

**ANLAGE 12.3**

- Nur zur Information -

**S-Bahn Rhein-Main, Nordmainische S-Bahn  
Planfeststellungsabschnitt 1 – Frankfurt**

**SCHALLTECHNISCHE UNTERSUCHUNG**

zur Prüfung von Vorsorgeansprüchen auf Grundlage der Verkehrslärmschutzverordnung  
sowie zur Dimensionierung der erforderlichen Schallschutzmaßnahmen

**Bericht-Nr.**

08500-VVS-2

**Datum:**

31.05.2011

**Auftraggeber:**

DB ProjektBau GmbH  
Hahnstraße 49  
60528 Frankfurt am Main

**Bearbeitung:**

ARGE S-E-Nordmainische S-Bahn

FRITZ GmbH  
Beratende Ingenieure VBI  
Fehlheimer Straße 24  
64683 Einhausen  
Telefon: 06251 – 9646 0  
Telefax: 06251 – 9646 46  
E-Mail: [info@fritz-ingenieure.de](mailto:info@fritz-ingenieure.de)

Dipl.-Phys. Peter Fritz  
Dipl.-Ing. (FH) Daniela Welker

**Umfang des Dokumentes:**

Textteil: 62 Seiten

Anhänge: 124 Seiten

Plananlagen: 6 Blätter

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Sachverhalt und Aufgabenstellung</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>Bearbeitungsgrundlagen</b>	<b>9</b>
<b>3.1</b>	<b>Rechtsgrundlagen und Regelwerke</b>	<b>9</b>
<b>3.2</b>	<b>Planungsunterlagen</b>	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>Schalltechnische Anforderungen</b>	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>Untersuchungsraum</b>	<b>13</b>
<b>5.1</b>	<b>Beschreibung des Planvorhabens</b>	<b>13</b>
<b>5.2</b>	<b>Immissionsschutzrechtliche Einstufung</b>	<b>14</b>
<b>5.3</b>	<b>Einwirkungsbereich und Schutzabschnitte</b>	<b>14</b>
5.3.1	Bereich Frankfurt am Main – Ostend	15
5.3.2	Bereich Frankfurt am Main – Riederwald	15
5.3.3	Bereich Frankfurt am Main – Fechenheim Nord	15
5.3.4	Bereich Frankfurt am Main – Fechenheim Südwest	16
5.3.5	Bereich Frankfurt am Main – Fechenheim Südost	16
5.3.6	Bereich Frankfurt am Main – Fechenheim Außerhalb	16
<b>6</b>	<b>Schallschutzmaßnahmen</b>	<b>16</b>
<b>6.1</b>	<b>„Besonders überwachtes Gleis“</b>	<b>16</b>
<b>6.2</b>	<b>Schallschutzwände</b>	<b>18</b>
<b>6.3</b>	<b>Passive Maßnahmen</b>	<b>20</b>
<b>6.4</b>	<b>Abwägung der erforderlichen Schutzmaßnahmen</b>	<b>21</b>
<b>7</b>	<b>Arbeitsgrundsätze und Vorgehensweise</b>	<b>24</b>
<b>7.1</b>	<b>Ermittlung der Beurteilungspegel</b>	<b>24</b>
<b>7.2</b>	<b>Abwägung der Lärmschutzmaßnahmen</b>	<b>27</b>
7.2.1	Schutzfälle	28
7.2.2	„Vollschutz“	29
7.2.3	Kosten der Schallschutzmaßnahmen	30
7.2.4	Bewertungskriterien	30

<b>8</b>	<b>Geräuschemissionen</b>	<b>31</b>
8.1	Betriebsparameter	32
8.2	Berechnungsergebnisse	33
<b>9</b>	<b>Geräuschemissionen</b>	<b>35</b>
9.1	Situation ohne Schallschutz	37
9.1.1	Bereich Frankfurt am Main – Ostend	38
9.1.2	Bereich Frankfurt am Main – Riederwald	38
9.1.3	Bereich Frankfurt am Main – Fechenheim Nord	39
9.1.4	Bereich Frankfurt am Main – Fechenheim Südwest	40
9.1.5	Bereich Frankfurt am Main – Fechenheim Südost	40
9.1.6	Bereich Frankfurt am Main – Fechenheim Außerhalb	41
9.2	Dimensionierung von Schallschutzmaßnahmen	41
9.2.1	„Besonders überwachtetes Gleis“	42
9.2.2	Schallschutzwände	43
9.2.3	„Vollschutz“	43
9.3	Abwägung der Schallschutzmaßnahmen	44
9.3.1	Bereich Frankfurt am Main – Ostend	44
9.3.2	Bereich Frankfurt am Main – Riederwald	46
9.3.3	Bereich Frankfurt am Main – Fechenheim Nord	48
9.3.4	Bereich Frankfurt am Main – Fechenheim Südwest	50
9.3.5	Bereich Frankfurt am Main – Fechenheim Südost	52
9.3.6	Bereich Frankfurt am Main – Fechenheim Außerhalb	53
9.4	Situation mit aktivem Schallschutz	55
9.4.1	Bereich Frankfurt am Main – Ostend	56
9.4.2	Bereich Frankfurt am Main – Riederwald	57
9.4.3	Bereich Frankfurt am Main – Fechenheim Nord	58
9.4.4	Bereich Frankfurt am Main – Fechenheim Südwest	59
9.4.5	Bereich Frankfurt am Main – Fechenheim Südost	60
9.4.6	Bereich Frankfurt am Main – Fechenheim Außerhalb	61
<b>10</b>	<b>Abschließende Bemerkungen</b>	<b>62</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Baukosten für Schallschutzwände	20
-------------	---------------------------------	----

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Immissionsgrenzwerte gemäß § 2 (1) der 16. BImSchV /2/	12
Tabelle 2	Verkehrsaufkommen der Strecken 3660 und 3685 /13/	33
Tabelle 3	Zuglängen und -geschwindigkeiten sowie Anhaltswerte für den Anteil schiebengebremsster Wagen /13/	33
Tabelle 4	Streckenabschnitte mit „Besonders überwachtem Gleis“	42
Tabelle 5	Schallschutzwände im Bereich Ffm-Ostend	46
Tabelle 6	Schallschutzwände im Bereich Ffm-Riederwald	48
Tabelle 7	Schallschutzwände im Bereich Ffm-Fechenheim Nord	50
Tabelle 8	Schallschutzwände im Bereich Ffm-Fechenheim Südwest	52
Tabelle 9	Schallschutzwände im Bereich Ffm-Fechenheim Außerhalb	55
Tabelle 10	Erforderliche Schallschutzwände – Zusammenfassung	56

## Anhänge

Anhang 1	Emissionen
Anhang 2	Immissionen – repräsentative Immissionsorte
Anhang 3	Abwägung aktiver / passiver Schallschutz
Anhang 4	Passiver Schallschutz – objektbezogener Nachweis

## Plananlagen

Anlage 12.3.1	Schallimmissionspläne – Prognose-Planfall ohne Schallschutz (4 Blätter, Maßstab 1:5.000)
Anlage 12.3.2	Schallimmissionspläne – Prognose-Planfall mit aktivem Schallschutz (2 Blätter, Maßstab 1:5.000)

## Abkürzungsverzeichnis

16. BImSchV	Verkehrslärmschutzverordnung
24. BImSchV	Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung
AU	schutzwürdige Nutzungen im Außenbereich
BauNVO	Baunutzungsverordnung
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BImSchV	Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz
BüG	Besonders überwachtes Gleis
BVerwG	Bundes-Verwaltungsgericht
$dL_r / \Delta L_r$	Differenz von Beurteilungspegeln [dB(A)]
$D_{Ae}$	Pegeldifferenz durch aerodynamische Einflüsse [dB]
$D_B$	Pegeländerung durch topographische Gegebenheiten [dB]
$D_{BM}$	Pegeländerung durch Boden- und Meteorologiedämpfung
$D_{Br}$	Pegeldifferenz durch Brücken [dB]
$D_{Bü}$	Pegeldifferenz durch Bahnübergänge [dB]
$D_D$	Pegeldifferenz durch unterschiedliche Bremsbauarten [dB]
$D_{Fb}$	Pegeldifferenz durch unterschiedliche Fahrbahnen [dB]
$D_{Fz}$	Pegeldifferenz durch unterschiedliche Fahrzeugarten [dB]
$D_l$	Pegeldifferenz durch unterschiedliche Zuglängen [dB]
$D_{R2}$	Pegeldifferenz durch Mehrfachreflexionen [dB]
$D_{Ra}$	Pegeldifferenz durch Gleisbögen mit engen Radien [dB]
$D_s$	Pegeländerung durch unterschiedliche Abstände [dB]
$D_v$	Pegeldifferenz durch unterschiedliche Geschwindigkeiten
ET 423	elektrischer Triebwagen der Baureihe 423 (S-Bahn)
GE	Gewerbegebiet gemäß § 8 BauNVO
GV	Güterverkehr
h	Höhe von Schallschutz- oder Stützwänden [m]
ICE	Intercity-Express (Baureihen 401 bis 403)
IGW	Immissionsgrenzwert gemäß 16. BImSchV [dB(A)]
IP	Immissionsort
l	Länge eines Zuges [m]
$K_{BüG}$	Kostenansatz für das Besonders überwachte Gleis [EUR/km]
$K_{passiv}$	Kostenansatz für passiven Schallschutz [EUR/WE]
$L_{m,F}$	Emissionspegel [dB(A)]
L	Beurteilungspegel [dB(A)]
MI	Mischgebiet gemäß § 6 BauNVO
MK	Kerngebiet gemäß § 7 BauNVO
n	Anzahl von Zügen [-]
p	Scheibenbremsanteil [%]

PfA	Planfeststellungsabschnitt
RB	Regionalbahn
S	S-Bahn
S	Schienenbonus
SchO	Schotteroberbau
SO	Schienenoberkante
SOK	Krankenhäuser, Alten- und Kurheime
SOS	Schulen
SS	Schallschutz
v	Geschwindigkeit [km/h]
v <sub>max</sub>	Höchstgeschwindigkeit [km/h]
WA	Allgemeines Wohngebiet gemäß § 4 BauNVO
WR	Reines Wohngebiet gemäß § 3 BauNVO

## 1 Zusammenfassung

Im Zusammenhang mit dem Planfeststellungsverfahren für das Projekt Nordmainische S-Bahn, Planfeststellungsabschnitt 1 Frankfurt am Main, wurde basierend auf der Verkehrslärmschutzverordnung (**16. BImSchV**) geprüft, wo Immissionskonflikte durch Schienenverkehrslärmeinwirkungen entstehen können und welche Maßnahmen zur Konfliktbewältigung geeignet sind. Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- ❑ Die bauliche Erweiterung um zwei durchgehende zusätzliche Gleise ist gemäß **§ 1 (2)** der **16. BImSchV** als eine wesentliche Änderung des bestehenden Schienenverkehrsweges anzusehen. Daher ist anzustreben, dass die durch den künftigen Betrieb der gesamten Bahnanlage (Strecken Nr. 3660 und 3685, Nordmainische S-Bahn) hervorgerufenen Beurteilungspegel die Immissionsgrenzwerte der **16. BImSchV** an den von Schienenverkehrslärm betroffenen schutzwürdigen Nutzungen im Einwirkungsbereich einhalten oder unterschreiten.
- ❑ Unter Voraussetzung der im Prognose-Planfall gegebenen betrieblichen und baulichen Randbedingungen ergibt sich hieraus das Erfordernis umfangreicher aktiver und passiver Schallschutzmaßnahmen. Bei der Dimensionierung der Schallschutzmaßnahmen ist zu berücksichtigen, dass die Kosten der aktiven Maßnahmen gemäß **§ 41 (2) BImSchG** nicht außer Verhältnis zu dem angestrebten Schutzzweck stehen.
- ❑ Als aktive Schallschutzmaßnahmen wurden Schallschutzwände mit einer Gesamtlänge von annähernd 3.800 m und Höhen zwischen 1,5 m und 4,0 m dimensioniert. Weiterhin wird für die Hauptgleise (Strecke 3660) in verschiedenen Streckenabschnitten das „Besonders überwachte Gleis“ vorgesehen. Das „BüG“ ist als eine besondere Vorkehrung anerkannt, mit der eine dauerhafte Lärmminde- rung um 3 dB(A) bereits an der Quelle zu erzielen ist.
- ❑ Ergänzend zu den beschriebenen Maßnahmen besteht für insgesamt 27 Gebäude in den einzelnen Schutzabschnitten, an denen trotz aktivem Schallschutz Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte verbleiben, dem Grunde nach ein Anspruch auf passive Schallschutzmaßnahmen.

- Im Rahmen des anstehenden Planfeststellungsverfahrens wird der Anspruch auf passive Schutzmaßnahmen **dem Grunde nach** festgestellt. Die Bemessung der gegebenenfalls erforderlichen baulichen Schutzvorkehrungen zur Gewährleistung angemessener Innenraumpegel erfolgt anschließend auf der Grundlage der Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung (**24. BImSchV**). Schallschutzmaßnahmen im Sinne dieser Verordnung sind bauliche Verbesserungen an Umfassungsbauteilen schutzbedürftiger Räume, die die Einwirkungen durch Verkehrslärm mindern.

## 2 Sachverhalt und Aufgabenstellung

Durch den Betrieb von Bahnanlagen kommt es zu Geräuschemissionen auf im Einwirkungsbereich befindliche Siedlungsflächen. Schallimmissionen zählen gemäß **§ 3 BImSchG** je nach Stärke und Wahrnehmbarkeit zu den Immissionen, die geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit oder die Nachbarschaft herbeizuführen. Gemäß **§ 41 (1) BImSchG** ist beim Neubau oder der wesentlichen Änderung von Schienenverkehrswegen sicherzustellen, dass durch diese keine schädlichen Umwelteinwirkungen durch Verkehrsgeräusche hervorgerufen werden können, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind. Nach **§ 41 (2) BImSchG** kann von diesem Grundsatz abgewichen werden, falls die Kosten von Schutzmaßnahmen außer Verhältnis zu dem angestrebten Schutzzweck stehen würden.

Eine Konkretisierung der im Bundes-Immissionsschutzgesetz genannten unbestimmten Rechtsbegriffe wurde vom Gesetzgeber in der 16. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung - **16. BImSchV**) vorgenommen. Diese ist dann anzuwenden, wenn ein Verkehrsweg **neu gebaut** oder durch einen erheblichen baulichen Eingriff **wesentlich geändert** wird.

Die **16. BImSchV** nennt verschiedene Kriterien, die den Begriff „wesentliche Änderung“ definieren. So ist bereits die Erweiterung um ein oder mehrere durchgehende Gleise als eine wesentliche Änderung anzusehen. Bei anderen erheblichen baulichen Eingriffen ist die Erhöhung der Verkehrslärmbelastung die für die Beurteilung maßgebende Größe. Sie muss ihre Ursache ausschließlich in der baulichen Maßnahme haben. Dies bedeutet, dass der Einfluss der allgemeinen Verkehrszunahme zu neutralisieren ist.

Für die Siedlungsflächen im Umfeld von Neubaumaßnahmen oder für solche, für die ein erheblicher baulicher Eingriff zu einer wesentlichen Änderung im Sinne der **16. BImSchV** führt, ist zu prüfen, ob die **Immissionsgrenzwerte** der 16. BImSchV eingehalten oder unterschritten werden.

Treten Immissionskonflikte auf, so sind primär **aktive** Lärmvorsorgemaßnahmen, im Allgemeinen bauliche Schallschutzanlagen (Schallschutzwände) in Erstreckung und Höhe zu dimensionieren. Ist eine Konfliktbewältigung mit vertretbaren Maßnahmen nicht möglich, so ist ergänzend ein Anspruch auf passiven Schallschutz dem Grunde nach gegeben. Die Anforderungen an den **passiven** Schallschutz sind in der Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung (**24. BImSchV**) festgelegt.

### 3 Bearbeitungsgrundlagen

#### 3.1 Rechtsgrundlagen und Regelwerke

Der durchgeführten schalltechnischen Untersuchung liegen die folgenden Gesetze, Verordnungen, Richtlinien, Regelwerke und Studien zu Grunde:

- /1/ Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigung, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) in der aktuell gültigen Fassung
- /2/ 16. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV) vom 12. Juni 1990, geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 19. September 2006
- /3/ 24. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung – 24. BImSchV) vom 04. Februar 1997 in ihrer berichtigten Fassung vom 16. Mai 1997
- /4/ Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von Schienenwegen, Schall 03, bekanntgemacht im Amtsblatt der Deutschen Bundesbahn Nr. 14 vom 4. April 1990 unter laufender Nr. 133

- /5/ Hinweise zur Erstellung schalltechnischer Untersuchungen in der eisenbahnrechtlichen Planfeststellung von Neu- oder Ausbaumaßnahmen von Schienenwegen, Eisenbahn-Bundesamt, Verfügung vom 15.06.2009 in der aktualisierten Fassung 01/2010, Geschäftszeichen 23.20/51103 Pa
- /6/ Verfügung des Eisenbahn-Bundesamtes vom 16.03.1998 (Pr. 1110 Rap/Rau 98) zum Thema Pegelabschläge für das „Besonders überwachte Gleis“ sowie Änderungsverfügung vom 19.08.2008 zur Einführung einer Auslöseschwelle
- /7/ Richtlinie 804 – Eisenbahnbrücken (und sonstige Ingenieurbauwerke), Modul 804.5501 – Lärmschutzanlagen an Eisenbahnstrecken, DB Netz AG, Juni 2010
- /8/ Regelwerk 808.0210A02: Kostenkennwertekatalog, DB Netz AG, Juli 2010

### **3.2 Planungsunterlagen**

- /9/ Achsdaten der Strecken 3660 und 3685 in digitaler Form, DB ProjektBau GmbH, Regionalbereich Ost, Bautechnik, Berlin, Stand Oktober 2009
- /10/ Allgemeines Liegenschaftskataster für das Umfeld der Nordmainischen S-Bahn in digitaler Form, zur Verfügung gestellt von DB ProjektBau GmbH, Regionalbereich Mitte, Frankfurt am Main
- /11/ Höhenpunkte trassennah im digitalen Format, zur Verfügung gestellt von DB ProjektBau GmbH, Regionalbereich Mitte, Frankfurt am Main
- /12/ Höhenlinien im Umfeld der Nordmainischen S-Bahn, Auszug aus den Amtlichen Topographischen Karten TOP 25
- /13/ Betriebskonzept auf Basis der Bedarfsplanüberprüfung 2010 – Prognose für das Jahr 2025, DB Netz AG, Regionalbereich Mitte, Frankfurt am Main
- /14/ Angaben zu den Bebauungsplänen im Umfeld der Nordmainischen S-Bahn sowie Auszüge aus dem Flächennutzungsplan 2007, Pla-

nungsauskunftssystem des Stadtplanungsamtes Frankfurt am Main,  
www.planAS-frankfurt.de

## 4 Schalltechnische Anforderungen

Die 16. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung – **16. BImSchV**) /2/ gilt für den Bau oder die wesentliche Änderung von öffentlichen Straßen sowie von Schienenwegen der Eisenbahn und Straßenbahnen.

Zum Schutz der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Schienenverkehrsgeräusche ist gemäß 16. BImSchV beim **Neubau** oder der **wesentlichen Änderung** von Schienenwegen sicherzustellen, dass der Beurteilungspegel einen der in **Tabelle 1** genannten Immissionsgrenzwerte nicht überschreitet. Eine Änderung ist wesentlich, wenn

- ☐ ein Schienenverkehrsweg um ein oder mehrere durchgehende Gleise baulich erweitert wird

oder durch einen erheblichen baulichen Eingriff der Beurteilungspegel des von dem zu ändernden Schienenverkehrsweg ausgehenden Verkehrslärms

- ☐ um mindestens 3 dB(A) erhöht wird oder
- ☐ auf mindestens 70 dB(A) am Tage oder mindestens 60 dB(A) in der Nacht erhöht wird.

Eine Änderung ist auch wesentlich, wenn der Beurteilungspegel des von dem zu ändernden Schienenverkehrsweg ausgehenden Verkehrslärms

- ☐ von mindestens 70 dB(A) am Tage oder 60 dB(A) in der Nacht durch einen erheblichen baulichen Eingriff erhöht wird,

dies gilt jedoch nicht in Gewerbegebieten.

Die Art der in **Tabelle 1** bezeichneten Anlagen und Gebiete ergibt sich aus den Festsetzungen in den Bebauungsplänen.

**Tabelle 1** Immissionsgrenzwerte gemäß § 2 (1) der **16. BImSchV** /2/

Zeile	Anlagen und Gebiete	Immissionsgrenzwerte [dB(A)]	
		Tag	Nacht
1	Krankenhäuser Schulen Kurheime Altenheime	57	47
2	Reine Wohngebiete Allgemeine Wohngebiete Kleinsiedlungsgebiete	59	49
3	Kerngebiete Dorfgebiete Mischgebiete	64	54
4	Gewerbegebiete	69	59

Sonstige in Bebauungsplänen festgesetzte Flächen sowie Anlagen und Gebiete, für die keine Festsetzungen bestehen, sind nach **Tabelle 1** entsprechend der Schutzbedürftigkeit zu beurteilen. Bauliche Anlagen im Außenbereich sind entsprechend ihrer Schutzbedürftigkeit nach den Zeilen 1, 3 oder 4 der **Tabelle 1** einzustufen. Wird die zu schützende Nutzung nur am Tage oder nur in der Nacht ausgeübt, so ist nur der Immissionsgrenzwert für diesen Zeitraum anzuwenden.

In der vorliegenden Untersuchung werden Anlagen und Gebiete nach Zeile 1 der **Tabelle 1** als Sondernutzungen bezeichnet. Während für Krankenhäuser, Kurheime oder Altenheime Tag und Nacht ein Anspruch auf Lärmvorsorge besteht, genügt bei Schulen ausschließlich eine Beurteilung des Tagzeitraums. Dies ergibt sich aus dem Sachverhalt, dass dort in der Regel nachts keine Nutzung stattfindet, die einen Anspruch auf Nachtruhe begründet. Anforderungen für Kindergärten und Kindertagesstätten sind nicht explizit festgelegt, sie werden im Sinne einer oberen Abschätzung vergleichbar mit Schulen beurteilt. Gemeinbedarfsflächen werden vergleichbar mit Mischgebieten beurteilt, jedoch auch hier ausschließlich unter Berücksichtigung des Grenzwertes für den Tagzeitraum nach Zeile 3 der **Tabelle 1**.

Kleingartengebiete, die auch der Erholung dienen, können der Rechtsprechung des Bundesverwaltungsgerichtes (BVerwG, Beschluss vom 17.03.1992 – 4 B 230.91) zufolge grundsätzlich gegen Verkehrslärm entsprechend dem Tages-Immissionsgrenzwert für ein Dorfgebiet schutzbe-

dürftig sein. Diese Gebietskategorie ist dann maßgebend, sofern bauliche Anlagen zulässig nach § 20a Bundeskleingartengesetz dauernd zu Wohnzwecken – und somit auch während des Nachtzeitraumes – genutzt werden.

Die Art der baulichen Nutzung von Siedlungsflächen im Umfeld der Baumaßnahme ist in den Schallimmissionsplänen farbig gekennzeichnet. Gebäude, für die keine Festsetzungen in Bebauungsplänen bestehen, wurden nach Inaugenscheinnahme im Rahmen einer Ortsbegehung anhand ihrer tatsächlichen Nutzungsart den in **Tabelle 1** genannten Gebietskategorien zugeordnet. Die vorgenommene Einstufung konnte weitgehend auch durch die Ausweisungen in den Flächennutzungsplänen bestätigt werden. Im Flächennutzungsplan vorgesehene Entwicklungsflächen, für die bisher noch keine rechtskräftigen Bebauungspläne vorliegen, wurden nur berücksichtigt, sofern bereits eine konkrete Planungsabsicht besteht.

## 5 Untersuchungsraum

### 5.1 Beschreibung des Planvorhabens

Der regionale Nahverkehrsplan 2004 bis 2009 des Rhein-Main-Verkehrsverbundes sieht im Maßnahmenbereich der S-Bahn und des Regionalverkehrs unter anderem den Vollausbau der Nordmainischen S-Bahn zwischen dem Anschluss an die Konstablerwache in Frankfurt am Main (Abzweig Grüne Straße) und Hanau Hbf vor. Dieser umfasst den Neubau einer unterirdischen Streckenführung (2-gleisig) zwischen dem vorhandenen Abzweig Grüne Straße bis östlich des Danziger Platzes in Frankfurt-Ost sowie den Neubau von zwei gesonderten S-Bahn-Gleisen in oberirdischer Streckenführung bis Wilhelmsbad. Der oberirdische Streckenabschnitt wird bis Wilhelmsbad nördlich der vorhandenen Fernbahnstrecke 3660 geführt. In Teilbereichen sind hierzu auch bauliche Eingriffe in die vorhandenen Fernbahngleise erforderlich. Ab Wilhelmsbad wird eine zweigleisige Verbindung südlich der vorhandenen Strecke gebaut, auf der künftig die Fernbahnstrecke geführt wird. Die S-Bahn wird in diesem Abschnitt die bestehende Fernbahnstrecke nutzen.

Der in dieser Untersuchung im Rahmen der Planfeststellung zu betrachtende Abschnitt Frankfurt am Main bezieht sich auf die oberirdisch verlau-

fende Strecke von Frankfurt-Ostend (S-Bahn-km 54,350) über Frankfurt-Riederwald und Frankfurt-Fechenheim bis ca. S-Bahn-km 60,294.

## 5.2 Immissionsschutzrechtliche Einstufung

Gegenstand einer schalltechnischen Untersuchung zur Beurteilung nach der Verkehrslärmschutzverordnung (**16. BImSchV**) sind die neu zu bauenden bzw. durch einen erheblichen baulichen Eingriff wesentlich geänderten Streckenabschnitte eines **Verkehrsweges** und ihre zugehörigen Immissionsbereiche.

Bei dem hier diskutierten Planvorhaben handelt es sich gemäß **§ 1 (2)** Nr. 1 der **16. BImSchV** um die wesentliche Änderung eines vorhandenen Schienenverkehrsweges, der sich künftig aus der Fernbahnstrecke 3660 und der parallel hierzu verlaufenden S-Bahn-Strecke 3685 zusammensetzt. Bei der Ermittlung der Beurteilungspegel zum Vergleich mit dem Immissionsgrenzwerten der **16. BImSchV** sind somit **alle** Gleise für den Fernbahn- und den S-Bahn-Betrieb zu berücksichtigen.

Nach ständiger Rechtsprechung kann der Neubau von S-Bahn-Gleisen in enger Bündelung mit einer vorhandenen Fernbahn-Strecke nicht als Neubau im Sinn der 16. BImSchV mit der Konsequenz einer isolierten Betrachtung der Immissionen erfolgen. Die immissionsschutzrechtliche Abgrenzung zum Neubau einer eigenständigen Strecke erfolgt anhand des räumlichen Erscheinungsbildes und der Verkehrsfunktion der neuen Gleisanlagen. Der Begriff des Schienenweges in **§ 1** der **16. BImSchV** ist dabei jedoch nicht nur funktionsbezogen, sondern insbesondere trassenbezogen zu verstehen (BVerwG, Urteil vom 10.11.2004, Az. 9 A 67.03). Selbst die Schaffung einer neuen, bisher nicht vorhandenen Fernbahnstrecke in enger Parallellage zu einer bestehenden S-Bahn-Strecke wäre in Analogie zur zitierten Rechtsprechung als Änderung des vorhandenen Schienenweges zu qualifizieren (vgl. auch /5/).

## 5.3 Einwirkungsbereich und Schutzabschnitte

In den Schallimmissionsplänen in **Anlage 12.3.1** sind die im Einwirkungsbereich der Bahnanlage gelegenen Siedlungsflächen in den Ortslagen Frankfurt-Ostend und Frankfurt-Riederwald (**Blatt 1**) sowie Frankfurt-Fechenheim (**Blatt 2**) dargestellt.

Die Gebietsnutzungen von Siedlungsflächen wurden in den Plänen farblich gekennzeichnet. Weiterhin wurden dort besonders schützenswerte Sondernutzungen, das heißt Krankenhäuser, Altenheime, Schulen oder Kindergärten, entsprechend hervorgehoben, soweit diese im Untersuchungsraum vorhanden sind.

Die Einstufung nach Art der baulichen Nutzung wurde auf der Grundlage rechtskräftiger Bebauungspläne oder – soweit keine rechtskräftigen Bebauungspläne bestehen – nach der Schutzwürdigkeit von Siedlungsflächen unter Berücksichtigung der tatsächlichen Nutzung vorgenommen.

Der Planungsabschnitt Frankfurt am Main wurde für die Prüfung des Anspruchs auf Lärmvorsorge sowie die anschließende Dimensionierung von Schallschutzmaßnahmen in folgende Unterabschnitte (Ortslagen) untergliedert:

#### **5.3.1 Bereich Frankfurt am Main – Ostend**

Die S-Bahnstrecke verläuft hier zunächst von km 54,350 bis km 54,530 in Troglage. Im Umfeld befinden sich linksseitig (nördlich) überwiegend Gewerbegebiete und Allgemeine Wohngebiete, weiter entfernt auch Reine Wohngebiete. Die Bebauung nördlich der Strecke ist unterschiedlich hoch, meist 2- bis 5-geschossig. Einzelne Gebäude, vorrangig in den Gewerbegebieten, weisen bis zu 10 Stockwerke auf. Südlich der Strecke befinden sich ein Kerngebiet (Edeka-Gelände) und weitere Gewerbegebiete.

#### **5.3.2 Bereich Frankfurt am Main – Riederwald**

Nördlich der Bahnstrecke befinden sich in unmittelbarer Nähe Kleingärten und Gewerbegebiete. Weiter nördlich sind ein Allgemeines Wohngebiet und daran anschließend Reine Wohngebiete zu finden. Nördlich der Raiffeisenstraße sind Allgemeine Wohngebiete ausgewiesen. Weiter östlich in Richtung Fechenheim sowie südlich der Bahnstrecke befinden sich ausschließlich Gewerbegebiete.

#### **5.3.3 Bereich Frankfurt am Main – Fechenheim Nord**

In Fechenheim befinden sich nördlich der Bahnstrecke in unmittelbarer Nähe zu den Gleisanlagen Gewerbe- und Mischgebiete sowie Allgemeine Wohngebiete und weiter nördlich Reine Wohngebiete. Die Bebauung nahe der Bahnstrecke weist weitgehend 4 Geschosse auf. Einzelne Gebäude in der Wächtersbacher Straße und in der Steinauer Straße sind bis zu 8

Stockwerken hoch. Weiter entfernt liegt eine Bebauung mit einer Höhe von meist 3 Geschossen vor.

#### **5.3.4 Bereich Frankfurt am Main – Fechenheim Südwest**

Südlich der Bahnstrecke bestehen im westlich gelegenen Teil Fechenheims vorrangig Gewerbegebiete. Ein Allgemeines Wohngebiet mit 4-geschossiger Wohnbebauung befindet sich in unmittelbarer Nähe zu den Bahnanlagen rechts und links der Cassellastraße.

#### **5.3.5 Bereich Frankfurt am Main – Fechenheim Südost**

Ebenfalls südlich der Bahnstrecke sind weiter östlich in Richtung Ortsende neben weiteren Gewerbegebieten drei kleinere Mischgebiete ausgewiesen. Daran anschließend wurde entsprechend ihrer Nutzung eine weitere Fläche entsprechend der Schutzwürdigkeit eines Mischgebietes beurteilt.

#### **5.3.6 Bereich Frankfurt am Main – Fechenheim Außerhalb**

Im Außenbereich von Fechenheim befinden sich nördlich der Bahnstrecke mehrere bis zu 3-geschossige Wohngebäude. Die Art der baulichen Nutzung wird im Flächennutzungsplan von 2007 mit „Wohnen im Außenbereich“ angegeben. In etwa 100 m Entfernung ebenfalls nördlich der Bahngleise befindet sich ein Altenheim mit insgesamt 9 Etagen.

## **6 Schallschutzmaßnahmen**

Um eine Einhaltung der Immissionsgrenzwerte als Zielvorgabe der **16. BImSchV** zu gewährleisten, sind gegebenenfalls aktive Schallschutzmaßnahmen erforderlich. **Aktiver** Schallschutz umfasst alle Vorkehrungen an einem Schienenverkehrsweg, die zu einer Verminderung des Schalls an der Quelle (Emissionen) und auf seinem Ausbreitungsweg führen. Dies hat zwangsläufig eine Verminderung des Beurteilungspegels zur Folge. Oftmals wird unter aktivem Schallschutz an Bahnanlagen die Errichtung von Schallschutzwänden oder -wällen verstanden.

### **6.1 „Besonders überwachtetes Gleis“**

Das „Besonders überwachte Gleis“ („BüG“) stellt eine Möglichkeit des aktiven Schallschutzes direkt an der Quelle dar. Es wurde vom Eisenbahn-Bundesamt mit Verfügung vom 16.03.1998 (Pr. 1110 Rap/Rau 98) als eine besondere Vorkehrung anerkannt, mit der eine weitergehende dauer-

hafte Lärminderung nachgewiesen ist. Demgemäß können die Korrekturwerte  $D_{Fb}$  für die Fahrbahnen gemäß der Fußnote zur Tabelle C der Anlage 2 zu § 3 der 16. BImSchV (Tabelle 5 der Schall 03) bei Berücksichtigung des „Besonders überwachten Gleises“ mit einem Gleispflegeabschlag

$$\Delta D_{Fb} = - 3 \text{ dB(A)}$$

modifiziert werden, da eine dauerhafte Lärminderung um den genannten Korrekturwert bereits an der Quelle zu erzielen ist.

Randbedingungen und Vorgehensweise beim Verfahren „Besonders überwacht Gleis“ sind in den Nebenbestimmungen der o. g. Verfügung des EBA geregelt. So sind für Strecken oder Streckenabschnitte, für die das „BüG“ planfestgestellt worden ist, vor Inbetriebnahme und danach folgend jeweils in einem Abstand von 6 Monaten mit einem Schallmesswagen Schallmessungen durchzuführen, um den Zustand der Schienenlaufflächen auf Riffelbildung zu prüfen und ggf. nachzuweisen, dass die Schallpegelreduktion in Höhe von 3 dB(A) im Mittel eingehalten wird. Die Durchführung der Messungen wird durch Messprotokolle oder sonstige Messberichte dokumentiert und ist dem Eisenbahn-Bundesamt vorzulegen.

Ergibt eine Messung, dass der für das „Besonders überwachte Gleis“ festgesetzte Schallpegelabschlag aufgrund von Verriffelung nicht mehr erreicht wird, so sind die Schienenlaufflächen bei Überschreiten der Eingriffsschwelle [ $L_m \geq 51 \text{ dB(A)}$ ] unverzüglich, sonst bis spätestens 10 Monate nach Erreichen der Auslöseschwelle [ $L_m \geq 50 \text{ dB(A)}$ ] zu schleifen (EBA-Verfügung vom 19.08.2008). Die Gleisabschnitte mit Überschreitung der Auslöseschwelle und die Durchführung von Schleifarbeiten werden durch geeignete Unterlagen dokumentiert, die dem EBA im Nachgang vorzulegen sind.

Durch den Einsatz des „BüG“ können in vielen Fällen die sonst erforderlichen Investitionen für bauliche Anlagen und ggf. zusätzlichen passiven Schallschutz erheblich reduziert werden. Die aktive Schallschutzmaßnahme „BüG“ ist dann nicht vorzusehen, wenn ihre Kosten außer Verhältnis zu dem mit ihr erreichbaren Schutz – im Vergleich zu anderen aktiven Schallschutzmaßnahmen – stehen würden. Daher ist im Einzelfall im Hinblick auf § 41 (2) BImSchG zu überprüfen, ob das „Besonders überwachte Gleis“ als Schallschutzmaßnahme allein oder in Kombination mit anderen

aktiven Schutzmaßnahmen zur Anwendung kommen soll, oder ob ggf. passiver Schallschutz vorzusehen ist.

Erfahrungen in der Anwendung des „BüG“ während der vergangenen 10 Jahre haben gezeigt, dass ein wirkungsvoller und wirtschaftlicher Einsatz dieses Verfahrens nur dann gewährleistet werden kann, wenn bestimmte Randbedingungen berücksichtigt werden. Diese Vorgaben beziehen sich sowohl auf streckenspezifische und betriebsbedingte Parameter als auch auf Bedingungen im Zusammenhang mit der Überwachung und Unterhaltung der Gleisanlagen. Demzufolge sollte das „BüG“ in folgenden Fällen **nicht** vorgesehen werden:

- ☐ Streckenabschnitte mit Längen kleiner als 300 m,
- ☐ Streckenabschnitte mit Fahrgeschwindigkeiten kleiner als 80 km/h,
- ☐ Bahnhofsbereiche (ausgenommen durchgehende Hauptgleise),
- ☐ Streckenabschnitte mit Bahnübergängen,
- ☐ Streckenabschnitte mit Kurvenradien kleiner als 500 m,
- ☐ Streckenabschnitte mit Weichenstraßen (nicht bezogen auf einzelne Weichen).

Erfahrungswerten zufolge betragen die jährlichen Gesamtkosten pro Gleis

$$K_{\text{BüG}, 1 \text{ Jahr}} = 5.000,-- \text{ EUR / km.}$$

Der Kostenansatz beinhaltet den Aufwand für die halbjährlichen Überwachungsfahrten und für die ca. alle 4 bis 6 Jahre erforderlichen Schleifarbeiten.

Für die Berücksichtigung im Rahmen der Nutzen-Kosten-Analyse wird der genannte jährliche Unterhaltungsaufwand laufzeitunabhängig kapitalisiert. Legt man hierbei einen Zinssatz von 4 % zu Grunde, so beträgt der Kapitaleinsatz 125.000,-- EUR pro Gleis und damit für die zweigleisige Strecke

$$K_{\text{BüG}} = 250.000,-- \text{ EUR / km.}$$

## 6.2 Schallschutzwände

Schallschutzwände mindern die Immissionen auf ihrem Ausbreitungsweg durch Abschirmung bzw. Beugung. Wesentliche Parameter bei der Dimensionierung von Schallschutzwänden sind die Wandlänge und insbe-

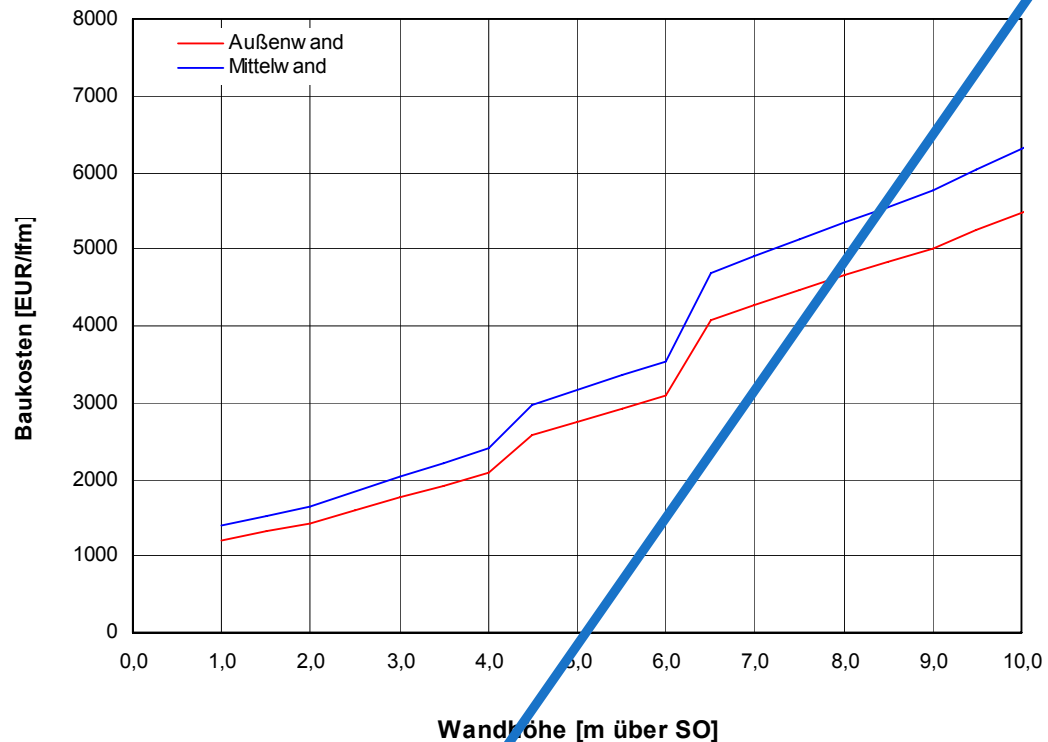
sondere die Wandhöhe, bezogen jeweils auf Schienenoberkante. Sofern ein Streckenabschnitt aus mehr als zwei Gleisen besteht, wird oftmals auch die Errichtung von Mittelwänden zwischen zwei Gleispaaren in Betracht gezogen.

Anhaltswerte zu den Baukosten für Schallschutzwände sind im Kostenkennwertekatalog der DB Netz AG /8/ genannt. Hierin ist unterschieden, ob es sich um Aluminiumwände oder um Betonwände mit oder ohne Begrünung handelt. Des Weiteren werden die betrieblichen Verhältnisse berücksichtigt. Bis zu einer Wandhöhe von etwa 3,0 m werden die Baukosten für Schallschutzwände im Wesentlichen durch Grundkosten geprägt, zum Beispiel die Baustelleneinrichtung. Bei größeren Wandhöhen ergibt sich zunächst ein Kostenanstieg infolge Mehraufwendungen für Material, bei Wandhöhen oberhalb von 4,0 m dann durch den Einsatz größerer Hebezeuge und durch betriebliche Einschränkungen (Oberleitung) beim Bau der Anlagen. Oberhalb von 6,0 m Wandhöhe steigen die Baukosten erneut durch die erforderliche stärkere Fußausbildung. In **Abbildung 1** sind die Kostenansätze in Abhängigkeit von der Wandhöhe dargestellt.

Die Baukosten für Mittelwände liegen um etwa 15 % höher als für Außenwände. Ursächlich hierfür ist der Mehraufwand für eine beidseitig absorbierende Ausführung der Wandelemente sowie erhöhte betriebstechnische Anforderungen, da beim Bau von Mittelwänden in der Regel eine Sperrung beider Strecken erforderlich ist. Für (fiktive) Wandhöhen oberhalb 10,0 m werden die Kostenansätze linear extrapoliert, d.h. in solchen Fällen entsprechen die ermittelten Gesamtkosten einer unteren Abschätzung des im Falle einer Realisierung tatsächlich entstehenden Aufwandes.

Gemäß der Rechtsprechung des BVerwG (Urteil vom 21.04.1999, Az. 11 A 50.97) können im Rahmen einer Nutzen-Kosten-Analyse zusätzlich zu den Baukosten auch die kapitalisierten Erhaltungskosten berücksichtigt werden. Der Ablösebetrag für eine Schallschutzwand errechnet sich gemäß dem DB-internen Schriftsatz „Anlagenbilanz nach Anlagenarten“ zu **106,5 %** der Baukosten.

**Abbildung 1** Baukosten für Schallschutzwände



### 6.3 Passive Maßnahmen

Verbleiben trotz aktiver Maßnahmen Restkonflikte, so besteht für die betroffenen Gebäude ein Anspruch auf passive Maßnahmen dem Grunde nach. **Passiver** Schallschutz umfasst alle baulichen Veränderungen an vom Schienenverkehrslärm betroffenen baulichen Anlagen zur Senkung der Geräuscheinwirkungen (Immissionen), insbesondere innerhalb der Gebäude. Für die betroffenen Gebäude besteht zunächst ein Anspruch dem Grunde nach. Art und Umfang der passiven Schallschutzmaßnahmen werden im Nachgang zum Planfeststellungsverfahren objektbezogen für alle schutzbedürftigen Räume festgelegt. Als gesetzliche Grundlage ist die Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung (**24. BImSchV**) /3/ heranzuziehen.

Passive Schallschutzmaßnahmen im Sinne dieser Verordnung sind bauliche Verbesserungen an Umfassungsbauteilen schutzbedürftiger Räume, die die Einwirkungen durch Verkehrslärm mindern. Zu den Maßnahmen gehört auch der Einbau von Lüftungseinrichtungen in Räumen, die überwiegend zum Schlafen benutzt werden, und in schutzbedürftigen Räumen

mit einer Sauerstoff verbrauchenden Energiequelle. Die Schalldämmung von Umfassungsbauteilen ist so zu verbessern, dass die gesamte Außenfläche des schutzbedürftigen Raumes das nach **24. BImSchV** bestimmte erforderliche bewertete Schalldämm-Maß nicht unterschreitet. Ist eine Verbesserung notwendig, so soll die Verbesserung beim einzelnen Umfassungsbauteil mindestens 5 dB(A) betragen. Umfassungsbauteile sind Bauteile, die schutzbedürftige Räume baulicher Anlagen nach außen abschließen, insbesondere Fenster, Türen, Rollladenkästen, Wände, Dächer sowie Decken unter nicht ausgebauten Dachräumen.

Passive Schallschutzmaßnahmen sind nicht erforderlich, wenn eine bauliche Anlage zum Abbruch bestimmt ist, diese bauordnungsrechtlich gefordert wird oder wenn die bauliche Anlage bei der Auslegung aller Unterlagen im Planfeststellungsverfahren noch nicht genehmigt war oder sonst nach den baurechtlichen Vorschriften mit dem Bau noch nicht begonnen werden durfte.

Der Umfang passiver Schallschutzmaßnahmen ist vom Gebäudegrundriss, der Raumnutzung und der vorhandenen Bausubstanz abhängig. Da die tatsächlich erforderlichen Maßnahmen erst nach einer bautechnischen Bestandsaufnahme aller anspruchsberechtigten Objekte festgelegt werden können, erfolgt die Dimensionierung des passiven Schallschutzes in der Regel im Nachgang zum Planfeststellungsverfahren.

## 6.4 Abwägung der erforderlichen Schutzmaßnahmen

Grundsätzlich ist durch Maßnahmen des aktiven Schallschutzes die Einhaltung der Grenzwerte sicherzustellen. Ein Anspruch auf aktiven Schallschutz besteht jedoch gemäß **§ 41 (2) BImSchG** nur dann und insoweit, als die Kosten der Maßnahmen nicht außer Verhältnis zum angestrebten Schutzzweck stehen oder mit dem Vorhaben unvereinbar sind. Bei welchem Kostenumfang die Unverhältnismäßigkeit des Aufwandes für aktiven Schallschutz anzunehmen ist, bestimmt sich nach den Umständen des Einzelfalles.

Der Vorhabenträger ist insoweit gehalten, ein Schallschutzkonzept zu entwickeln, dass den gesetzlichen Anforderungen und den konkreten örtlichen Gegebenheiten angemessen Rechnung trägt.

Dabei ist der sich aus **§ 41 (1) BImSchG** ergebende Vorrang des aktiven Schallschutzes vor Maßnahmen des passiven Schallschutzes zu wahren, wobei auf Grund von **§ 41 (2) BImSchG** stets auch die Kostenfrage aufzuwerfen ist – mit der möglichen Folge, dass Abschläge gegenüber einer optimalen Lösung, also der Einhaltung der einschlägigen Immissionsgrenzwerte allein durch aktive Schutzmaßnahmen, gerechtfertigt sein können.

Bei der immissionsschutzrechtlichen Abwägung ist insofern grundsätzlich vom so genannten „Vollschutz“, also der Einhaltung der Grenzwerte gemäß **16. BImSchV** durch aktive Maßnahmen, auszugehen. Es ist zunächst zu untersuchen, was für eine optimale, das heißt eine die Einhaltung der Immissionsgrenzwerte sicherstellende Schutzanlage, aufzuwenden wäre. Ausgehend hiervon sind dann schrittweise Abschläge vorzunehmen, um so die mit gerade noch verhältnismäßigem Aufwand zu leistende maximale Verbesserung der Lärmsituation zu ermitteln. Allerdings lässt sich in aller Regel selbst durch eine noch so differenzierte Kosten-Nutzen-Analyse nicht ein bestimmter Punkt ausmachen, an dem die unverhältnismäßigen Kosten in verhältnismäßige Kosten umschlagen. Insofern verbleibt dem Vorhabenträger ein Abwägungsspielraum, der einer gerichtlichen Überprüfung nicht mehr zugänglich ist (BVerwG, Urteil vom 15.03.2000 – 11 A 42.97).

Unzulässig wäre es dagegen, beim Ausbau einer vorhandenen Strecke die aktiven Schallschutzmaßnahmen generell so zu bemessen, dass sie nur den Lärmzuwachs kompensieren, der durch das planfestgestellte Vorhaben verursacht wird (BVerwG, Urteil vom 15.03.2000 – 11 A 42.97) oder schematisch nur die Tag-Grenzwerte mit aktiven Schallschutzmaßnahmen eingehalten werden.

Zur Feststellung, ob die Kosten für einen aktiven Schallschutz im Verhältnis zum Schutzzweck stehen, kann kein fester Verhältniswert zwischen den Kosten der weiteren aktiven Maßnahmen im Verhältnis zu den sonst vorzusehenden passiven Schutzmaßnahmen herangezogen werden. Denn maßgeblich ist insofern der Schutzzweck, der nicht an der Einsparung von Kosten für passiven Schallschutz gemessen werden kann (BVerwG, Urteil vom 15.03.2000 – 11 A 42.97).

Allerdings können in diesem Zusammenhang so genannte „Sprungkosten“ von Bedeutung sein. So ist die Schlussfolgerung, dass eine weitere Wan-

derhöhung wegen der auftretenden Sprungkosten einen unverhältnismäßigen Aufwand verursachen würde, zumindest dann nahe liegend und rechtlich nicht zu beanstanden, wenn bereits Wandhöhen von 4,0 m bzw. 5,0 m geplant sind (BVerwG, Urteil vom 15.03.2000 – 11 A 42.97), wobei auch insoweit letztlich ausschlaggebend ist, ob bei einer wertenden Betrachtung der Gesamtumstände das Schallschutzkonzept dem Vorrang des aktiven Schallschutzes in ausgewogener Weise Rechnung trägt.

Die Verhältnismäßigkeitsprüfung stellt dabei nicht individuell auf den jeweiligen Lärmbetroffenen in der Nachbarschaft ab. Vielmehr ist das Schallschutzkonzept in Bezug auf nach fachlichen Kriterien abgrenzbare Schutzbereiche zu erstellen. Denn Ziel der Bewertung muss eine Schallschutzkonzeption sein, die auch unter dem Gesichtspunkt der Gleichbehandlung der Lärmbetroffenen vertretbar ist (BVerwG, Urteil vom 21.04.199 – 11 A 50.97 und Urteil vom 15.03.2000 – 11 A 42.97).

Im Ergebnis kann dies dazu führen, dass etwa der Schutz eines Einzelhauses durch eine aufwändige Lärmschutzwand entfällt. Ferner kann bei einer Streusiedlung im Außenbereich, insbesondere wenn sie durch Verkehrslärm vorbelastet ist, der Aufwand für eine weitere Erhöhung einer Lärmschutzwand eher als unverhältnismäßig eingestuft werden als in einem Baugebiet. Auch innerhalb von Baugebieten ist dabei jedoch die zusätzliche Differenzierung nach der Zahl der Lärmbetroffenen zulässig und geboten. So wird bei einer stark verdichteten Bebauung mit einer weiteren Erhöhung der Schallschutzwand noch eher ein nennenswerter Schutzeffekt zu erzielen sein, als bei einer aufgelockerten Bebauung mit dementsprechend weniger Betroffenen. Höhere Kosten können demgegenüber beim Schutz derjenigen besonders störanfälligen Objekte in Kauf zu nehmen sein, die in **§ 2 (1) Nr. 1 der 16. BImSchV** genannt sind (Krankenhäuser, Schulen, Kurheime und Altenheime).

Darüber hinaus kommt der Lärmvorbelastung im Rahmen der immissionschutzrechtlichen Abwägung eine Bedeutung zu. Auch wenn die Lärmvorbelasteten bei der wesentlichen Änderung eines Verkehrsweges grundsätzlich Anspruch auf die Einhaltung der Immissionsgrenzwerte gemäß **§ 2 der 16. BImSchV** haben, steht dies unter dem Vorbehalt des **§ 41 (2) BImSchG**. Die tatsächliche und / oder plangegebene Vorbelastung wirkt sich im Rahmen der Verhältnismäßigkeitsprüfung insofern schutzmindernd aus. Denn eine vorgefundene, rechtmäßig verursachte Vorbelastung muss an sich grundsätzlich als zumutbar hingenommen werden. Es war nicht

die Intention des Gesetz- und Verordnungsgebers, diesen Rechtsgrundsatz außer Kraft zu setzen. Aus diesem Grunde ist beim Ausbau vorhandener Strecken der Vorbelastung im Rahmen der Verhältnismäßigkeitsprüfung in ausgewogener Weise Rechnung zu tragen (BVerwG, Urteil vom 15.03.2000 – 11 A 42.97). Die tatsächliche und / oder plangegebene Vorbelastung spielt vor diesem Hintergrund insbesondere dann eine Rolle, wenn durch die geplanten aktiven Schallschutzmaßnahmen zwar nicht die Immissionsgrenzwerte des **§ 2** der **16. BImSchV** eingehalten werden können, es hierdurch jedoch spürbar leiser wird als bisher.

Darüber hinaus können im Rahmen der Verhältnismäßigkeitsprüfung im Einzelfall auch andere Belange von Bedeutung sein. Insoweit ist zu prüfen, ob öffentliche Belange etwa des Landschaftsschutzes oder der Stadtbildpflege oder private Belange negativ betroffener Dritter, z. B. deren Interesse an der Vermeidung zu dichter Grenzbebauung, dadurch eintretender Verschattung, aber auch eine Lärmverlagerung, einem weitergehenden aktiven Schallschutzes entgegenstehen (BVerwG, Urteil vom 05.03.1997 – 11 A 25.95 und Urteil vom 18.03.1998 – 11 A 55.96).

Alle Leitsätze aus der Rechtsprechung des BVerwG zur Abwägung aktiver und passiver Schallschutzmaßnahmen haben Eingang in die „Hinweise zur Erstellung schalltechnischer Untersuchungen in der eisenbahnrechtlichen Planfeststellung von Neu- oder Ausbaumaßnahmen von Schienenwegen“ /5/ des Eisenbahn-Bundesamtes gefunden.

## 7 Arbeitsgrundsätze und Vorgehensweise

### 7.1 Ermittlung der Beurteilungspegel

Die für den Neubau oder Ausbau von Verkehrswegen durchzuführenden schalltechnischen Untersuchungen beruhen gemäß **§ 3** der **16. BImSchV** /2/ ausschließlich auf Schallausbreitungsberechnungen. Die anzuwendenden Berechnungsverfahren gelten für standardisierte meteorologische Bedingungen. Dabei werden verschiedene Einflüsse wie beispielsweise die betrieblichen Randbedingungen, Besonderheiten des Fahrweges sowie Absorptions-, Beugungs- und Dämpfungseffekte in der Schallausbreitung berücksichtigt. Die Berechnungsergebnisse bieten eine Unabhängigkeit von Witterungsverhältnissen und betrieblichen Besonderheiten am Mess-

tag. Insbesondere erlaubt das Verfahren, Prognosen der zukünftigen Lärmsituation zu erstellen.

Die Verkehrslärmschutzverordnung bezieht sich auf den von dem geplanten Verkehrsweg ausgehenden Verkehrslärm. Daher ist der neu zu bauende bzw. baulich zu ändernde Verkehrsweg isoliert zu betrachten. Dies hat zur Folge, dass sich der erforderliche Lärmschutz nur nach den durch den Betrieb des neuen oder baulich geänderten Verkehrsweges hervorgerufenen Immissionen bemisst. Eine Bewertung der Gesamtverkehrslärsituation unter Berücksichtigung aller Verkehrslärmquellen im Einwirkungsbereich, hier zum Beispiel auch von Straßenverkehrswegen, ist bei der Beurteilung nach **16. BImSchV** vom Verordnungsgeber explizit **nicht** vorgesehen.

Im Bereich der Planfeststellungsgrenzen ist zunächst eine Betrachtung nach dem so genannten „Baugrubenmodell Straße“ (vgl. /5/) durchzuführen. Bei der Ermittlung des Beurteilungspegels **innerhalb** der Planungsgrenzen werden die Emissionen der Bauabschnitte und der sich anschließenden, baulich nicht veränderten Abschnitte zu Grunde gelegt. **Außerhalb** der Planungsgrenzen sind jedoch nur die Emissionen relevant, die von den ausgebauten Streckenabschnitten ausgehen. Emissionen der sich anschließenden, baulich nicht geänderten Bereiche sind bei der Festlegung möglicher Rechtsansprüche auf Lärmvorsorgemaßnahmen dort außer Acht zu lassen. Bei der Dimensionierung der Lärmschutzmaßnahmen hingegen sind für **alle anspruchsberechtigten** Immissionsorte die Streckenabschnitte sowohl innerhalb als auch außerhalb der Planungsgrenzen mit ihrer vollen Verkehrsstärke zu berücksichtigen.

Die Berechnung der Beurteilungspegel erfolgt für Schienenverkehrswege nach Anlage 2 zu **§ 3** der **16. BImSchV**. Dort wird auf die Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von Schienenwegen **Schall 03** /4/ verwiesen, sofern es sich nicht um lange gerade Gleise handelt, die auf ihrer gesamten Länge konstante Emissionen und unveränderte Ausbreitungsbedingungen aufweisen. Dies ist hier der Fall. Die Ermittlung der Geräuschemissionen als Ausgangsgröße für die Ausbreitungsberechnungen erfolgt ebenfalls unter Anwendung des Regelwerkes **Schall 03**.

Die wesentliche Grundlage der Berechnungen ist ein Schallquellen- und Ausbreitungsmodell. Zentraler Bestandteil ist das digitale Geländemodell, in dem die maßgeblichen Schienenverkehrslärmemittenten als Linien-

schallquellen abgebildet werden. Die Geländetopographie ist höhenrichtig erfasst. Soweit Immissionsorte durch vorgelagerte, lückenhafte Bebauung eine Abschirmung erfahren, wird diese gemäß Abschnitt 7.5 der **Schall 03** nur in der ersten Bebauungsreihe berücksichtigt. Eine Abschirmung durch die rückwärtige Bebauung bleibt außer Acht.

Zunächst werden flächendeckende Schallausbreitungsberechnungen getrennt für den Tagzeitraum (06.00 bis 22.00 Uhr) und den Nachtzeitraum (22.00 bis 06.00 Uhr) durchgeführt. Die Berechnungen erfolgen differenziert für die Einwirkungsbereiche innerhalb und außerhalb der Planfeststellungsgrenzen nach den Vorgaben des „Baugrubenmodells Straße“. Die Ergebnisse werden in **Schallimmissionsplänen** dokumentiert und erlauben eine großräumige Beurteilung sowie eine Abgrenzung kritischer Einwirkungsbereiche für eine repräsentative Immissionshöhe im 1. Obergeschoss (6,3 m über Gelände).

Des Weiteren werden im Rahmen der Abwägung von Schallschutzmaßnahmen für sämtliche im Einwirkungsbereich der Bahnanlage gelegenen Gebäude mit schutzwürdigen Nutzungen **Einzelpunktberechnungen** durchgeführt, soweit durch die Isophonendarstellung Grenzwertüberschreitungen nicht ausgeschlossen werden können. Diese ermöglichen eine vertikale Differenzierung der Beurteilungspegel für die verschiedenen Geschossebenen. Der maßgebende Immissionsort wird dabei im Sinne einer oberen Abschätzung zunächst an der der Bahnstrecke jeweils nächstgelegenen Gebädefassade festgelegt.

Hieraus wurden repräsentative Berechnungspunkte ausgewählt, für die die Beurteilungspegel explizit in der vorliegenden Untersuchung ausgewiesen werden (siehe **Anhang 2**). Innerhalb der geschlossenen Bebauung wurde beachtet, dass Objekte mit besonderem Schutzbedürfnis, in kritischen Randlagen abgeschlossener Siedlungseinheiten, mit maximalen Geschosshöhen oder sehr vielen zur Bahnanlage orientierten schutzwürdigen Nutzungen erfasst sind und gleichzeitig eine statistische Streuung der Immissionsorte gewährleistet ist. Lage und Bezeichnung der repräsentativen Berechnungspunkte ist den Schallimmissionsplänen (**Anlage 12.3.1** und **12.3.2**) sowie den Ergebnistabellen in **Anhang 2** zu entnehmen.

Die Dokumentation der Berechnungsergebnisse erfolgt in tabellarischer Form. Für alle Gebäude, bei denen mit dem gewählten Schutzkonzept

Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte und somit Ansprüche auf passiven Schallschutz dem Grunde nach verbleiben, werden abschließend die Beurteilungspegel differenziert für alle Fassaden ausgewiesen (siehe **Anhang 4**).

Nach allgemeinen Erkenntnissen gelten die Verkehrsgeräusche, die von Schienenwegen ausgehen, als weniger störend als die von Straßen ausgehenden Immissionen. Daher ist gemäß Anlage 2 zu **§ 3** der **16. BImSchV** bei der Berechnung des Beurteilungspegels an Schienenwegen ein Abschlag in Höhe von

$$S = - 5 \text{ dB(A)}$$

vorzunehmen. Dieser so genannte „Schienenbonus“ gilt nicht für Rangierbahnhöfe und vergleichbare Anlagen, auf denen in erheblichem Umfang die Güterzüge **gebildet** und **zerlegt** werden. Da es sich im vorliegenden Fall **nicht** um eine solche Anlage handelt, wurde der Schienenbonus bei der Ermittlung der Beurteilungspegel berücksichtigt.

Die Beurteilungspegel sind nach Anlage 2 zu **§ 3** der **16. BImSchV** auf ganze dB(A) aufzurunden. In der vorliegenden Untersuchung wurde die Darstellung mit einer Nachkommastelle gewählt, um die ergänzend ausgewiesenen Pegeldifferenzen zu reproduzieren.

## 7.2 Abwägung der Lärmschutzmaßnahmen

Überschreiten die Beurteilungspegel die Immissionsgrenzwerte der **16. BImSchV**, so entsteht ein Anspruch auf Lärmvorsorgemaßnahmen. Für die Konfliktbereiche wird ein geeignetes Schutzkonzept erarbeitet, das eine Einhaltung der Immissionsgrenzwerte auf den betroffenen Siedlungsflächen gewährleistet. Hierbei werden vorrangig aktive Schallschutzmaßnahmen in Höhe und Erstreckung dimensioniert. Während Schallschutzwände die freie Ausbreitung der Schallwellen verhindern, bezeichnet man auch solche Vorkehrungen, die bereits an der Lärmquelle eine Reduktion der Abstrahlung erzielen, als aktive Schallschutzmaßnahmen.

Häufig ergeben sich dennoch Schallschutzanlagenhöhen, die hinsichtlich städtebaulicher Gesichtspunkte nur schwer realisierbar sind. Ist dies der Fall, so werden im Hinblick auf **§ 41 (2) BImSchG** Argumente formuliert,

die die Empfehlung zusätzlicher passiver Schallschutzmaßnahmen begründen.

Aus den in Abschnitt 6.4 beschriebenen Grundlagen ergibt sich, dass ein optimales Schallschutzkonzept, welches sowohl im Hinblick auf die verbleibenden Restkonflikte als auch auf die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen mit den Vorgaben des **§ 41 BImSchG** und der Rechtsprechung des BVerwG vereinbar ist, mittels der nachfolgend näher beschriebenen integralen Vorgehensweise abgeleitet werden kann.

Die Ermittlung des optimalen Schallschutzkonzeptes erfolgt hierbei in einem iterativen Prozess. Für die einzelnen Ortslagen im Einwirkungsbereich werden verschiedene Varianten von Schallschutzwänden in unterschiedlichen Höhenabstufungen und in Kombination mit dem „BüG“ untersucht. Die Gegenüberstellung erfolgt in grafischer Form anhand von Kurven- und Balkendiagrammen (vgl. **Anhang 3**). Hierin sind die für eine Bewertung maßgebenden absoluten Größen ausgewiesen, das heißt die überschlägig ermittelte Anzahl Wohneinheiten, die geschützt werden bzw. mit verbleibenden Grenzwertüberschreitungen, sowie die Kosten für aktive Schallschutzmaßnahmen.

### 7.2.1 Schutzfälle

Der Begriff „Schutzfall“ kennzeichnet eine Wohn- oder Nutzungseinheit, bei der die maßgebenden Immissionsgrenzwerte gemäß **16. BImSchV** im Tag- oder Nachtzeitraum nicht eingehalten werden können. Wohneinheiten, für die sowohl tags als auch nachts Grenzwertüberschreitungen auftreten, werden dabei doppelt gewichtet (2 Schutzfälle). Einem untersuchten Gebäude können somit durchaus mehrere Schutzfälle zugeordnet werden, insbesondere wenn von mehreren Wohn- oder Nutzungseinheiten im Gebäude auszugehen ist.

Anhand von Einzelpunktberechnungen wird für jede Variante bestimmt, welche Gebäude in welchen Geschossen von verbleibenden Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte tags oder nachts betroffen sind. Die Anzahl von Schutzfällen, das heißt die Anzahl von Wohneinheiten mit Überschreitung der Immissionsgrenzwerte im Tag- und / oder Nachtzeitraum, für die hieraus ein Anspruch auf passiven Schallschutz dem Grunde nach resultiert, kann überschlägig ermittelt werden unter der allgemeinen Annahme, dass in den betroffenen Gebäuden **pro Geschossebene** durchschnittlich **eine** Wohneinheit vorhanden ist.

Handelt es sich bei den Gebäuden im Untersuchungsraum großflächig um gleichförmige Gebäudekörper, so wird ggf. von dem beschriebenen allgemeinen Ansatz abgewichen. Für Einzel- und Reihenhäuser wird beispielsweise ein Faktor 0,7 berücksichtigt, um dem Sachverhalt Rechnung zu tragen, dass zunächst das Obergeschoss von Grenzwertüberschreitungen betroffen ist. Im Falle von Geschosswohnungsbauten oder Hochhäusern wird die Anzahl von Wohneinheiten pro Geschoss aus der Gebäudegrundfläche abgeschätzt. Für die dem Altenheim im Außenbereich von Fechenheim zuzuordnende Anzahl von Wohneinheiten lagen Angaben des Betreibers vor.

In einem ersten Schritt erfolgt, getrennt für die verschiedenen Schutzabschnitte, die Ermittlung der Gesamtzahl von Schutzfällen, das heißt von Wohneinheiten mit verbleibenden Überschreitungen der Grenzwerte für den Fall, dass keinerlei aktive Schallschutzmaßnahmen vorgesehen werden.

Bei der Betrachtung der verschiedenen Schutzkonzepte wird dann differenziert, für wie viele dieser Schutzfälle mit dem vorgegebenen aktiven Schutzkonzept eine Konfliktlösung herbeigeführt werden kann und für wie viele Schutzfälle Restkonflikte verbleiben. Diese Vorgehensweise ermöglicht im Hinblick auf die Kombination aller zur Verfügung stehenden aktiven Schutzmaßnahmen eine nachvollziehbare Abstufung der möglichen Varianten.

### 7.2.2 „Vollschutz“

Für die einzelnen Schutzbereiche werden Streckenabschnitte festgelegt, in denen die Anordnung von Schallschutzwänden oder anderen aktiven Maßnahmen zielführend ist. Maßgebend bei der Einteilung der Abschnitte sind hierbei im Wesentlichen die Art der angrenzenden Bebauung (Gebietsnutzung, Geschossigkeit) sowie deren Abstand zur Trasse. Die jeweils erforderliche Anlagenhöhe kann für die verschiedenen Konzepte von Schutzabschnitt zu Schutzabschnitt variiert werden.

Als Bezugsfall für alle weiteren Betrachtungen dient der so genannte „Vollschutz“, das heißt ein Konzept, mit dem eine Konfliktbewältigung für alle Schutzfälle möglich ist, indem die Immissionsgrenzwerte sowohl tags als auch nachts eingehalten oder unterschritten werden. Die Anzahl aktiv gelöster Schutzfälle entspricht dann gerade der Gesamtzahl von Schutzfällen (vgl. Abschnitt 0).

Ausgehend vom „Vollschutz“ werden die Wandhöhen in den verschiedenen Abschnitten stufenweise verringert.

### 7.2.3 Kosten der Schallschutzmaßnahmen

Die Ermittlung der Gesamtkosten für Schallschutzwände erfolgt getrennt für die verschiedenen Schutzbereiche anhand des in Abschnitt 6.2 beschriebenen Ansatzes in Abhängigkeit von der jeweiligen Abschnittslänge und der vorgesehenen Wandhöhe.

Beim „Besonders überwachten Gleis“ wird von einer Verwendung jeweils über die gesamte Streckenlänge ausgegangen, in der Einwirkungen auf die einzelnen Schutzbereiche hervorgerufen werden. In der Nutzen-Kosten-Betrachtung werden mögliche Synergieeffekte im Hinblick auf die beidseitige Wirkung des „BüG“ durch eine entsprechende Gewichtung berücksichtigt.

Die Ermittlung des für den passiven Schallschutz zu berücksichtigenden finanziellen Aufwandes erfolgt aus der geschätzten Gesamtzahl anspruchsberechtigter Wohneinheiten (vgl. Abschnitt 7.2.1). Allerdings ist dieser Kostenanteil im Rahmen der Nutzen-Kosten-Betrachtung nicht relevant, er wird daher rein informativ dargestellt.

### 7.2.4 Bewertungskriterien

Als maßgebendes Kriterium bei der Ermittlung des optimalen Schallschutzkonzeptes werden in der vorliegenden Betrachtung weder ausschließlich die Anzahl verbleibender Schutzfälle mit Restkonflikten (rot-grünes Balkendiagramm) noch die Gesamtkosten für den Schallschutz (blaues Balkendiagramm) herangezogen, sondern der Kostenanteil für den aktiven Schallschutz pro aktiv gelöstem Schutzfall (rotes Balkendiagramm). Dieser Betrag entspricht dem Aufwand, der pro Wohneinheit investiert werden muss, für die eine Einhaltung der Immissionsgrenzwerte mit dem vorgegebenen Konzept erreicht werden kann. Alle beschriebenen Größen werden getrennt für die verschiedenen Schutzbereiche in **Anhang 3.1 bis 3.6** grafisch dargestellt.

Das iterative Vorgehen erfolgt stufenweise ausgehend vom „Vollschutz“. Da die Veränderungen von Fall zu Fall bedingt durch die Unterteilung in einzelne Schutzabschnitte und eine oftmals inhomogene Struktur innerhalb der Schutzabschnitte nicht immer direkt vergleichbar sind, werden die Kostenanteile für den aktiven Schallschutz pro aktiv gelöstem Schutzfall in

Abhängigkeit von der Anzahl verbleibender Schutzfälle mit Restkonflikten grafisch aufgetragen. Verläuft die Kurve unstetig, so ist dies ein Indiz für Sprungkosten. Demnach ist eine angemessene Anordnung von Abschnitten bestimmter Anlagenhöhen dort gegeben, wo der Kostenanteil aktiv pro gelöstem Schutzfall deutlich sinkt, die Betroffenheit im Hinblick auf verbleibende Restkonflikte jedoch nur geringfügig ansteigt. In der grafischen Darstellung ist dies durch ein rotes Symbol gekennzeichnet. In den Tabellen ist die optimale Lösung farbig hinterlegt.

Die Abgrenzung der Gebäude, für die im Falle des optimalen Schutzkonzeptes (Vorzugsvariante) ein Rechtsanspruch auf ergänzenden passiven Schallschutz dem Grunde nach besteht, erfolgt anhand von Einzelpunktberechnungen für alle relevanten Gebäudefassaden. Alle Objekte, für die ein solcher Anspruch verbleibt, werden in **Anhang 4** ausgewiesen. Sofern ein Objekt in **Anhang 4** nicht aufgeführt ist, kann anhand der Tabellen in **Anhang 2** bzw. der Isophonen in den Schallimmissionsplänen abgeleitet werden, dass die Anforderungen gemäß **16. BImSchV** dort erfüllt sind.

## 8 Geräuschemissionen

Der Emissionspegel eines Schienenverkehrsweges kennzeichnet den Mittelungspegel in einem Abstand von 25 m zur Achse des Verkehrsweges und in einer Höhe von 3,5 m über Schienenoberkante. Die Berechnung der Emissionspegel des Schienenverkehrs auf einem Gleis oder einem Teilstück erfolgt nach der Richtlinie **Schall 03** getrennt für Tag- und Nachtzeitraum gemäß

$$L_{m,E} = 10 \lg \sum_i 10^{0,1(51+D_{Fz}+D_D+D_l+D_v)} + D_{Fb} + D_{Br} + D_{Bü} + D_{Ra}$$

mit Pegeldifferenzen in Abhängigkeit von den Zugparametern

- $D_{Fz}$  Einfluss der Fahrzeugart,
- $D_D$  Einfluss der Bremsbauart,
- $D_l$  Einfluss der Zuglängen,
- $D_v$  Einfluss der Geschwindigkeit,

und Pegeldifferenzen in Abhängigkeit von den Fahrwegparametern

- $D_{Fb}$  Einfluss der Fahrbahnart,

- D<sub>Br</sub>** Einfluss von Brücken,
- D<sub>Bü</sub>** Einfluss von Bahnübergängen,
- D<sub>Ra</sub>** Einfluss von Gleisbögen.

Wesentliche Parameter für die Emissionsberechnungen sind somit neben der Anzahl von Zugbewegungen die Zugart, die Länge eines Zuges der betrachteten Zuggattung, der prozentuale Anteil scheibengebremsster Fahrzeuge an der Länge des Zuges sowie die fahrzeugbedingte Höchstgeschwindigkeit bzw. die zulässige Streckengeschwindigkeit und die Art des Fahrweges.

## 8.1 Betriebsparameter

Die vorliegende Untersuchung wurde auf der Grundlage eines für den 4-gleisigen Ausbau prognostizierten Betriebskonzeptes für das Jahr 2025 auf Basis der Bedarfsplanüberprüfung 2010 erstellt /13/. Insgesamt ergibt sich hieraus eine Gesamtzahl von

$$n = 283,57$$

Zügen tags bzw. nachts. In **Tabelle 2** wird das für 2025 prognostizierte Verkehrsaufkommen im Tag- und Nachtzeitraum getrennt nach Zuggattungen zusammengefasst.

Die zulässige Höchstgeschwindigkeit beträgt künftig für die Fernbahnstrecke 3660

$$v = 160 \text{ km/h.}$$

Die S-Bahn-Strecke 3685 wird mit

$$v = 140 \text{ km/h}$$

befahren. Der Oberbau wird durchgehend auf Betonschwellen im Schotterbett erstellt.

**Tabelle 2** Verkehrsaufkommen der Strecken 3660 und 3685 /13/

Zugart	Strecke 3660		Strecke 3685	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht
<b>Fernverkehr</b>	46	6	-	-
<b>Regionalverkehr</b>	32	6	-	-
<b>S-Bahn</b>				
- Langzug	-	-	16	2
- Vollzug	-	-	96	2
- Kurzzug	-	-	6	6
<b>Güterverkehr</b>				
- FGZ	17	7	-	-
- NGZ	70	28	-	-
<b>Summe</b>	<b>165</b>	<b>47</b>	<b>118</b>	<b>10</b>
	<b>340</b>			

## 8.2 Berechnungsergebnisse

Die Emissionspegel wurden gleisweise ermittelt. Hierfür wurden die in Tabelle 3 genannten Angaben für die verschiedenen Zuggattungen herangezogen.  $v_{\max}$  bezeichnet dabei in der Regel die zulässige Streckenhöchstgeschwindigkeit der verschiedenen Zuggattungen.

**Tabelle 3** Zuglängen und -geschwindigkeiten sowie Anhaltswerte für den Anteil scheibengebremsster Wagen /13/

Zugart	Länge	Scheiben- bremsanteil	$v_{\max}$
	[m]	[%]	[km/h]
<b>Fernverkehr</b>	410	100	160
<b>Regionalverkehr</b>	160	83	160
<b>S-Bahn</b>			
- Langzug	210	100*	140
- Vollzug	140	100*	140
- Kurzzug	70	100*	140
<b>Güterverkehr</b>			
- FGZ	500	0	120
- NGZ	500	0	100

100\* Fahrzeuge mit Radscheibenbremsen

Für Fahrzeuge der Gattung ICE mit Radabsorbern muss entgegen der Tabelle A aus Anlage 2 der **16. BImSchV** bzw. Tabelle 4 der **Schall 03** gemäß Tabelle 4 der **Schall 03** in Verbindung mit der Information Akustik 016 (Einfluss von Radabsorbern, BZA München, April 1991) ein Korrekturwert für den Einfluss der Fahrzeugart

$$D_{Fz} = - 3 \text{ dB(A)}$$

berücksichtigt werden. Für Fahrzeuge mit Radscheibenbremsen, insbesondere für S-Bahn-Fahrzeuge der Baureihe ET 420 oder Nachfolgemodelle, ist ein Korrekturwert für den Einfluss der Fahrzeugart

$$D_{Fz} = - 2 \text{ dB(A)}$$

zu vergeben.

Korrekturwerte für den Einfluss des Fahryeges werden abschnittsweise zugeordnet. Für die Fahrbahnart Schotterbett (Betonschwellen) wird gemäß Tabelle 5 der **Schall 03** ein Korrekturwert

$$D_{Fb} = 2 \text{ dB(A)}$$

in Ansatz gebracht. Der Einfluss von Eisenbahnüberführungen wird durch einen Korrekturwert

$$D_{Br} = 3 \text{ dB(A)}$$

für die Gleise auf der Brücke berücksichtigt.

Durch die Reflexionen von Stützmauern parallel zu einem Gleis kann der Beurteilungspegel auf der gegenüberliegenden Seite der Stützmauer geringfügig erhöht werden. Verlaufen Streckenabschnitte in Troglage, das heißt zwischen parallelen, schallharten Stützmauern, so werden die Beurteilungspegel in diesem Bereich zusätzlich um den Korrekturwert

$$D_{R,2} = 4 \cdot h / w \leq 3,2$$

erhöht. Hierin bedeutet h die mittlere Höhe der Stützwände, w der mittlere Abstand zwischen den parallelen Stützwänden. Diese Korrektur wird für

das Trogbauwerk im Bereich der Tunnelausfahrt in Frankfurt Ostend berücksichtigt.

Sämtliche Eingangsdaten mit den aus dem Einfluss des Fahrweges resultierenden korrigierten Emissionspegeln sind in **Anhang 1** dokumentiert. Die Emissionspegel der 2-gleisigen Strecke Fernbahnstrecke belaufen sich für den Tag und die Nacht ohne den Zuschlag für die Fahrbahnart auf

$$L_{mE,T/N} = 73,5 / 72,1 \text{ dB(A)}.$$

Der Emissionspegel der S-Bahnstrecke errechnet sich zu

$$L_{mE,T/N} = 62,2 / 53,4 \text{ dB(A)}.$$

Insgesamt ergeben sich für die Fernbahn- und die S-Bahn-Strecke Emissionspegel für Tag und Nacht unter Berücksichtigung des Korrekturwertes für die Fahrbahnart von

$$L_{mE,T/N} = 75,8 / 74,1 \text{ dB(A)}.$$

Man erkennt, dass die Emissionsanteile der Fernbahn gegenüber der S-Bahn deutlich pegelbestimmend sind. Weiterhin ist anzumerken, dass der Gesamtemissionspegel im Nachtzeitraum lediglich rund 2 dB(A) geringer ist als der Wert für den Tagzeitraum. Da die Immissionsgrenzwerte für den Nachtzeitraum allerdings auf Grund eines erhöhten Ruhebedürfnisses um 10 dB(A) geringer sind als die Grenzwerte für den Tagzeitraum, ist im vorliegenden Fall die Nacht der kritische Beurteilungszeitraum für die Feststellung eines Anspruchs auf Lärmvorsorgemaßnahmen.

## 9 Geräuschemissionen

Die Ergebnisse der flächendeckenden Schallausbreitungsberechnungen für den Fall ohne Schallschutzmaßnahmen sind in den Schallimmissionsplänen der **Anlage 12.3.1** getrennt für Tag- und Nachtzeitraum dokumentiert. Hierbei werden die Beurteilungspegel aus Schienenverkehrslärm für eine repräsentative Immissionshöhe im 1. Obergeschoss (6,3 m über Gelände) an Rasterpunkten im gesamten Untersuchungsraum bestimmt und für eine Darstellung als Isophonen interpoliert.

Die hellgrüne Isophone symbolisiert für den Tag und die Nacht die Einhaltung der gültigen Immissionsgrenzwerte gemäß **16. BImSchV** für Wohngebiete (**W**) von

$$\text{IGW} = 59 / 49 \text{ dB(A)}.$$

Die dunkelgrüne Isophone kennzeichnet die Einhaltung der Immissionsgrenzwerte für Krankenhäuser, Kurheime und Altenheime (**S**) von

$$\text{IGW} = 57 / 47 \text{ dB(A)}.$$

Dies gilt gleichermaßen für Schulen und Kindergärten ausschließlich am Tag. Die blaue Linie entspricht einer Einhaltung der Grenzwerte für Mischgebiete, Dorf- oder Kerngebiete (**M**)

$$\text{IGW} = 64 / 54 \text{ dB(A)}.$$

Die Anforderungen für schutzwürdige Nutzungen in Gewerbe- und Industriegebieten (**G**) mit Grenzwerten

$$\text{IGW} = 69 / 59 \text{ dB(A)}$$

sind durch die violette Isophone gekennzeichnet.

Während die Schallimmissionspläne eine flächendeckende, qualitative Darstellung der Immissionen im gesamten Einwirkungsbereich ermöglichen, kann die Schallsituation anhand von Einzelpunktberechnungen quantitativ für jedes Gebäude in jeder Geschossebene dokumentiert werden. Der Beurteilungspegel aus der Einzelpunktberechnung beschreibt die Schallsituation am geöffneten Fenster und ist die zur Prüfung eines Rechtsanspruches auf Vorsorgemaßnahmen maßgebende Größe.

Insgesamt wurden im Planfeststellungsabschnitt 349 repräsentative Immissionsorte mit schutzwürdigen Nutzungen berechnet. 116 Gebäude wurden dabei im Abschnitt Frankfurt Ostend festgelegt, 96 weitere Objekte Bereich Riederwald. In Fechenheim wurden insgesamt 137 Immissionsorte untersucht, wovon 74 dem Bereich Fechenheim Nord zuzuordnen sind; 36 dem Bereich Fechenheim Südwest, 7 dem Bereich Fechenheim Südost sowie 20 dem Bereich Fechenheim Außerhalb.

In **Anhang 2** sind die Beurteilungspegel an diesen Berechnungspunkten für die jeweils den Gleisen nächstgelegenen Gebädefassaden vertikal differenziert in allen Geschossebenen genannt. Die ermittelten Werte werden den Immissionsgrenzwerten der **16. BImSchV** gegenübergestellt und Pegeldifferenzen ausgewiesen.

Für den Bereich Ostend wurde in **Anhang 2.1.1** und **2.1.2** gegliedert, um die Unterscheidung der Objekte innerhalb der Planungsgrenzen (Berechnung der Beurteilungspegel ohne Schallschutz mit durchgehender Bahnstrecke) und Gebäuden außerhalb der Planungsgrenzen zu verdeutlichen, für die der Planfall ohne Schallschutz mit an der Planungsgrenze abgeschnittenen Streckenachsen zu berechnen ist (vgl. Abschnitt 7.1). Diese Vorgehensweise („Baugrubenmodell Straße“) führt in **Anhang 2.1.1** dazu, dass sich im Planfall mit Schallschutz (hier Berechnung der Beurteilungspegel grundsätzlich mit durchgehenden Streckenachsen) teilweise höhere Pegel ergeben als im Planfall ohne Schallschutz.

Ein Vergleich der beiden Lastfälle ist somit für die Objekte außerhalb der Planungsgrenzen nicht zweckmäßig. Anzumerken ist weiterhin, dass für diese Objekte ein Anspruch auf passive Schallschutzmaßnahmen im Falle eines verbleibenden Restkonfliktes trotz aktiver Schallschutzmaßnahmen nur dann entsteht, insofern schon ein Anspruch auf Lärmvorsorge im Lastfall ohne Lärmschutz vorhanden war.

## 9.1 Situation ohne Schallschutz

Die Schienenverkehrslärmeinwirkungen, die durch den Betrieb der künftig 4-gleisigen Trasse im Planfeststellungsabschnitt 1 ohne Schallschutzmaßnahmen verursacht werden, sind in den Schallimmissionsplänen in **Anlage 12.3.1** getrennt für den Tag- und den Nachtzeitraum dargestellt. Bereits anhand der in **Anhang 1** ausgewiesenen Emissionspegel ist erkennbar, dass die Schienenverkehrslärmbelastung in der Nacht der Belastung innerhalb des Tagzeitraumes nahe kommt. Vergleicht man nun die Schallimmissionspläne für Tag und Nacht miteinander, erweist sich die Nacht erwartungsgemäß als der kritische Beurteilungszeitraum. Eine Einhaltung der Immissionsgrenzwerte innerhalb des Nachtzeitraumes bedingt dann a priori die Unterschreitung tagsüber.

### 9.1.1 Bereich Frankfurt am Main – Ostend

In den Schallimmissionsplänen erreicht die für die Bewertung von Wohngebieten maßgebende Isophone (hellgrün) für den Tagzeitraum die Wohngebiete nicht. Auch für die Gewerbegebiete südlich der Strecke sind keine Konflikte zu erwarten. Dort, wo keine Abschirmung durch vorgelagerte Bebauung gegeben ist, verläuft die hellgrüne Isophone nachts in einem Abstand bis zu ca. 550 m. Es sind somit in den Wohngebieten nördlich der Strecke nachts im Planungsfall ohne Schallschutzmaßnahmen Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte zu erwarten.

Maximale Belastungen werden gemäß **Anhang 2.1.1** mit

$$L_r = 60,9 / 59,5 \text{ dB(A)}$$

tags bzw. nachts für das der Trasse nächstgelegene Objekt Ostparkstraße 6 (**IP 3**) im Gewerbegebiet ermittelt. Maximale Grenzwertüberschreitungen bis zu

$$\Delta L_r = 8,6 \text{ dB(A)}$$

während der Nacht sind in den Wohngebieten in Frankfurt-Ostend am Anwesen Ostparkstraße 59 (**IP 60, WA**) bei Beurteilungspegeln von

$$L_r = 59,1 / 57,6 \text{ dB(A)}$$

zu erwarten. Insgesamt sind schätzungsweise ca. **1.604 Wohneinheiten** von Grenzwertüberschreitungen betroffen.

### 9.1.2 Bereich Frankfurt am Main – Riederwald

Die Abstände zur Hauptstrecke, ab denen keine Grenzwertüberschreitungen zu erwarten sind, unterscheiden sich kaum gegenüber dem Abschnitt Ostend, so dass auch in diesem Bereich in den Wohngebieten aufgrund der Grenzwertüberschreitungen im Nachtzeitraum das Erfordernis von umfangreichen Schallschutzmaßnahmen besteht. Am Tag sind an Gebäuden innerhalb der Wohngebiete keine Grenzwertüberschreitungen zu erwarten. Der Immissionsgrenzwert für den Tagzeitraum für Mischgebiete wird in den Kleingartengebieten bei einem Mindestabstand von ca. 60 m eingehalten.

Maximale Belastungen werden gemäß **Anhang 2.2** mit

$$L_r = 67,2 / 65,3 \text{ dB(A)}$$

tags bzw. nachts am Gebäude Orber Straße 61 (**IP 118**) im Industriegebiet ermittelt. Maximale Grenzwertüberschreitungen bis zu

$$\Delta L_r = 7,0 \text{ dB(A)}$$

für die Nacht sind in den Wohngebieten in Frankfurt-Riederwald am Anwesen Harkortstraße 22 (**IP 119, WA**) bei Beurteilungspegeln von

$$L_r = 57,7 / 56,0 \text{ dB(A)}$$

zu erwarten. Insgesamt sind schätzungsweise ca. **1.470 Wohneinheiten** von Grenzwertüberschreitungen betroffen.

### 9.1.3 Bereich Frankfurt am Main – Fechenheim Nord

Den Schallimmissionsplänen kann entnommen werden, dass die für die Bewertung von Wohngebieten maßgebende Isophone dort, wo keine Abschirmung durch vorgelagerte Bebauung gegeben ist, tags in einem Abstand von ca. 150 m von der Trasse entfernt verläuft. Nachts verläuft die Isophone in einem Abstand von ca. 350 m von der Trasse. Insbesondere im Nachtzeitraum ist für den Planfall ohne Schallschutzmaßnahmen ein großflächiger Immissionskonflikt zu erwarten. Es besteht daher das Erfordernis, die zu erwartenden Konflikte mit geeigneten Schallschutzmaßnahmen zu lösen.

**Anhang 2.3** dokumentiert, dass maximale Geräuschbelastungen mit

$$L_r = 72,9 / 71,0 \text{ dB(A)}$$

tags bzw. nachts am Gebäude Vilbeler Landstraße 18 (**IP 213**) im Gewerbegebiet ermittelt. Maximale Grenzwertüberschreitungen bis zu

$$\Delta L_r = 17,2 \text{ dB(A)}$$

während der Nacht sind in den Wohngebieten im Bereich Fechenheim Nord am Objekt Wächterbacher Straße 5 (**IP 255, WA**) bei Beurteilungspegeln von

$$L_r = 68,0 / 66,2 \text{ dB(A)}$$

zu erwarten. Für lediglich 21 der repräsentativen Berechnungspunkte können die Anforderungen an den Schallschutz auch innerhalb des Nachtzeitraumes erfüllt werden. Insgesamt sind schätzungsweise ca. **1.224 Wohneinheiten** von Grenzwertüberschreitungen betroffen.

#### 9.1.4 Bereich Frankfurt am Main – Fechenheim Südwest

In den Schallimmissionsplänen ist erkennbar, dass die Immissionsgrenzwerte für den Tag in dem unmittelbar an der Trasse liegenden Wohngebiet an den vorderen Gebäuden nicht eingehalten werden können.

Es sind somit sowohl tags als auch nachts im Planungsfall ohne Schallschutzmaßnahmen Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte zu erwarten.

Maximale Belastungen werden gemäß **Anhang 2.4** mit

$$L_r = 69,2 / 67,6 \text{ dB(A)}$$

tags bzw. nachts am Gebäude Cassellastraße 40 (**IP 287**) im Allgemeinen Wohngebiet ermittelt. Hier errechnen sich auch maximale Grenzwertüberschreitungen bis zu

$$\Delta L_r = 10,2 / 18,6 \text{ dB(A)}$$

am Tag bzw. während der Nacht. Insgesamt sind schätzungsweise ca. **224 Wohneinheiten** von Grenzwertüberschreitungen betroffen.

#### 9.1.5 Bereich Frankfurt am Main – Fechenheim Südost

Am Tag wird der Immissionsgrenzwert für Mischgebiete in den in zweiter Reihe liegenden Bereichen eingehalten. Überschreitungen des Tag-Grenzwertes sind an den Wohngebäuden Vilbeler Landstraße 12 und 14 (**IP 323** und **IP 324**) zu erwarten. Nachts werden die Immissionsgrenzwerte nahezu im gesamten Mischgebiet nicht eingehalten.

Am stärksten betroffen ist das Gebäude Vilbeler Landstraße 14 (**IP 324, MI**) mit Beurteilungspegeln bis zu

$$L_r = 72,5 / 71,0 \text{ dB(A)}$$

tags bzw. nachts. Die maximalen Grenzwertüberschreitungen ermitteln sich somit zu

$$\Delta L_r = 8,5 / 17,0 \text{ dB(A)}$$

am Tag bzw. während der Nacht (siehe **Anhang 2.5**)

Insgesamt sind schätzungsweise **13 Wohneinheiten** von Grenzwertüberschreitungen betroffen.

#### **9.1.6 Bereich Frankfurt am Main – Fechenheim Außenalb**

An den Wohngebäuden im Außenbereich ist am Tag eine Überschreitung des Immissionsgrenzwertes für Mischgebiete an den Gebäuden in erster Reihe zur Bahnstrecke zu erwarten. Am Altenwohlinheim wird der Immissionsgrenzwert von 57 dB(A) nicht eingehalten. Nachts werden die Immissionsgrenzwerte an allen schutzwürdigen Nutzungen in diesem Bereich überschritten.

Maximale Belastungen werden gemäß **Anhang 2.6** mit

$$L_r = 69,5 / 68,1 \text{ dB(A)}$$

tags bzw. nachts am Gebäude Am Roten Graben 1 (**IP 335, AU**) ermittelt. Maximale Grenzwertüberschreitungen bis zu

$$\Delta L_r = 6,4 / 14,8 \text{ dB(A)}$$

am Tag bzw. während der Nacht werden für die der Bahnstrecke nächstgelegene Südfassade des Altenwohnheims (**IP 330**) errechnet.

Insgesamt sind schätzungsweise ca. **158 Wohneinheiten** von Grenzwertüberschreitungen betroffen.

### **9.2 Dimensionierung von Schallschutzmaßnahmen**

Anhand der in den Schallimmissionsplänen in **Anlage 12.3.1** dargestellten Isoptonen wird deutlich, wo Immissionskonflikte durch Schienenverkehrslärm auftreten werden. Dort entsteht ein Anspruch auf Lärmvorsorgemaßnahmen, da die Immissionsgrenzwerte der **16. BImSchV** nicht eingehalten werden können. Im Folgenden wird für diese Bereiche ein Schallschutz-

konzept entwickelt, durch das eine Konfliktminimierung bzw. im günstigsten Fall eine vollständige Konfliktbewältigung erzielt werden kann. Ferner werden Argumente erarbeitet, die die empfohlenen Maßnahmen im Rahmen einer Abwägung begründen.

### 9.2.1 „Besonders überwachtes Gleis“

Das Verfahren „Besonders überwachtes Gleis“ („BüG“) stellt mit den Ansätzen, die in Abschnitt 6.2 bereits beschrieben wurden, eine sinnvolle Maßnahme dar, um den Anforderungen der **16. BImSchV** Rechnung zu tragen. Als Maßnahme an der Quelle erhält es eine vorrangige Bedeutung vor baulichen Schutzeinrichtungen, die den Lärm erst auf dem Ausbreitungsweg mindern. Im Vergleich zur Schallschutzwand kann durch das „BüG“ auch in den oberen Geschossen von nah an den Gleisanlagen gelegenen Gebäuden, eine akzeptable Pegelminderung um bis zu

$$\Delta L_r = - 3 \text{ dB(A)}$$

erzielt werden. Weiterhin wirkt das „BüG“ nach beiden Seiten. Konkret bedeutet dies, dass durch das „BüG“ sowohl für die Siedlungsflächen bahnlinks als auch für die Ortslagen bahnrechts eine spürbare Pegelminderung erzielt werden kann. Insbesondere deshalb ist es nach dem gegenwärtigen Stand der Technik im vorliegenden Fall notwendig, den Einsatz des „BüG“ in Betracht zu ziehen.

Für den Abwägungsprozess werden daher zunächst der Vollschutz und die Schallschutzvarianten mit verschiedenen Wandhöhen unter Anwendung des „BüG“ in der Fernbahnstrecke berechnet (Buchstabe „A“ in **Anhang 3**). Das „BüG“ wird für die Berechnungen in folgenden Streckenabschnitten der Fernbahnstrecke 3660 berücksichtigt:

**Tabelle 4** Streckenabschnitte mit „Besonders überwachtem Gleis“

<b>Besonders überwachtes Gleis</b>			
	von [km]	bis [km]	Länge [m]
3660 Frankfurt – Hanau	2,491	3,630	1.139
3660 Frankfurt – Hanau	4,530	5,630	1.100
3660 Frankfurt – Hanau	6,020	8,430	2.410

Ergänzend sind der Vollschutz sowie die Vorzugsvariante ohne „BüG“ (Buchstabe „B“) dargestellt. Der Buchstabe „C“ kennzeichnet die Vorzugsvariante unter Berücksichtigung des „BüG“ auch in der S-Bahn-Strecke, wobei die relevanten Streckenlängen analog zur Fernbahnstrecke anzusetzen sind. Die Betrachtung der Kosten pro gelöstem Schutzfall erlaubt somit auch eine Beurteilung der Situation ohne „BüG“ bzw. unter Einsatz des „BüG“ sowohl in der Fernbahn- als auch in der S-Bahn-Strecke.

In der Nutzen-Kosten-Betrachtung wird der Kostenansatz für das „BüG“ in der Fernbahn bedingt durch dessen hohe Wirksamkeit in zwei Schutzbereichen beiderseits der Trasse mit einem Faktor von **50 %** pro Schutzabschnitt gewichtet. Das „BüG“ in der S-Bahn erreicht seine maximale Wirkung primär für die bahnlinks auf der S-Bahn-Seite gelegenen Siedlungsflächen und wird daher dort mit einem Kostenansatz von **100 %** berücksichtigt.

### 9.2.2 Schallschutzwände

Ergänzend zum „Besonders überwachten Gleis“ wurden Schallschutzwände entlang der äußeren Gleise sowie Mittelwände zwischen Fernbahn- und S-Bahn-Gleisen vorgesehen (siehe **Anhang 3**). Die Anordnung von Mittelwänden zur Abschirmung der Fernbahnstrecke ist dort, wo ein ausreichender Abstand zwischen Fern- und S-Bahn-Gleisen vorhanden ist, schalltechnisch sehr viel effektiver als die Anordnung von ausschließlich Außenwänden. Dies ist darin begründet, dass die maßgebende Beugungskante deutlich näher an die Fernbahngleise heranrückt.

Im Umkehrschluss hat eine solche Mittelwand nur eine untergeordnete Wirksamkeit für die auf der Fernbahn-Seite befindlichen Siedlungsflächen. Mittelwände werden daher ausschließlich in den Schutzabschnitten Ostend, Riederwald, Fechenheim Nord und Fechenheim Außerhalb dimensioniert und dort zu 100 % in den Kosten berücksichtigt. Erst in den abschließenden Berechnungen für die jeweilige Vorzugsvariante (Optimum) werden mögliche Pegelminderungen durch die vorgesehene Mittelwand in den Schutzabschnitten Fechenheim Südwest und Fechenheim Südost einbezogen.

### 9.2.3 „Vollschutz“

In iterativen Schallausbreitungsberechnungen, die auf die flächendeckende **Einhaltung** der Immissionsgrenzwerte abstellen, wurde die Höhe der

Außen- und Mittelwände so optimiert, dass die Gesamtansichtsflächen der Lärmschutzwände – also auch deren Baukosten – minimal sind.

Die Dimensionierung des „Vollschutzes“ führt in Teilabschnitten zu technisch kaum realisierbaren und insbesondere aus städtebaulicher Sicht nicht darstellbaren Wandhöhen von mehr als 10 m (vgl. **Anhänge 3.1 bis 3.6**). Insgesamt zeigt sich, dass sich bei der Kosten-Nutzen-Analyse die Kosten pro gelöstem Schutzfall für den Vollschutz mit „BüG“ in den Fernbahngleisen im Vergleich zum Vollschutz ohne „BüG“ in den einzelnen Schutzbereichen durchweg geringer sind.

### 9.3 Abwägung der Schallschutzmaßnahmen

Ausgehend von den „Vollschutz“-Varianten, werden die Wandansichtsflächen durch die Vorgabe von **Obergrenzen** für die Wandhöhe reduziert. Hierbei werden bei jedem Berechnungsgang die Wände, die die jeweils vorgegebene maximale Höhe übersteigen, auf den maximal zulässigen Höhenwert reduziert. Soweit die Wandhöhe den jeweils untersuchten Höchstwert nicht übersteigt, wird sie beibehalten. Anschließend werden die verbleibenden Restkonflikte aus- und bewertet sowie die Kosten pro Schutzfall ermittelt.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Optimierungsberechnungen zunächst getrennt und unabhängig voneinander für die verschiedenen Schutzbereiche (vgl. Abschnitt 5.3) diskutiert. Abschließend wird für jeden Schutzabschnitt ermittelt, welche Betroffenheiten sich unter Berücksichtigung möglicher Synergieeffekte für die Vorzugsvariante ergeben, zum Beispiel durch entsprechende Überstandslängen von Maßnahmen in den angrenzenden Schutzabschnitten oder durch den Einfluss von Mittelwänden auf der Fernbahnseite.

#### 9.3.1 Bereich Frankfurt am Main – Ostend

Bedingt durch den Sachverhalt, dass im Bereich Ostend die S-Bahn-Gleise über einen weiten Bereich im Tunnel und anschließend in Troglage verlaufen, ist es naheliegend, eine adäquate Pegelminderung nicht nur durch die Anordnung einer Außenwand nördlich der Gleise, sondern durch eine Mittelwand südlich der beiden neu zu bauenden Gleise sowie das „Besonders überwachte Gleis“ zu erreichen. Der besondere Vorteil der Maßnahme „BüG“ besteht dabei in einer Pegelminderung unmittelbar an der Lärmquelle.

Die Mittelwand wird in einem Abstand von 3,3 m nördlich von Gleis 102 angeordnet, wobei dieser sich im Bereich der Tunneleinfahrt (km 54+350 bis 54+530) etwas aufweitet. Dort wird die Schallschutzwand auf der Trogwand errichtet.

#### 9.3.1.1 Vollschutz

Um eine Einhaltung der Immissionsgrenzwerte für alle **1.604 Schutzfälle** zu gewährleisten, sind nachfolgende Schallschutzmaßnahmen erforderlich:

- ☐ „Besonders überwachtes Gleis“
  - Strecke 3660, beide Richtungsgleise, km 2,491 bis km 3,630;
- ☐ Schallschutzwände
  - Mittelwand mit einer Gesamtlänge von 805 m und einer maximalen Wandhöhe bis zu 6,0 m über SO.

Bei einem Verzicht auf das „BüG“ ist zur Erreichung des Vollschatzes im Nachtzeitraum eine Erhöhung der Mittelwand auf bis zu 7,0 m über SO sowie eine Verlängerung um 200 m erforderlich.

#### 9.3.1.2 Optimales Schutzkonzept

Zur Festlegung des optimalen Schutzkonzeptes werden ausgehend vom Vollschatz weitere Varianten mit reduzierten Wandhöhen hinsichtlich der verbleibenden Restbetroffenheiten untersucht. Die Anzahl von Schutzfällen, für die mit dem jeweils gewählten Schutzkonzept eine Konfliktlösung herbeigeführt werden kann, bzw. solche, für die Restkonflikte verbleiben, sowie die Kosten für den aktiven Schallschutz werden in **Anhang 3.1** für alle untersuchten Varianten grafisch und tabellarisch gegenübergestellt.

Aus der grafischen Darstellung des Kostenanteils pro aktiv gelösten Schutzfall in Abhängigkeit von der Anzahl verbleibender Schutzfälle mit Restkonflikten (vgl. **Anhang 3.1**, Seite 2) ergibt sich die **Variante A6** als optimales Konzept. Hier steigen die Kosten pro Schutzfall bei Erhöhung der Wand sprunghaft an. Jede weitere Erhöhung der Wandhöhen zeigt bei höheren Kosten je Schutzfall keine dazu im Verhältnis stehende Verringerung der Zahl der verbleibenden Restkonflikte. Reduziert man die Wandhöhe (Varianten A7 ff), so sinkt der Kostenanteil pro gelöstem Schutzfall nur wenig, wohingegen deutlich die Restkonflikte deutlich zunehmen.

Im Balkendiagramm in **Anhang 3.1**, Seite 3, sind die Restbetroffenheiten bzw. die Kosten je gelöstem Schutzfall für die Variante B6 ohne „BüG“ dargestellt. Es ist erkennbar, dass die Anzahl der verbleibenden Restkonflikte stark ansteigt, während sich die Kosten pro gelöstem Schutzfall ebenfalls leicht erhöhen. Die Variante C6 mit „BüG“ in Fern- und S-Bahn wird im letzten Balken dokumentiert. Auch hier steigen die Kosten je gelöstem Schutzfall an. Zudem wird nicht ein einziger Schutzfall mehr gelöst als bei Vorzugsvariante A6 mit „BüG“ nur in der Fernbahn.

Bei Variante A6 verbleibenden **10 Restbetroffenheiten** bei 1.594 gelösten Schutzfällen. Dies entspricht einem Anteil von mehr als 99 % der Schutzfälle, für die mit diesem Konzept eine Konfliktlösung herbeigeführt werden kann. Die im Mittel erzielbare Pegelminderung gegenüber einem Lastfall ohne Schallschutz beträgt

$$\Delta L_r = - 4,2 \text{ dB(A)}$$

und liegt damit in einer deutlich spürbaren Größenordnung.

In Kombination mit den in Abschnitt 9.2.1 genannten Abschnitten für das „BüG“ ergeben sich hieraus die in **Tabelle 5** dargestellten baulichen Schallschutzanlagen mit Wandhöhen von maximal 3,0 m über SO.

**Tabelle 5** Schallschutzwände im Bereich Ffm-Ostend

Lage	von [km]	bis [km]	Länge [m]	Höhe [m über SO]
Mittelwand nördlich Strecke 3660	2,685	3,490	805	3,0
	<b>2,685</b>	<b>3,490</b>	<b>805</b>	<b>3,0</b>

### 9.3.2 Bereich Frankfurt am Main – Riederwald

Im Bereich Riederwald ist eine effektive Pegelminderung allein durch die Anordnung einer Mittelwand südlich der beiden neu zu bauenden Gleise sowie das „Besonders überwachte Gleis“ zu erreichen.

Die Mittelwand wird in einem Abstand von 3,3 m zu den Fernbahngleisen (Strecke 3660) angeordnet.

### 9.3.2.1 „Vollschutz“

Um eine Einhaltung der Immissionsgrenzwerte für alle **1.470 Schutzfälle** zu gewährleisten, sind nachfolgende Schallschutzmaßnahmen erforderlich:

- ☐ „Besonders überwachtes Gleis“
  - Strecke 3660, beide Richtungsgleise, km 4,530 bis km 5,630;
- ☐ Schallschutzwände
  - Mittelwand mit einer Gesamtlänge von 700 m und einer maximalen Wandhöhe bis zu 2,5 m über SO.

Bei einem Verzicht auf das „BüG“ ist zur Erreichung des Vollschutzes im Nachtzeitraum eine Erhöhung der Wand auf bis zu 6,5 m über SO sowie eine Verlängerung um 100 m erforderlich.

### 9.3.2.2 Optimales Schutzkonzept

Neben dem „Vollschutz“ werden weitere Varianten mit reduzierten Wandhöhen hinsichtlich der verbleibenden Restbetroffenheiten untersucht (siehe **Anhang 3.2**).

In der grafischen Darstellung des Kostenanteils pro aktiv gelösten Schutzfall in Abhängigkeit von der Anzahl verbleibender Schutzfälle mit Restkonflikten (vgl. **Anhang 3.2**, Seite 2) ist erkennbar, dass die Kosten je gelöstem Schutzfall bei Verringerung der Wandhöhen jeweils sinken. Eine mögliche Vorzugsvariante ist Variante A1 mit einer Wandhöhe von 2,0 m (zu Variante A2 hin sinken die Kosten zwar, jedoch steigen die Schutzfälle mit Restkonflikten auf das Siebenfache an). Zum Vollschutz hingegen steigen die Kosten stärker an, während nur zwei weitere Schutzfälle gelöst werden können.

Im Balkendiagramm in **Anhang 3.2**, Seite 3, sind die Restbetroffenheiten bzw. die Kosten je gelöstem Schutzfall für die Variante B1 ohne „BüG“ dargestellt. Die Kosten pro gelöstem Schutzfall sinken geringfügig, jedoch erhöht sich die Anzahl der verbleibenden Restkonflikte deutlich. Die Variante C1 mit „BüG“ in Fern- und S-Bahn wird im letzten Balken dokumentiert. Hier steigen die Kosten je gelöstem Schutzfall an, während lediglich zwei Schutzfälle mehr gelöst werden als bei der Vorzugsvariante A1 mit dem „BüG“ nur in der Fernbahn.

Bei Variante A1 verbleibenden **2 Restbetroffenheiten** bei 1.468 gelösten Schutzfällen. Dies entspricht einem Anteil von 99,8 % der Schutzfälle, für die mit diesem Konzept eine Konfliktlösung herbeigeführt werden kann. Die im Mittel erzielbare Pegelminderung gegenüber einem Lastfall ohne Schallschutz beträgt

$$\Delta L_r = - 5,5 \text{ dB(A)}$$

und liegt damit nicht nur in einer deutlich spürbaren Größenordnung, sondern auch nur um 0,3 dB(A) unterhalb der mittleren Minderung, die beim „Vollschutz“ erreicht wird.

In Kombination mit den in Abschnitt 9.2.1 genannten Abschnitten für das „BüG“ ergeben sich hieraus die in **Tabelle 6** dargestellten baulichen Schallschutzanlagen mit Wandhöhen von maximal 2,0 m über SO.

**Tabelle 6** Schallschutzwände im Bereich Ffm-Riederwald

Lage	von [km]	bis [km]	Länge [m]	Höhe [m über SO]
Mittelwand	4,830	5,330	500	2,0
nördlich Strecke 3660	5,330	5,530	200	1,5
	<b>4,830</b>	<b>5,530</b>	<b>700</b>	<b>1,5 ... 2,0</b>

### 9.3.3 Bereich Frankfurt am Main – Fechenheim Nord

Da im Abschnitt Fechenheim Nord die schutzwürdigen Nutzungen nah an die Bahntrasse heranreichen, liegt es nahe, eine effektive Pegelminderung für den Vollschutz zunächst durch die Kombination einer Außenwand nördlich der Gleise mit einer Mittelwand zwischen S-Bahn- und Fernbahnstrecke sowie durch das „Besonders überwachte Gleis“ zu erreichen.

Die Außenwand wird in einem Abstand von 4,1 m nördlich der Strecke 3685 angeordnet, die Mittelwand in einem Abstand von 3,3 m zur Strecke 3660.

#### 9.3.3.1 „Vollschutz“

Um eine Einhaltung der Immissionsgrenzwerte für alle **1.341 Schutzfälle** zu gewährleisten, sind nachfolgende Schallschutzmaßnahmen erforderlich:

- ☐ „Besonders überwachtes Gleis“
  - Strecke 3660, beide Richtungsgleise, km 6,020 bis km 7,630;
- ☐ Schallschutzwände
  - Mittelwand mit einer Gesamtlänge von 1.000 m und einer maximalen Wandhöhe bis zu 6,0 m über SO,
  - Außenwand mit einer Gesamtlänge von 400 m und einer maximalen Wandhöhe bis zu 3,0 m über SO.

Bei einem Verzicht auf das „BüG“ ist zur Erreichung des Vollschutzes im Nachtzeitraum eine Erhöhung der Mittelwand auf bis zu 9,0 m über SO sowie eine Verlängerung um 100 m erforderlich. Weiterhin muss die Außenwand durchgängig eine Höhe von 3,0 m aufweisen.

### 9.3.3.2 Optimales Schutzkonzept

Zur Festlegung des optimalen Schutzkonzeptes werden weitere Varianten mit reduzierten Wandhöhen hinsichtlich der verbleibenden Restbetroffenheiten untersucht (siehe **Anhang 3.3**).

Aus der grafischen Darstellung des Kostenanteils pro aktiv gelöstem Schutzfall in Abhängigkeit von der Anzahl verbleibender Schutzfälle mit Restkonflikten (vgl. **Anhang 3.3**, Seite 2) ergibt sich die **Variante A8** mit maximaler Mittelwandhöhe von 3,5 m und ohne Außenwand als optimales Konzept. Mit Variante A7 können zwar rund 20 Schutzfälle mehr gelöst werden, jedoch steigt der Kostenanteil pro Schutzfall deutlich an. Bei Variante A9 hingegen verbleiben 20 Schutzfälle mehr, wobei die Kosten je gelöstem Schutzfall nur geringfügig sinken.

Im Balkendiagramm in **Anhang 3.3**, Seite 3, sind die Restbetroffenheiten bzw. die Kosten je gelöstem Schutzfall für die Variante B8 ohne „BüG“ dargestellt. Es ist erkennbar, dass die Anzahl der verbleibenden Restkonflikte stark ansteigt, während sich die Kosten pro gelöstem Schutzfall ebenfalls erhöhen. Die Variante C8 mit „BüG“ in Fern- und S-Bahn wird im letzten Balken dokumentiert. Auch hier steigen die Kosten je gelöstem Schutzfall deutlich an. Jedoch werden lediglich 15 Schutzfälle mehr gelöst als bei der Vorzugsvariante A8 mit „BüG“ nur in der Fernbahn.

Bei Variante A8 verbleiben **72 Restbetroffenheiten** bei 1.269 gelösten Schutzfällen. Dies entspricht einem Anteil von 94 % der Schutzfälle, für die mit diesem Konzept eine Konfliktlösung herbeigeführt werden kann. Die im

Mittel erzielbare Pegelminderung gegenüber einem Lastfall ohne Schallschutz beträgt

$$\Delta L_r = - 7,5 \text{ dB(A)}$$

und liegt damit in einer deutlich spürbaren Größenordnung.

In Kombination mit den in Abschnitt 9.2.1 genannten „Abschnitten“ für das „BüG“ ergeben sich hieraus die in **Tabelle 7** dargestellten baulichen Schallschutzanlagen mit Wandhöhen von maximal 3,5 m über SO.

**Tabelle 7** Schallschutzwände im Bereich Ffm-Fechenheim Nord

Lage	von [km]	bis [km]	Länge [m]	Höhe [m über SO]
Mittelwand nördlich Strecke 3660	6,330	7,330	1.000	3,5
	<b>6,330</b>	<b>7,330</b>	<b>1.000</b>	<b>3,5</b>

### 9.3.4 Bereich Frankfurt am Main - Fechenheim Südwest

Der Abschnitt Fechenheim Südwest befindet sich südlich der Fernbahngleise. Daher wird eine adäquate Pegelminderung durch die Anordnung einer Außenwand südlich der Gleise sowie das „Besonders überwachte Gleis“ erreicht. Eine Minderung der S-Bahn-Geräusche durch eine Mittelwand wird nur in einer untergeordneten Größenordnung eintreffen. Die für den Abschnitt Fechenheim Nord optimierte Mittelwand wird im Rahmen der Abwägung für den Bereich Fechenheim Südwest daher zunächst nicht berücksichtigt. Für die abschließenden Berechnungen zur Vorzugsvariante (vgl. **Abschnitt 0**) wird die Mittelwand jedoch einbezogen.

Die Außenwand wird im Bereich der Hafenbahngleise (km 6,330 bis km 6,550) in einem Abstand von 3,3 m zur Strecke 3660, anschließend 4,1 m südlich der Strecke 3660 angeordnet.

#### 9.3.4.1 „Vollschutz“

Um eine Einhaltung der Immissionsgrenzwerte für alle **260 Schutzfälle** zu gewährleisten, sind nachfolgende Schallschutzmaßnahmen erforderlich:

- ☐ „Besonders überwachtes Gleis“
  - Strecke 3660, beide Richtungsgleise, km 6,020 bis km 7,110;
- ☐ Schallschutzwände
  - Außenwand mit einer Gesamtlänge von 420 m und einer maximalen Wandhöhe bis zu 8,0 m über SO.

Bei einem Verzicht auf das „BüG“ ist zur Erreichung des Vollschutzes im Nachtzeitraum eine Erhöhung der Außenwand auf bis zu 12,0 m über SO erforderlich.

#### 9.3.4.2 Optimales Schutzkonzept

In **Anhang 3.4** sind die maßgebenden Parameter für alle untersuchten Varianten im Bereich Fechenheim Südwest grafisch und tabellarisch gegenübergestellt.

In der grafischen Darstellung des Kostenanteils pro aktiv gelösten Schutzfall in Abhängigkeit von der Anzahl verbleibender Schutzfälle mit Restkonflikten (vgl. **Anhang 3.3**, Seite 2) ist erkennbar, dass die Kosten je gelöstem Schutzfall bei Verringerung der Wandhöhen jeweils sinken. Ein Minimum stellt sich nicht ein. Als Vorzugsvariante kann jedoch **Variante A6** bestimmt werden. Zu Variante A7 ff hin verläuft die Kurve relativ gleichförmig: die Kosten sinken jeweils schwach, die Schutzfälle mit Restkonflikten steigen leicht an. Bei Variante A5 steigen die Kosten verhältnismäßig stark an („Sprungkosten“), während sich die Zahl der verbleibenden Schutzfälle mit Restkonflikten nur geringfügig verändert.

Im Balkendiagramm in **Anhang 3.1**, Seite 3, sind die Restbetroffenheiten bzw. die Kosten je gelöstem Schutzfall für die Variante B6 ohne „BüG“ dargestellt. Es ist erkennbar, dass die Anzahl der verbleibenden Restkonflikte deutlich ansteigt, während sich die Kosten pro gelöstem Schutzfall ebenfalls erhöhen. Die Variante C6 mit „BüG“ in Fern- und S-Bahn wird im letzten Balken dokumentiert. Erwartungsgemäß hat das besonders überwachte S-Bahn-Gleis auf der Fernbahnseite keinen Einfluss auf die Anzahl gelöster Schutzfälle und bewirkt somit (da die Kosten für das „BüG“ in der S-Bahn nur auf der S-Bahn-Seite berücksichtigt wurden) auch keine Änderung der Kosten je gelöstem Schutzfall.

Bei Variante A6 verbleiben **17 Restbetroffenheiten** bei 243 gelösten Schutzfällen. Dies entspricht einem Anteil von 93 % der Schutzfälle, für die mit diesem Konzept eine Konfliktlösung herbeigeführt werden kann. Die im Mittel erzielbare Pegelminderung gegenüber einem Lastfall ohne Schallschutz beträgt

$$\Delta L_r = - 10,1 \text{ dB(A)}$$

und liegt damit in einer deutlich spürbaren Größenordnung.

In Kombination mit den in Abschnitt 9.2.1 genannten Abschnitten für das „BüG“ ergeben sich hieraus die in Tabelle 8 dargestellten baulichen Schallschutzanlagen mit Wandhöhen von maximal 3,5 m über SO.

**Tabelle 8** Schallschutzwände im Bereich Ffm-Fechenheim Südwest

Lage	von [km]	bis [km]	Länge [m]	Höhe [m über SO]
Außenwand	6,330	6,650	320	3,5
südlich Strecke 3660	6,650	6,750	100	3,0
	<b>6,330</b>	<b>6,750</b>	<b>420</b>	<b>3,0 ... 3,5</b>

### 9.3.5 Bereich Frankfurt am Main – Fechenheim Südost

Der Abschnitt Fechenheim Südost befindet sich ebenfalls südlich der Fernbahngleise. Daher wird auch hier eine adäquate Pegelminderung durch die Anordnung einer Außenwand südlich der Gleise sowie das „Besonders überwachte Gleis“ erreicht.

Die Außenwand wird im in einem Abstand von 4,1 m südlich der Strecke 3660 angeordnet.

#### 9.3.5.1 „Vollschutz“

Um eine Einhaltung der Immissionsgrenzwerte für alle **19 Schutzfälle** zu gewährleisten, sind nachfolgende Schallschutzmaßnahmen erforderlich:

- „Besonders überwachtetes Gleis“
  - Strecke 3660, beide Richtungsgleise, km 6,640 bis km 7,580;

☐ Schallschutzwände

- Außenwand mit einer Gesamtlänge von 150 m und einer maximalen Wandhöhe bis zu 11,0 m über SO.

Bei einem Verzicht auf das „BüG“ ist zur Erreichung des Vollschutzes im Nachtzeitraum eine Erhöhung der Außenwand auf bis zu 12,0 m über SO erforderlich.

### 9.3.5.2 Optimales Schutzkonzept

**Anhang 3.5** enthält die für alle untersuchten Varianten maßgebenden Daten.

In der grafischen Darstellung des Kostenanteils pro aktiv gelösten Schutzfall in Abhängigkeit von der Anzahl verbleibender Schutzfälle mit Restkonflikten (vgl. **Anhang 3.5**, Seite 2) ist erkennbar, dass sich die **Variante A1** als Vorzugsvariante einstellt. Hier verbleiben lediglich 2 Restkonflikte, wohingegen bei höheren Wandhöhen die Kosten stark ansteigen ohne dass weitere Schutzfälle gelöst werden.

Betrachtet man jedoch die Höhe der Kosten pro gelöstem Schutzfall (rund 56.000 EUR) im Vergleich zu anderen Schutzabschnitten, so ist festzustellen, dass dieser Betrag außer Verhältnis zum angestrebten Schutzzweck steht. Da jedoch das „BüG“ in diesem Abschnitt ohnehin für die Abschnitte Fechenheim Nord und Südwest erforderlich ist, wird sich bei der Berechnung der Situation mit Schallschutz auch im Schutzabschnitt Fechenheim Südost eine spürbare Minderung der Geräusche aus dem Schienenverkehr einstellen.

Es verbleiben jedoch alle 19 Restbetroffenheiten. Für diese wird auf passive Maßnahmen verwiesen.

### 9.3.6 Bereich Frankfurt am Main – Fechenheim Außerhalb

Im Abschnitt Fechenheim Außerhalb ist eine effektive Pegelminderung nur durch eine Kombination Außenwand nördlich der Gleise mit einer Mittelwand sowie das „Besonders überwachte Gleis“ zu erreichen.

Die Außenwand wird in einem Abstand von 4,1 m nördlich der Strecke 3685 angeordnet, die Mittelwand 3,3 m nördlich der Strecke 3660.

#### 9.3.6.1 „Vollschutz“

Um eine Einhaltung der Immissionsgrenzwerte für alle **254 Schutzfälle** zu gewährleisten, sind nachfolgende Schallschutzmaßnahmen erforderlich:

- ☐ „Besonders überwachtes Gleis“
  - Strecke 3660, beide Richtungsgleise, km 6,020 bis km 8,430;
- ☐ Schallschutzwände
  - Mittelwand mit einer Gesamtlänge von 630 m und einer maximalen Wandhöhe bis zu 7,0 m über SO.

Bei einem Verzicht auf das „BüG“ ist zur Erreichung des Vollschutzes im Nachtzeitraum eine Erhöhung der Mittelwand auf bis zu 15,0 m über SO, eine Verlängerung um 50 m sowie die Errichtung einer Außenwand mit einer Länge von 300 m erforderlich.

#### 9.3.6.2 Optimales Schutzkonzept

Die Anzahl von Schutzfällen, für die mit dem jeweils gewählten Schutzkonzept eine Konfliktlösung herbeigeführt werden kann, bzw. solche, für die Restkonflikte verbleiben, sowie die Kosten für den aktiven Schallschutz werden in **Anhang 3.6** für alle untersuchten Varianten grafisch und tabellarisch gegenübergestellt.

In der grafischen Darstellung des Kostenanteils pro aktiv gelösten Schutzfall in Abhängigkeit von der Anzahl verbleibender Schutzfälle mit Restkonflikten (vgl. **Anhang 3.6**, Seite 2) ist erkennbar, dass **Variante A6** als Vorzugsvariante betrachtet werden kann. Zu Varianten mit größeren Wandhöhen steigen die Kosten stark an, während die Zahl der gelösten Schutzfälle nur geringfügig ansteigt. Wird die Wandhöhe weiter gesenkt (Variante A7 ff), so sinken die Kosten je gelöstem Schutzfall zwar geringfügig, es steigt jedoch die Anzahl der verbleibenden Restkonflikte stark an.

Im Balkendiagramm in **Anhang 3.1**, Seite 3, sind die Restbetroffenheiten bzw. die Kosten je gelöstem Schutzfall der Variante B6 ohne „BüG“ dargestellt. Es ist erkennbar, dass die Anzahl der verbleibenden Restkonflikte stark ansteigt, während sich die Kosten pro gelöstem Schutzfall ebenfalls deutlich erhöhen. Die Variante C6 mit „BüG“ in Fern- und S-Bahn wird im letzten Balken dokumentiert. Auch hier steigen die Kosten je gelöstem Schutzfall erheblich. Zudem werden lediglich 5 Schutzfälle mehr gelöst als bei der Vorzugsvariante A6 mit dem „BüG“ nur in der Fernbahn.

Bei Variante A6 verbleiben **11 Restbetroffenheiten** bei 243 gelösten Schutzfällen. Dies entspricht einem Anteil von rund 95 % der Schutzfälle, für die mit diesem Konzept eine Konfliktlösung herbeigeführt werden kann. Die im Mittel erzielbare Pegelminderung gegenüber einem Lastfall ohne Schallschutz beträgt

$$\Delta L_r = - 10,1 \text{ dB(A)}.$$

In Kombination mit den in Abschnitt 9.2.1 genannten Abschnitten für das „BüG“ ergeben sich hieraus die in **Tabelle 9** dargestellten baulichen Schallschutzanlagen mit Wandhöhen von maximal 4,0 m über SO.

**Tabelle 9** Schallschutzwände im Bereich Ffm-Fechenheim Außerhalb

Lage	von [km]	bis [km]	Länge [m]	Höhe [m über SO]
Mittelwand	7,660	8,140	480	4,0
nördlich Strecke 3660	8,140	8,240	400	3,0
	<b>7,660</b>	<b>8,240</b>	<b>880</b>	<b>3,0 ... 4,0</b>

## 9.4 Situation mit aktivem Schallschutz

Aus den für die verschiedenen Schutzabschnitte dargelegten Vorzugsvarianten ergibt sich ein Gesamtkonzept, welches die Anwendung des „BüG“ mit Außen- und Mittelwänden kombiniert. In **Tabelle 10** sind die erforderlichen Wandlängen und -höhen nochmals zusammengefasst. Hieraus ergibt sich eine Gesamtlänge von **3.805 m**.

**Tabelle 10** Erforderliche Schallschutzwände – Zusammenfassung

Lage	von [km]	bis [km]	Länge [m]	Höhe [m über SO]
Mittelwand nördlich Strecke 3660				
Ffm-Ostend	2,685	3,490	805	3,0
Ffm-Riederwald	4,830	5,330	500	2,0
	5,330	5,530	200	1,5
Ffm-Fechenheim Nord	6,330	7,330	1.000	3,5
Ffm-Fechenheim	7,660	8,140	480	4,0
Außerhalb	8,140	8,240	100	3,0
Außenwand südlich Strecke 3660				
Fechenheim Südwest	6,330	6,650	320	3,5
	6,650	6,750	100	3,0
			<b>3.505</b>	<b>1,5 ... 4,0</b>

#### 9.4.1 Bereich Frankfurt am Main – Ostend

In **Anlage 12.3.2**, Blatt 1 wird die Schallsituation unter Berücksichtigung der in Abschnitt 9.3.1.2 beschriebenen aktiven Schutzmaßnahmen dargestellt. Es zeigt sich, dass gegenüber der in **Anlage 12.3.1** dargestellten Situation gerade für die Wohngebiete in Ostend eine erhebliche Pegelminderung erzielt werden kann. Für eine repräsentative Immissionshöhe im 1. Obergeschoss verläuft die 49 dB(A)-Isophone außerhalb der Wohngebiete.

Auch die Einzelpunktberechnungen in **Anhang 2.1** belegen, dass mit dem beschriebenen Schutzkonzept eine erhebliche Reduktion der Geräuschimmissionen gegenüber der Situation ohne Schallschutz erreicht werden kann. So wird beispielsweise für das Wohngebäude Ostparkstraße 69 (**IP 62, WA**) durch die vorgesehenen Maßnahmen eine maximale Minderung bis zu

$$\Delta L_r = - 8,4 / - 9,0 \text{ dB(A)}$$

tags bzw. nachts ausgewiesen.

Jedoch kann mit dem vorgeschlagenen Schutzkonzept dennoch keine vollständige Einhaltung der Immissionsgrenzwerte erzielt werden. Überschreitungen des Nachtgrenzwertes für Wohngebiete um maximal

$$\Delta L_r = 0,6 \text{ dB(A)}$$

verbleiben gemäß **Anhang 4.1** in den obersten Geschossen für die Objekte

- ☐ Ostparkstraße 6 (GE),
- ☐ Ostparkstraße 53 (**IP 59**),
- ☐ Ostparkstraße 55,
- ☐ Ostparkstraße 57,
- ☐ Ostparkstraße 59 (**IP 60**),
- ☐ Ostparkstraße 61,
- ☐ Ostparkstraße 63,
- ☐ Röderbergweg 169.

Für die genannten Gebäude besteht ein Anspruch auf ergänzende passive Schallschutzmaßnahmen dem Grunde nach.

Sofern ein Gebäude in **Anhang 4.1** nicht explizit aufgeführt ist, kann anhand der Schallimmissionspläne und durch den Vergleich mit exemplarischen Immissionsorten, bei denen ähnliche Abstands- und Ausbreitungsbedingungen gegeben sind, abgeleitet werden, dass die Anforderungen gemäß **16. BImSchV** dort erfüllt sind.

#### **9.4.2 Bereich Frankfurt am Main – Riederwald**

Im Bereich Riederwald wird durch das Schallschutz-Konzept ebenfalls eine wesentliche Verbesserung der Schallsituation erreicht. In **Anlage 12.3.2, Blatt 1** ist erkennbar, dass die 49 dB(A)-Isophone selbst die erste Gebäudereihe der der Trasse nächstgelegenen Wohngebiete nicht mehr erreicht.

Auch die Einzelpunktberechnungen in **Anhang 2.2** belegen, dass mit dem beschriebenen Schutzkonzept eine erhebliche Reduktion der Geräuschimmissionen gegenüber der Situation ohne Schallschutz erreicht werden kann. So wird beispielsweise für das Wohngebäude Harkortstraße 22 (**IP 119, WA**) eine maximale Minderung durch die vorgesehenen Maßnahmen bis zu

$$\Delta L_r = - 7,1 / - 8,4 \text{ dB(A)}$$

tags bzw. nachts ausgewiesen.

Dennoch verbleiben mit dem vorgeschlagenen Schallschutzkonzept an einem Objekt Überschreitungen des Nachtgrenzwertes für Wohngebiete um maximal

$$\Delta L_r = 0,1 \text{ dB(A)}.$$

Gemäß **Anhang 4.2** besteht somit für das Objekt

☐ Motzstraße 29

aufgrund eines verbleibenden Restkonfliktes ein Anspruch auf ergänzende passive Schallschutzmaßnahmen dem Grunde nach:

Sofern ein Gebäude in **Anhang 4.2** nicht explizit aufgeführt ist, kann anhand der Schallimmissionspläne und durch den Vergleich mit exemplarischen Immissionsorten, bei denen ähnliche Abstands- und Ausbreitungsbedingungen gegeben sind, abgeleitet werden, dass die Anforderungen gemäß **16. BImSchV** dort erfüllt sind.

Für die Kleingartengebiete unmittelbar nördlich der Bahnstrecke wird der Immissionsgrenzwert für den Tagzeitraum durch das empfohlene Schallschutzkonzept ab einem Abstand von ca. 10 m zum äußersten Gleis eingehalten.

#### **9.4.3 Bereich Frankfurt am Main – Fechenheim Nord**

In **Anlage 12.3.2**, Blatt 2 wird die Schallsituation unter Berücksichtigung des vorgeschlagenen Konzeptes von aktiven Schutzmaßnahmen für den Bereich Fechenheim dargestellt. Es zeigt sich – wie in den beiden vorangegangenen Abschnitten – dass gegenüber der in **Anlage 12.3.1** dargestellten Situation gerade für die Wohngebiete im Bereich Fechenheim Nord eine erhebliche Pegelminderung erzielt werden kann. Mit Ausnahme des südlichsten Randbereichs verläuft die 49 dB(A)-Isophone außerhalb der Wohngebiete.

In **Anhang 2.3** wird dokumentiert, dass mit dem beschriebenen Schutzkonzept eine erhebliche Reduktion der Geräuschimmissionen gegenüber der Situation ohne Schallschutz erreicht werden kann. So wird beispielsweise für das Wohngebäude Wächtersbacher Straße 5 (**IP 223, WA**) eine maximale Minderung durch die vorgesehenen Maßnahmen um bis zu

$$\Delta L_r = - 9,2 / - 13,2 \text{ dB(A)}$$

tags bzw. nachts ausgewiesen.

Allerdings kann mit dem vorgeschlagenen Schutzkonzept nicht an allen Objekten die Einhaltung der Immissionsgrenzwerte erzielt werden. Überschreitungen des jeweils maßgebenden Nachtgrenzwertes bis zu maximal

$$\Delta L_r = 5,4 \text{ dB(A)}$$

verbleiben gemäß **Anhang 4.3** für die Objekte

- ☐ Vilbeler Landstraße 18 (**IP 213, GE**),
- ☐ Wächtersbacher Straße 2 (**IP 214, MI**),
- ☐ Wächtersbacher Straße 4,
- ☐ Wächtersbacher Straße 5 (**IP 225**),
- ☐ Wächtersbacher Straße 7,
- ☐ Wächtersbacher Straße 8,
- ☐ Wächtersbacher Straße 11 (**IP 226**).

Für die genannten Gebäude besteht ein Anspruch auf ergänzende passive Schallschutzmaßnahmen dem Grunde nach.

Sofern ein Gebäude in **Anhang 4.3** nicht explizit aufgeführt ist, kann anhand der Schallimmissionspläne und durch den Vergleich mit exemplarischen Immissionsorten, bei denen ähnliche Abstands- und Ausbreitungsbedingungen gegeben sind, abgeleitet werden, dass die Anforderungen gemäß **16. BImSchV** dort erfüllt sind.

#### **9.4.4 Bereich Frankfurt am Main – Fechenheim Südwest**

Im Bereich Fechenheim Südwest wird durch das Schallschutzkonzept ebenfalls eine wesentliche Verbesserung der Schallsituation erreicht. In **Anlage 12.3.2 Blatt 2** ist erkennbar, dass die 49 dB(A)-Isophone nur die erste Gebäudereihe des nächstgelegenen Wohngebietes quert.

Auch die Einzelpunktberechnungen in **Anhang 2.4** belegen, dass mit dem beschriebenen Schutzkonzept eine erhebliche Reduktion der Geräuschimmissionen gegenüber der Situation ohne Schallschutz erreicht werden kann. So wird beispielsweise für das Wohngebäude Cassellastraße 40 (**IP 287, WA**) eine maximale Minderung durch die vorgesehenen Maßnahmen bis zu

$$\Delta L_r = - 15,1 / - 15,6 \text{ dB(A)}$$

tags bzw. nachts ausgewiesen.

Dennoch verbleiben mit dem vorgeschlagenen Schallschutzkonzept an einigen Objekten Überschreitungen des Nachtgrenzwertes für Wohngebiete um maximal

$$\Delta L_r = 4,4 \text{ dB(A)}.$$

Gemäß **Anhang 4.4** besteht für folgende Objekte auf Grund eines verbleibenden Restkonfliktes ein Anspruch auf ergänzende passive Schallschutzmaßnahmen dem Grunde nach:

- ☐ Cassellastraße 34,
- ☐ Cassellastraße 40 (**IP 287**),
- ☐ Hanauer Landstraße 511a,
- ☐ Hanauer Landstraße 511b (**IP 288**),
- ☐ Hanauer Landstraße 515,
- ☐ Hanauer Landstraße 515a.

Sofern ein Gebäude in **Anhang 4.4** nicht explizit aufgeführt ist, kann anhand der Schallimmissionspläne und durch den Vergleich mit exemplarischen Immissionsorten, bei denen ähnliche Abstands- und Ausbreitungsbedingungen gegeben sind, abgeleitet werden, dass die Anforderungen gemäß **16. BImSchV** dort erfüllt sind.

#### **9.4.5 Bereich Frankfurt am Main – Fechenheim Südost**

Für den Bereich Fechenheim Südost wurde aufgrund von unverhältnismäßigen Kosten pro gelöstem Schutzfall (vgl. Abschnitt 9.3.5.2) keine Schallschutzwand in das empfohlene Schallschutzkonzept aufgenommen. Dennoch wird durch das im Bereich Fechenheim eingesetzte „BüG“ ebenfalls

eine spürbare Verbesserung der Schallsituation erreicht. Zwar quert die hier maßgebende 54 dB(A)-Isophone im Nachtzeitraum das betroffene Mischgebiet, wie in **Anlage 12.3.2**, Blatt 2 erkennbar ist, doch belegt **Anhang 2.5**, dass durch das empfohlene Schallschutzkonzept Pegelminderungen bis zu

$$\Delta L_r = - 3,2 / - 3,1 \text{ dB(A)}$$

tags bzw. nachts erreicht werden.

An folgenden Objekten im Bereich Fechenheim Südost verbleibt jedoch gemäß **Anhang 4.5** mit dem vorgeschlagenen Schallschutzkonzept ein Anspruch auf Lärmvorsorgemaßnahmen infolge von Überschreitungen des Nachtgrenzwertes für Mischgebiete:

- ☐ An der Mainkur 1 (**IP 326**),
- ☐ Vilbeler Landstraße 10 (**IP 325**),
- ☐ Vilbeler Landstraße 12 (**IP 323**, auch im Tagzeitraum),
- ☐ Vilbeler Landstraße 14 (**IP 324**, auch im Tagzeitraum).

Soweit für Immissionsorte auch während des Tagzeitraumes Überschreitungen des maßgebenden Immissionsgrenzwertes verbleiben, besteht des Weiteren ein Anspruch auf Entschädigung infolge verbleibender Beeinträchtigungen in gegebenenfalls vorhandenen Außenwohnbereichen. Zum Außenwohnbereich zählen dabei baulich mit dem betroffenen Wohngebäude verbundene Anlagen (z. B. Balkone, Terrassen oder Loggien, „bebauter Außenwohnbereich“) und sonstige zum Wohnen im Freien geeignete und bestimmte Flächen eines Grundstücks (z. B. Gartenlauben und Grillplätze, „unbebauter Außenwohnbereich“). Ob Flächen tatsächlich zum Wohnen im Freien geeignet sind, ist jeweils im Einzelfall festzustellen. Ein Außenwohnbereich liegt demnach nicht vor z. B. bei Balkonen oder Gärten, die nicht dem regelmäßigen Aufenthalt im Freien dienen.

#### 9.4.6 Bereich Frankfurt am Main – Fechenheim Außerhalb

Die Schallsituation im Bereich Fechenheim Außerhalb kann durch das vorgeschlagene Schallschutzkonzept erheblich verbessert werden (siehe **Anlage 12.3.2**, Blatt 2).

Auch die Einzelpunktberechnungen in **Anhang 2.6** belegen, dass mit dem beschriebenen Schutzkonzept eine erhebliche Reduktion der Geräusch-

immissionen gegenüber der Situation ohne Schallschutz erreicht werden kann. So werden beispielsweise am Altenwohnheim der Luisa-Haueser-Frauen-Stiftung (Am roten Graben 7-11, **IP 330, SOK**) Pegelminderungen bis zu

$$\Delta L_r = - 10,2 / - 13,0 \text{ dB(A)}$$

tags bzw. nachts erreicht.

Eine vollständige Einhaltung der Immissionsgrenzwerte ist mit dem empfohlenen Schallschutzkonzept jedoch nicht möglich. Überschreitungen der jeweils maßgebenden Nachtgrenzwerte um maximal

$$\Delta L_r = 1,8 \text{ dB(A)}$$

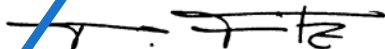
verbleiben gemäß **Anhang 4.6** für die Objekte

- ☐ Am Roten Graben 7-11 (**IP 330, SOK**),
- ☐ Am Roten Graben 1 (**IP 335, AU**).

Der Immissionsgrenzwert für den Tagzeitraum kann für das Altenheim mit dem empfohlenen Schutzkonzept jedoch eingehalten werden, was insbesondere für die Außenanlagen des Seniorenwohnheims, die zur Erholung genutzt werden, von besonderer Bedeutung ist.

## 10 Abschließende Bemerkungen

Durch das erarbeitete Schallschutzkonzept wird dem Rechtsanspruch auf schalltechnische Vorsorgemaßnahmen im erforderlichen Umfang Rechnung getragen. Dennoch verbleibt für insgesamt 27 Gebäude ein Restkonflikt – vorrangig im Nachtzeitraum – und damit dem Grunde nach für diese Objekte ein Anspruch auf passive Schallschutzmaßnahmen.



**Dipl.-Phys. Peter Fritz**



**Dipl.-Ing. (FH) Daniela Welker**

# ANHANG