151	eigene
Oestrich	SSW_2,5m	3507	55.549	3507	55.435	114	eigene
Oestrich	SSW_2,5m	3507	55.731	3507	55.854	121	eigene
Oestrich	SSW_2,5m	3507	56.018	3507	56.007	11	eigene
Oestrich	SSW_2,5m	3507	56.020	3507	56.002	18	eigene
Oestrich	SSW_2,5m	3507	56.107	3507	56.088	19	eigene
Oestrich	SSW_2,5m	3507	56.165	3507	56.085	80	eigene

Winkel	AS	-	-	-	-	4.736	eigene
Winkel	SSD	3507	59.469	3507	57.527	1941,8	eigene
Winkel	SSD	3507	59.468	3507	57.630	1836,6	eigene
Winkel	SSD	3507	59.871	3507	59.468	402,3	eigene
Winkel	SSD	3507	59.871	3507	59.469	402,0	eigene
Winkel	nSSW	3507	59.590	3507	59.049	544	eigene
Winkel	Spoileraufsatz	3507	57.956	3507	57.527	429	eigene
Winkel	Spoileraufsatz	3507	58.164	3507	57.976	189	eigene
Winkel	Spoileraufsatz	3507	58.643	3507	57.630	1.015	eigene
Winkel	Spoileraufsatz	3507	59.031	3507	58.997	33	eigene
Winkel	Spoileraufsatz	3507	59.049	3507	58.556	495	eigene
Winkel	SSW_2,5m	3507	57.976	3507	57.956	19	eigene
Winkel	SSW_2,5m	3507	58.556	3507	58.164	389	eigene
Winkel	SSW_2,5m	3507	58.997	3507	58.643	353	eigene
Winkel	SSW_2,5m	3507	59.303	3507	59.031	271	eigene

Betroffene Personen, Stadt Oestrich-Winkel

Anzahl betroffener Personen									
Maßnahme	**Mittelungspegel L_{eq} Nacht in dB(A)** Schall 03 (2014), außen, ohne Schienenbonus								
	Summe	≤ 50	>50	>55	>60	>65	>70	>75	>80
Ausgangszustand 2014, Fahrplan 2008	11.481	5.700	5.781	3.550	2.036	1.078	574	233	55
Akustisches Schleifen, Schienenstegdämpfung (SSD), Fahrplan 2008	11.481	7.313	4.168	2.512	1.345	703	309	92	12
Akustisches Schleifen, Schienenstegdämpfung (SSD), Abschirmung (SSW), Fahrplan 2008	11.481	7.607	3.874	2.086	999	477	175	40	4
Zustand 2020 mit allen Maßnahmen, Prognoseverkehr 2025	11.481	9.222	2.259	1.108	521	192	43	6	0

Bewertung der Maßnahmen nach dem Nutzen-Kosten-Index, Stadt Oestrich-Winkel

(Erläuterung der Abkürzungen in Abschnitt 3.2, Seite 10)

Gemeinde Stadt	M.-Typ	Länge/ m	NKI	NKV_{MU}	Rang	B>55 vor M.	B>55 nach M.	B>55 Änder.
Mittelheim	AS	1.750	21,7	11,9	**6**	611	529	-82
Mittelheim	SSD	1.835	3,9	2,2	**43**	529	426	-103
Mittelheim	SSW	1.447	1,0	0,7	**101**	426	350	-76
Oestrich	AS	2.136	44,7	20,5	**1**	1.395	1.180	-215
Oestrich	SSD	2.294	4,6	2,2	**37**	1.180	1.015	-165
Oestrich	SSW	1.453	2,2	1,4	**68**	1.015	890	-125
Winkel	AS	4.736	20,3	10,6	**8**	1.505	1.307	-198
Winkel	SSD	4.583	4,2	2,2	**40**	1.307	1.049	-258
Winkel	SSW	3.737	1,3	0,9	**92**	1.049	820	-229

Ergänzende Überarbeitung der

Machbarkeitsuntersuchung über zusätzliche Maßnahmen zur Lärmminderung an der Infrastruktur der Bahnstrecken im Mittelrheintal (2014)

auf der Basis aktualisierter Berechnungsparameter 2016

Auftraggeber: DB Netz AG
Hahnstraße 49
60528 Frankfurt a. M.

Berichtsnummer: R0197/002-02

Dieser Bericht umfasst 11 Seiten Text und 1 Seite Anhang

Höchberg, 29.11.2017

M. Sc. D. Heucke
Bearbeitung

Dipl.-Geophys. S. Ibbeken
Freigabe / fachliche Verantwortung

Bekanntgegebene Messstelle nach § 29b BImSchG für Geräusche und Erschütterungen

Schallschutzprüfstelle für Güteprüfungen nach DIN 4109, Reg.-Nr. VMPA-SPG-210-04-BY

Akkreditierung nach DIN EN ISO/IEC 17025 für die Prüfarten Geräusche, Erschütterungen und Bauakustik

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19254-01-00

Wölfel Engineering GmbH + Co. KG * Max-Planck-Straße 15 * D-97204 Höchberg
Telefon: 0931 49708-0 * Telefax: 0931 49708-150 * E-Mail: info@woelfel.de * Internet: www.woelfel.de
Beirat: Prof. Dr.-Ing. Horst P. Wölfel * Geschäftsführer: Dr.-Ing. Steffen Pankoke
Kommanditgesellschaft AG WÜ HRA 4087 * Komplementärin: Wölfel Engineering Verwaltungs-GmbH, Höchberg, AG WÜ HRB 3886
Commerzbank AG Würzburg, IBAN: DE13 7908 0052 0316 1493 00, BIC: DRESDEFF790
Sparkasse Mainfranken Würzburg, IBAN: DE23 7905 0000 0010 1055 75, BIC: BYLADEM1SWU
Steuer-Nr.: 257/182/51101 * Umsatzsteuer-ID Nr.: DE 134 165 548

Änderungsindex

Version	Datum	Geänderte Seiten	Hinzugefügte Seiten	Erläuterungen
01	17.11.2017	-	-	Erstellung
02	29.11.2017	3, 6, 10, 11		Ergänzende Hinweise

Inhaltsverzeichnis

1 Aufgabenstellung ... 3

2 Unterlagen, Abkürzungen ... 4

2.1 Unterlagenverzeichnis ... 4
2.2 Abkürzungsverzeichnis ... 5

3 Akustische Berechnungen ... 6

3.1 Berechnungsmodell ... 6
3.1.1 Verkehr ... 6
3.1.2 Lageprüfung von Schallschutzwänden ... 6
3.1.3 Berechnungsvarianten ... 6

4 Bewertungsmodell für untersuchte Schallschutzwände in Bezug auf Wirksamkeit und Kosten ... 7

4.1.1 Bewertungsmodell und Nutzen-Kosten-Index ... 7
4.1.2 Kostenansatz für die Bewertung ... 8
4.1.3 Bewertung in Anlehnung an das Nutzen-Kosten-Verhältnis ... 9

5 Bewertung der Maßnahmen ... 10

5.1 Ergebnisse zusammengefasst ... 10
5.2 Ergebnisse Einzelmaßnahmen ... 11

Anhang

1 Aufgabenstellung

Der Beirat „Leiseres Mittelrheintal“ hat im Jahr 2013 die „Machbarkeitsuntersuchung über zusätzliche Maßnahmen zur Lärmminderung an der Infrastruktur der Bahnstrecken im Mittelrheintal“ (MU 2014) /1/ beauftragt. In der Untersuchung wurde unter anderem die Wirkung von Schallschutzwänden über das Nutzen-Kosten-Verhältnis (NKV_{MU}) sowie den Nutzen-Kosten-Index (NKI) untersucht. Die Berechnungen erfolgten mit Schienenverkehrszahlen aus dem Jahr 2008 und einem Pegel-Auslösewert für förderfähige Maßnahmen von 60 dB(A) in der Nacht.

Für hohe und niedrige Schallschutzwände sollen jetzt Planfeststellungsverfahren aufgenommen werden, die sich auf aktuelle Berechnungsparameter beziehen müssen und somit eine Überarbeitung der Ergebnisse erforderlich machen. Relevante Änderungen haben sich zwischenzeitlich in den Schienenverkehrszahlen und im Auslösewert ergeben.

In der vorliegenden ergänzenden Überarbeitung der Machbarkeitsuntersuchung soll der Nutzen-Kosten-Index (NKI) sowie das Nutzen-Kosten-Verhältnis (NKV_{MU}) für sämtliche schallabschirmende Maßnahmen mit den im Vergleich zum Jahr 2008 und auch zur Verkehrsprognose 2025 höheren Schienenverkehrszahlen aus dem Jahr 2016 /2/ und dem aktuellen Auslösewert für förderfähige Maßnahmen von 57 dB(A) /3/ ermittelt werden. Weiterhin ist die Lage der geplanten Maßnahmen an Bahnübergängen und Bahnsteigen anhand von Planunterlagen zu überprüfen und ggf. anzupassen. Alle weiteren Parameter des akustischen Berechnungsmodells sind unverändert zu übernehmen.

Weiterhin sind Planunterlagen zu erstellen, denen die gleisbezogene Lage der schallabschirmenden Maßnahmen, die Hektometer-Positionen und die mittlere Pegelminderung an Gebäuden entnommen werden können.

2 Unterlagen, Abkürzungen

2.1 Unterlagenverzeichnis

/1/ Wölfel Beratende Ingenieure GmbH + Co. KG, Machbarkeitsuntersuchung über zusätzliche Maßnahmen zur Lärmminderung an der Infrastruktur der Bahnstrecken im Mittelrheintal, Höchberg 04.09.2014

/2/ Deutsche Bahn AG, Vorstandsressort Digitalisierung & Technik (TUL), Verkehrszahlen Mittelrheintal, Strecken 2324, 2630, 3507, 3510 und 3710 (Ist 2016) mit Teilabschnitten

/3/ Bundesregierung, Bundeshaushaltsplan 2016, Auslösewerte für die Lärmsanierung an bundeseigenen Schienenwegen (Einzelplan 12, Kapitel 1202, Titel 891 05)

/4/ Maßnahmen zur Lärmsanierung an bestehenden Schienenwegen der Eisenbahnen des Bundes, Gesamtkonzept der Lärmsanierung, 11.02.2005

/5/ Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes - VLärmSchR 97 - Stand: 27. Mai 1997

/6/ Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung; Lärmschutz im Schienenverkehr, Alles über Schallpegel, innovative Technik und Lärmschutz an der Quelle, Die Lärmsanierung (Seite 29) Stand März 2013

/7/ Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung - 16. BImSchV), Anlage 2 (zu § 4), Berechnung des Beurteilungspegels für Schienenwege (Schall 03)

/8/ WÖLFEL Engineering GmbH + Co. KG, IMMI Version 20171021, Programm zur Schallimmissionsprognose, geprüft auf Konformität gemäß den QSI-Formblättern zu VDI 2714:1988-01, VDI 2720 Blatt1:1997-03, DIN ISO 9613-2:1999-10, Schall 03:1990/2015, RLS 90:1990

2.2 Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
B>55/57 Änder.	Änderung der Betroffenenzahl von Mittelungspegeln $L_{eq, Nacht}$ > 55/57 dB(A) durch Umsetzung einer Maßnahme
B>55/57 nach M.	Betroffenenzahl von Mittelungspegeln $L_{eq, Nacht}$ > 55/57 dB(A) nach Umsetzung einer Maßnahme
B>55/57 vor M.	Betroffenenzahl von Mittelungspegeln $L_{eq, Nacht}$ > 55/57 dB(A) vor Umsetzung einer Maßnahme
dB(A)	Dezibel mit Frequenzbewertung A
„eigene“	Maßnahme liegt auf der eigenen Rheinseite einer Gemeinde
Ge	Gegenrichtungsgleis
„gegenüber“	Maßnahme liegt auf der gegenüberliegenden Rheinseite einer Gemeinde
GEL	Geländerausfachung
GAB	Gabionenwand
HE	Hessen
IVL	Ingenieurvermessung Liegenschaftsplan
L_{eq}	Energetischer Mittelungspegel
MU 2014	Machbarkeitsuntersuchung 2014 /1/
M.-Typ	Maßnahmen-Typ
MU	Machbarkeitsuntersuchung
NKI	Nutzen-Kosten-Index
NKV_{MU}	Nutzen-Kosten-Verhältnis mit Parametern der Machbarkeitsuntersuchung (MU)
nSSW	niedrige Schallschutzwand
Ri	Richtungsgleis
RLP	Rheinland-Pfalz
SP	Spoileraufsatz, Aufsatzelement auf SSW (mit Absorber an oberer Beugungskante)
SSW	Schallschutzwand
SSW_G1	Schallschutzwand an Strecke auf gegenüberliegender Rheinseite, Variante 1 (alternativ zu Variante 2)
SSW_G2	Schallschutzwand an Strecke auf gegenüberliegender Rheinseite, Variante 2 (alternativ zu Variante 1)
SSW_Xm	Schallschutzwand mit einer Höhe von X Metern über Schienenoberkante
VORS_Xm	Vorsatzschale mit einer Höhe von X Metern über Schienenoberkante

3 Akustische Berechnungen

3.1 Berechnungsmodell

3.1.1 Verkehr

In der MU 2014 wurden als Basis für die akustischen Berechnungen Schienenverkehrszahlen aus dem Fahrplan des Verkehrsspitzenjahres 2008 herangezogen. Um die zwischenzeitliche Erhöhung des Schienenverkehrsaufkommens im Mittelrheintal bei der Entscheidung über die mögliche Umsetzung von Schallschutzwänden zu berücksichtigen, wurden die Schienenverkehrszahlen in der vorliegenden ergänzenden Überarbeitung auf das Jahr 2016 aktualisiert[1]. Dafür wurden die von der DB AG übermittelten Schienenverkehrszahlen /2/ in das Berechnungsmodell übernommen.

3.1.2 Lageprüfung von Schallschutzwänden

Die bereits in der MU 2014 untersuchten schallabschirmenden Maßnahmen wurden in der vorliegenden ergänzenden Überarbeitung insbesondere an Bahnübergängen, Bahnsteigen sowie Gleisabzweigen und Gleisweichen anhand von IVL-Plänen erneut auf ihre Lage geprüft. An einigen Stellen, wo sich geplante Maßnahmen mit Hindernissen überdeckten oder diese schnitten, wurden Anpassungen vorgenommen. Die betroffenen Maßnahmen wurden je nach Lage zum Hindernis gekürzt, in ihrer Lage leicht versetzt oder für einige Meter unterbrochen und entsprechend dokumentiert.

3.1.3 Berechnungsvarianten

Für die Ermittlung des Nutzen-Kosten-Verhältnisses (NKV_{MU}) sowie des Nutzen-Kosten-Indexes (NKI) auf Basis der angepassten Parameter Verkehr und Auslösewert, wurden zwei verschiedene Varianten und eine Untervariante berechnet.

Die erste Variante bildet als Grundmodell den derzeitigen Bestand an Schallschutzmaßnahmen ab. Zusätzlich wird in dieser Variante angenommen, dass sämtliche Maßnahmen des „Akustischen Schleifens“ sowie „Schienenstegdämpfer/Schienenstegabschirmungen“ der MU 2014 auf beiden Rheinseiten umgesetzt sind. Diese Variante entspricht der Berechnungsvariante 4 in der MU 2014.

In der zweiten Variante wird angenommen, dass sämtliche schallabschirmende Maßnahmen der MU 2014 in ggf. überarbeiteter Form umgesetzt sind. Dazu zählen hohe (SSW) und niedrige (nSSW) Schallschutzwände, Geländerausfachungen (GEL), Spoiler (SP) und Gabionenwände (GAB). Diese Variante entspricht der Berechnungsvariante 5 in der MU 2014. In einer Untervariante werden zusätzlich schallabschirmende Maßnahmen berücksichtigt, die auf der gegenüberliegenden Rheinseite einer zu schützenden Ortslage verortet sind (entsprechend Berechnungsvariante 6 in der MU 2014).

Die Neuberechnungen wurden gemäß Schall 03 /7/ mit der Software IMMI 2017 /8/ durchgeführt.

---

[1] Nach § 3 (3) der „Förderrichtlinie Lärmsanierung“ (Mai 2014) ist der NKV auf Basis der höheren Verkehrszahlen aus dem Vergleich IST (2016) mit Prognose (2025) zu bestimmen. Auf der Strecke 3507 wird der nächtliche Zugverkehr für das Jahr 2016 mit etwas höheren Verkehrszahlen angegeben als für das Jahr 2025.

4 Bewertungsmodell für untersuchte Schallschutzwände in Bezug auf Wirksamkeit und Kosten

4.1.1 Bewertungsmodell und Nutzen-Kosten-Index

Für die untersuchten Minderungsmaßnahmen wurde das Bewertungsmodell der MU 2014 übernommen, das folgende Parameter in geeigneter Form berücksichtigt:

- Bewohner der lärmbetroffenen Gebäude
- Lärmentlastung der Anwohner durch die Maßnahme
- Kosten der Maßnahme

Einbezogen wurden auch Gebäude, die nach 1974 gebaut wurden und auch Gebäude, für die bereits eine passive Lärmsanierung erfolgte.

Weiterhin war zu berücksichtigen, dass Maßnahmen zum Schutz von hoch lärmbelasteten Anwohnern höher bewertet werden als Maßnahmen, die vornehmlich zur Lärmminderung bei geringer lärmbelasteten Anwohnern führen. Für diese Aufgabenstellung ist eine Beziehung zwischen der Höhe der Lärmbelastung (Immissionspegel) und dem Grad der Lärmbelästigung, also eine geeignete Expositions-Wirkungsbeziehung heranzuziehen. Die Lärmwirkungsforschung stellt verschiedene Ansätze zur Verfügung, von denen hier ein „Lästigkeitsfaktor" gewählt wurde, wie er bei der Ermittlung der Priorisierungskennziffer /4/ in Anlehnung an die Verkehrslärmschutzrichtlinie /5/ Anwendung findet.

Der dimensionslose Lästigkeitsfaktor beträgt bei L_{eq} = 60 dB(A) K_L = 1,0 und steigt bei L_{eq} = 84 dB(A) exponentiell auf K_L = 2,5 an (siehe Abbildung 1). Geringeren Pegeln wird ein Faktor < 1 zugeordnet. Ein nächtlicher Mittelungspegel von 84 dB(A) wird somit um den Faktor 2,5 höher bewertet als ein nächtlicher Mittelungspegel von 60 dB(A).

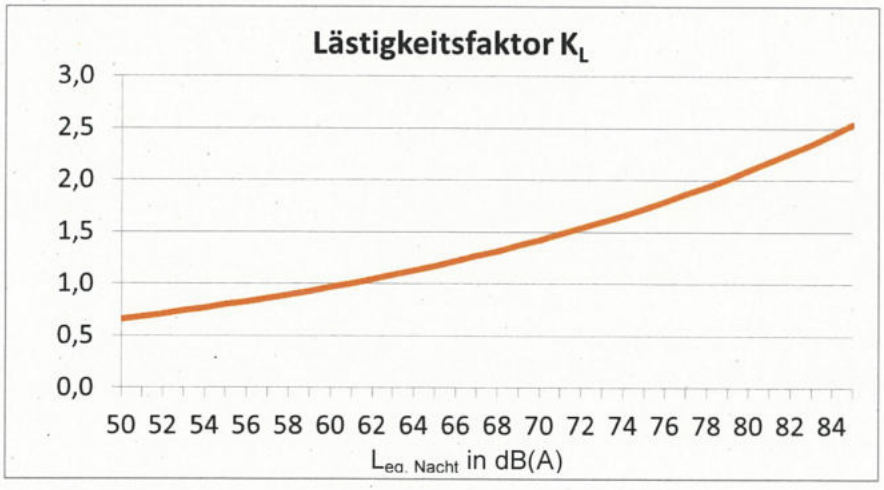


Abbildung 1: Verlauf des Lästigkeitsfaktors KL.

Aus den Parametern *Bewohner, Pegelminderung, Lästigkeitsfaktor* und *Kosten* wird ein Nutzen-Kosten-Index NKI mit folgenden Zielen gebildet:

- Identifizierung der Maßnahmen mit hohem Nutzen
- Beurteilung der Verhältnismäßigkeit von Maßnahmenvorschlägen
- Priorisierung von Maßnahmen

Der Nutzen-Kosten-Index NKI setzt die mit dem Lästigkeitsfaktor bewertete Pegelminderung bei den Anwohnern in das Verhältnis zu den Kosten der Lärmminderungsmaßnahme:

$$NKI = \frac{\sum_i \left(Bewohner_i * dL_i * K_{L,i}\right)}{Kosten}$$

$Bewohner_i$	Zahl der Einwohner im Haus i einschl. Hotel/Pension
dL_i	Pegelminderung (nachts) am Ort i für Ausgangspegel $L_{eq} \geq 50$ dB(A)
$Kosten$	Kosten der Maßnahme in tausend Euro
$K_{L,i}$	Lästigkeitsfaktor

Als Lärmminderungsmaßnahme wird dabei immer das Paket sämtlicher Maßnahmen je Gemeinde, z. B. die Kombination sämtlicher Abschnitte mit schallabschirmenden Maßnahmen ggf. verschiedener Höhen, betrachtet und mit den Gesamtkosten dieser Maßnahmen verglichen. Für Einzelmaßnahmen, z. B. ein einzelner Schallschutzwandabschnitt von mehreren Abschnitten in einer Gemeinde, wird kein gesonderter NKI berechnet.

4.1.2 Kostenansatz für die Bewertung

Die Beurteilung der Verhältnismäßigkeit von Minderungsmaßnahmen setzt einen Bezug zu den Kosten voraus. Diese gehen gleichermaßen in den Nutzen-Kosten-Index und in das Nutzen-Kosten-Verhältnis (siehe Abschnitt 4.1.3) in den Nenner des jeweiligen Quotienten ein. Die tatsächlich zu erwartenden Gesamtkosten einer untersuchten Maßnahme oder eines Maßnahmenpaketes können erst im Zusammenhang mit einer detaillierten Ausführungsplanung ermittelt werden. Im Rahmen der Machbarkeitsuntersuchung wird auf Erfahrungswerte zurückgegriffen, die aus der Lärmsanierung, dem Konjunkturpaket II und dem Infrastrukturbeschleunigungsprogramm II stammen. Berücksichtigt werden dabei die Erstellungskosten je Ausführungskilometer einer Maßnahme (ohne Planungskosten):

Tabelle 1: Kostenansatz für die Bewertung von Schallschutzwänden.

Maßnahme	**Erstellungs-kosten in TEUR/km**
SSW (2 m)	1.300
SSW (1m), Gabionen	1.200
SSW (2,5m)	1.500
nSSW (55 cm)	1.230
Geländerausfachung	1.000

4.1.3 Bewertung in Anlehnung an das Nutzen-Kosten-Verhältnis

Zusätzlich zum Nutzen-Kosten-Index sollen die hier untersuchten Minderungsmaßnahmen auch in Anlehnung an das Bewertungsverfahren des freiwilligen Lärmsanierungsprogrammes des Bundes bewertet werden. Im Rahmen der Lärmsanierung wird die Förderfähigkeit einer einzelnen Minderungsmaßnahme über das Nutzen-Kosten-Verhältnis (NKV) /6/ bewertet. Daraus abgeleitet wird in der Machbarkeitsuntersuchung 2014 ein NKV_{MU} mit folgenden Parametern und Kriterien berechnet:

- Berechnung nach Schall 03
- Einbezug Gebäude mit erfolgter passiver Lärmsanierung
- Einbezug Gebäude mit Errichtung nach dem 01.04.1974
- Einbezug Hotel- und Pensionsgebäude mit 60 % Belegungsquote
- Zusammenfassung aller Teilmaßnahmen eines Typs (z. B. alle SSW) pro Gemeinde

$$NKV_{MU} = \frac{NU * \sum_i (Bewohner_i * dL_i) * t}{Kosten}$$

NU	55,00 Euro, Nutzen je dB(A) Pegelminderung, Einwohner und Jahr
$Bewohner_i$	Zahl der Einwohner im Haus i einschl. Hotel/Pension
dL_i	Pegelminderung (nachts) am Ort i für Ausgangspegel $L_{eq} \geq 57$ dB(A)
$Kosten$	Zuwendungskosten der Maßnahme in Euro
t	25 Jahre, anzusetzende Nutzungsdauer

5 Bewertung der Maßnahmen

5.1 Ergebnisse zusammengefasst

Unter Berücksichtigung der aktualisierten Schienenverkehrszahlen sowie der an einigen Stellen leicht veränderten Lage von Schallschutzwänden wurden die Maßnahmen neu berechnet und die Werte des NKV_{MU} und NKI ermittelt. Erwartungsgemäß führen die Neuberechnungen des NKV_{MU} und NKI zu höheren Werten als in der MU 2014[2]. Damit ist auch für jedes Maßnahmenpaket der MU 2014, das bereits in die Planung aufgenommen wurde, sichergestellt, dass der NKV_{MU} weiterhin größer oder gleich 1 ist und bleibt. Diese Maßnahmenpakete werden hier nicht erneut aufgeführt.

Die Neuberechnung führt für weitere Maßnahmenpakete von zusätzlich sieben Gemeinden zu einer Überschreitung der Grenze $NKV_{MU} = 1$ (siehe Tabelle 2). Für die Umsetzung dieser zusätzlichen Maßnahmenpakete ist eine Neubeantragung im Rahmen des laufenden Programms in Erwägung zu ziehen.

Tabelle 2: Zusätzliche Maßnahmenpakete in Gemeinden mit $NKV_{MU} \geq 1$ nach Neuberechnung mit Gesamtlänge und Belastetenzahlen vor und nach Maßnahmenumsetzung (Erläuterungen der Abkürzungen in Abschnitt 2.2, Seite 5)

Plan	Land	Verbandsgemeinde Stadt	Gemeinde Stadt	Länge m	NKI 2017	NKV_{MU} 2017	B>55 vor M.	B>55 nach M.	B>55 Änder.	B>57 vor M.	B>57 nach M.	B>57 Änder.
MRT-001-01/02	Hessen	Stadt Eltville am Rhein	Eltville	1.973	1,35	1,07	1.522	1.278	-244	1.196	986	-210
MRT-005-01b	Hessen	Stadt Oestrich-Winkel	Mittelheim	850	1,28	1,14	539	471	-68	428	368	-60
MRT-006-01b/02b	Hessen	Stadt Oestrich-Winkel	Winkel	1.575	1,74	1,54	1.301	1.094	-207	1.045	860	-185
MRT-022-01/02	RLP	Stadt Boppard	Bad Salzig	2.361	1,29	1,21	1.181	1.025	-156	985	850	-135
MRT-020-01/02	RLP	Stadt Boppard	Boppard	1.572	1,61	1,53	3.055	2.932	-123	2.475	2.310	-165
MRT-018-01/02	RLP	VG Rhein-Mosel	Rhens	1.975	1,35	1,19	708	563	-145	606	460	-146
MRT-024-01	RLP	VG Sankt Goar-Oberwesel	Oberwesel	1.039	1,88	1,47	1.381	1.203	-178	1.194	1.023	-171
MRT-024-01	RLP	VG Sankt Goar-Oberwesel	Oberwesel	1.098	1,90	1,48	1.381	1.157	-224	1.194	978	-216

Eine detaillierte Übersicht der untersuchten Maßnahmen in den sieben genannten Gemeinden beschreibt Abschnitt 5.2.

[2] Hinweis: Die Berechnung des NKV_{MU} und NKI setzt die Pegelminderung durch eine Maßnahme in das Verhältnis zu den Erstellungskosten. Die Breite des Untersuchungsgebietes um die Gleislagen wird durch den Geräuschemissionspegel des Zugverkehrs und den Auslösewert bestimmt. Höhere Emissionspegel (Verkehrssteigerung seit 2008) und abgesenkte Auslösewerte führen jeweils zu einer Aufweitung des Untersuchungsgebietes und damit zu einer Berücksichtigung einer größeren Zahl durch die Maßnahmen geräuschentlasteter Menschen. Bei gleichen Erstellungskosten steigt damit der berechnete Index.

5.2 Ergebnisse Einzelmaßnahmen

Die zusätzlichen Einzelmaßnahmen setzen sich zusammen aus Schallschutzwänden der Höhen 2,0 m und 2,5 m, niedrigen Schallschutzwänden und Geländerausfachungen. Die in der MU 2014 noch untersuchten sog. „Spoileraufsätze" werden hier nicht mehr berücksichtigt, da sie sich zwischenzeitlich als nicht umsetzbar erwiesen erhaben. Die in Tabelle 3 aufgeführte Maßnahme Nr. 466 ist eine alternative Option zu Maßnahme Nr. 468.

Tabelle 3: Verortung von untersuchten zusätzlichen Einzelmaßnahmen mit Angabe von Streckenabschnitt und Streckenseite (Ri = Richtungsgleis, Ge = Gegenrichtungsgleis). Die Plan-Nummer bezieht sich auf die digital mitgelieferten PDF-Pläne (Erläuterungen der Abkürzungen in Abschnitt 2.2, Seite 5)

Nummer	Nummer Zusatz	Plan-Nr.	Strecke	Verbandsgemeinde	Rheinseite	Gemeinde	Maßnahme	Gleis	von km	bis km	Länge Modell m
356		MRT-022-02	2630	Stadt Boppard	eigene	Bad Salzig	nSSW	Ri	115,718	115,860	142
357		MRT-022-02	2630	Stadt Boppard	eigene	Bad Salzig	nSSW	Ge	115,707	115,946	239
358		MRT-022-02	2630	Stadt Boppard	eigene	Bad Salzig	SSW_2m	Ri	115,860	116,258	398
359		MRT-022-01	2630	Stadt Boppard	eigene	Bad Salzig	SSW_2m	Ri	114,930	115,504	574
360		MRT-022-01	2630	Stadt Boppard	eigene	Bad Salzig	SSW_2m	Ge	114,496	115,503	1007
361		MRT-020-02	2630	Stadt Boppard	eigene	Boppard	Geländer	Ri	111,145	111,368	223
362		MRT-020-01	2630	Stadt Boppard	eigene	Boppard	SSW_2m	Ri	109,778	110,034	256
363	365	MRT-020-02	2630	Stadt Boppard	eigene	Boppard	SSW_2m	Ge	111,546	112,417	874
364		MRT-020-02	2630	Stadt Boppard	eigene	Boppard	SSW_2m	Ri	112,196	112,417	219
298		MRT-001-01	3507	Stadt Eltville am Rhein	eigene	Eltville	SSW_2m	Ge	47,010	48,395	1384
299		MRT-001-02	3507	Stadt Eltville am Rhein	eigene	Eltville	SSW_2m	Ge	48,621	48,662	41
300		MRT-001-02	3507	Stadt Eltville am Rhein	eigene	Eltville	SSW_2m	Ge	48,865	49,030	165
301		MRT-001-02	3507	Stadt Eltville am Rhein	eigene	Eltville	SSW_2m	Ge	49,200	49,318	118
302		MRT-001-02	3507	Stadt Eltville am Rhein	eigene	Eltville	SSW_2m	Ri	48,645	48,910	265
314		MRT-005-01b	3507	Stadt Oestrich-Winkel	eigene	Mittelheim	SSW_2,5m	Ge	56,874	57,104	231
315		MRT-005-01b	3507	Stadt Oestrich-Winkel	eigene	Mittelheim	SSW_2,5m	Ri	56,837	57,456	619
330		MRT-006-02b	3507	Stadt Oestrich-Winkel	eigene	Winkel	nSSW	Ge	59,049	59,593	544
336		MRT-006-01b	3507	Stadt Oestrich-Winkel	eigene	Winkel	SSW_2,5m	Ge	57,958	57,977	19
337		MRT-006-01b	3507	Stadt Oestrich-Winkel	eigene	Winkel	SSW_2,5m	Ge	58,164	58,556	389
338		MRT-006-01b	3507	Stadt Oestrich-Winkel	eigene	Winkel	SSW_2,5m	Ri	58,644	58,998	353
339		MRT-006-02b	3507	Stadt Oestrich-Winkel	eigene	Winkel	SSW_2,5m	Ri	59,031	59,303	270
466		MRT-024-01	3507	VG Loreley	gegenüber 1	Oberwesel	Geländer	Ge	86,969	88,008	1039
468		MRT-024-01	3507	VG Loreley	gegenüber 2	Oberwesel	SSW_2m	Ge	86,968	88,067	1098
423		MRT-018-02	2630	VG Rhein-Mosel	eigene	Rhens	Geländer	Ri	99,872	100,006	134
424		MRT-018-01	2630	VG Rhein-Mosel	eigene	Rhens	SSW_2m	Ri	98,900	99,637	737
425		MRT-018-01	2630	VG Rhein-Mosel	eigene	Rhens	SSW_2m	Ge	98,900	99,524	624
426	427	MRT-018-02	2630	VG Rhein-Mosel	eigene	Rhens	SSW_2m	Ri	100,000	100,478	480

ANHANG

Dem Bericht liegen folgende PDF-Pläne bei

Plan Nr.	Land	Verbandsgemeinde Stadt	Gemeinde Stadt
MRT-001-01/02	Hessen	Stadt Eltville am Rhein	Eltville
MRT-005-01b	Hessen	Stadt Oestrich-Winkel	Mittelheim
MRT-006-01b/02b	Hessen	Stadt Oestrich-Winkel	Winkel
MRT-022-01/02	RLP	Stadt Boppard	Bad Salzig
MRT-020-01/02	RLP	Stadt Boppard	Boppard
MRT-018-01/02	RLP	VG Rhein-Mosel	Rhens
MRT-024-01	RLP	VG Sankt Goar-Oberwesel	Oberwesel
MRT-024-01	RLP	VG Sankt Goar-Oberwesel	Oberwesel