

## **Unterlage 16.4.1**

### **Kosten-Nutzen-Analyse zu Schallschutzmaßnahmen**

#### **Schalltechnische Untersuchung zur Planfeststellung des Rhein-Ruhr-Express, PFA 2.1 (Düsseldorf)**

##### **Inhaltsverzeichnis**

1	Bearbeitungsgrundlagen, zitierte Normen und Richtlinien.....	3
2	Schallschutzmaßnahmen.....	5
2.1	Vorbemerkungen zu Schallschutzmaßnahmen.....	5
2.2	Vorgehensweise bei der Dimensionierung von Schallschutzmaßnahmen.....	9
2.3	Aktive Schallschutzmaßnahmen.....	10
2.4	Variantenuntersuchungen / Schutzfallbetrachtungen.....	11
2.4.1	Vorgehensweise.....	11
2.4.2	Untersuchte Schallschutzvarianten.....	14
2.4.3	Schutzabschnitt A; bahnrechts, Änderungen von Schienenwegen durch Erweiterung um mindestens ein durchgehendes Gleis.....	19
2.4.4	Schutzabschnitt B, bahnlinks, Änderung von Schienenwegen durch Erweiterung um mindestens ein durchgehendes Gleis.....	20
2.4.5	Schutzabschnitt C, bahnlinks, Änderung von Schienenwegen durch Erweiterung um mindestens ein durchgehendes Gleis.....	21
2.4.6	Schutzabschnitt D, bahnrechts, Änderung von Schienenwegen durch Erweiterung um mindestens ein durchgehendes Gleis.....	22
2.4.7	Schutzabschnitt E, bahnlinks, Änderung von Schienenwegen durch Erweiterung um mindestens ein durchgehendes Gleis.....	23
2.4.8	Schutzabschnitt F, bahnlinks, Änderung von Schienenwegen durch erheblichen baulichen Eingriff.....	24
2.4.9	Schutzabschnitt G, bahnrechts, Änderung von Schienenwegen durch Erweiterung um mindestens ein durchgehendes Gleis.....	25
2.4.10	Schutzabschnitt H, bahnlinks, Änderung von Schienenwegen durch Erweiterung um mindestens ein durchgehendes Gleis.....	26
2.4.11	Schutzabschnitt I, bahnrechts, Änderung von Schienenwegen durch erheblichen baulichen Eingriff.....	27
2.4.12	Schutzabschnitt J, bahnlinks, Änderung von Schienenwegen durch Erweiterung um mindestens ein durchgehendes Gleis.....	28
2.4.13	Schutzabschnitt K, bahnrechts, Änderung von Schienenwegen durch Erweiterung um mindestens ein durchgehendes Gleis.....	29

2.4.14	Schutzabschnitt L, bahnlinks, Änderung von Schienenwegen durch erheblichen baulichen Eingriff.....	30
2.4.15	Schutzabschnitt M, bahnrechts, Änderung von Schienenwegen durch erheblichen baulichen Eingriff.....	31
2.4.16	Schutzabschnitt N, bahnlinks, Änderung von Schienenwegen durch Erweiterung um mindestens ein durchgehendes Gleis.....	33
2.4.17	Schutzabschnitt O, bahnrechts, Änderung von Schienenwegen durch Erweiterung um mindestens ein durchgehendes Gleis.....	34
2.5	Wirksamkeit der Lärmschutzwände.....	35
2.6	Innovative Schallschutzmaßnahmen.....	36
2.6.1	Schienenstegabschirmung (SSA) und Schienenstegdämpfer (SSD).....	36
2.6.2	Niedrige Schallschutzwand (nSSW).....	36
2.7	Passive Schallschutzmaßnahmen.....	37
3	Textanhang.....	39
4	Unterlagenverzeichnis.....	43

## 1 Bearbeitungsgrundlagen, zitierte Normen und Richtlinien

Titel / Beschreibung / Bemerkung	Kat.	Datum
[1] <b>BImSchG</b> Bundes-Immissionsschutzgesetz	G	Aktuelle Fassung
Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge		
[2] <b>16. BImSchV</b> 16. Verordnung zur Durchführung des Bundes- Immissionsschutzgesetzes / Verkehrslärmschutzverordnung	V	12.06 1990 zuletzt geändert am 18.12.2014
Bundesgesetzblatt Nr. 27/1990, ausgegeben zu Bonn am 20. Juni 1990		
[3] <b>24. BImSchV</b> 24. Verordnung zur Durchführung des Bundes- Immissionsschutzgesetzes / Verkehrswege- Schallschutzmaßnahmenverordnung	V	04.02.1997
Geändert am 23.09.1997 und Begründung in Bundesratsdrucksache 363/96 vom 02.07.1996		
[4] <b>Schall 03</b> Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von Schienenwegen	RIL	in Kraft getreten seit 01.01.2015
Bundesgesetzblatt Jahrgang 2014 Teil I Nr. 61, ausgegeben zu Bonn am 23.12.2014		
[5] <b>VLärmSchR 97</b> Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes	RIL	02.06.1997
Bundesministerium für Verkehr, allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 26/1997, Sachgebiet 12.1: Lärmschutz Bonn, den 02.06.1997, StB 15 / 14.80.13-65 / 11 Va 97		
[6] Lärmschutzanlagen an Eisenbahnstrecken, Netz Infrastruktur Technik entwerfen / 804.5501	RIL	01.11.2007
DB Netz, Deutsche Bahn Gruppe, Fachautor: NEF 1 Ng		
[7] Zugdaten zum Prognose Betriebsprogramm 2025 (Ohne-Fall und Mit-Fall)	P	
Zur Verfügung durch den Auftraggeber		
[8] Umwelt-Leitfaden zur eisenbahnrechtlichen Planfeststellung und Plangenehmigung sowie für Magnetschwebebahnen – Teil IV, Schutz vor Schallimmissionen im Schienenverkehr	Lit.	Dezember 2012
Herausgegeben vom Eisenbahn- Bundesamt, Fachstelle Umwelt		

Titel / Beschreibung / Bemerkung	Kat.	Datum
[9] Verfügung des EBA zum erheblichen baulichen Eingriff gemäß 16. BImSchV, wegen Urteil BVerwG vom 18.07.2013, Az. 7A9.12, juris RN 22	Herausgegeben vom Eisenbahn-Bundesamt, Zentrale RdErl.	23.07.2014
[10] Verfügung des EBA zum Wegfall des Schienenbonus Az. 23.10-23pv/003-2300#026	Herausgegeben vom Eisenbahn-Bundesamt, Zentrale RdErl.	19.12.2014
[11] Verfügung des EBA zur "neuen" Schall 03 Az. 23.10-23pv/003-2300#027	Herausgegeben vom Eisenbahn-Bundesamt, Zentrale RdErl.	11.01.2015
[12] Auflistung Baukosten für Einbau USM auf den einzelnen Brückenbauwerken	Zur Verfügung gestellt durch Auftraggeber P	30.09.2016

Kategorien:

G	Gesetz	N	Norm
V	Verordnung	RIL	Richtlinie
VV	Verwaltungsvorschrift	Lit	Buch, Aufsatz, Bericht
RdErl.	Runderlass	P	Planunterlagen / Betriebsangaben

## 2 Schallschutzmaßnahmen

### 2.1 Vorbemerkungen zu Schallschutzmaßnahmen

Bei aktiven Schallschutzmaßnahmen unterscheidet man Maßnahmen an der Schallquelle und Maßnahmen auf dem Ausbreitungsweg zwischen Schallquelle und Immissionsort. Minderungen an der Schallquelle können durch technische Verbesserung des Fahrzeugparks/Fahrzeugtechnik sowie durch Minderung des Geräusches des Rad-Schienen-Kontaktes erfolgen. Die Minderung der Schallabstrahlung im Bereich des Rad-Schienen-Kontaktes kann durch das Besonders überwachte Gleis (BüG) sowie durch innovative Schallschutzmaßnahmen wie Schienenstegabschirmung (SSA) und Schienenstegdämpfer (SSD) erreicht werden.

Eine bewährte Schallschutzmaßnahme auf dem Ausbreitungsweg ist die Errichtung von Schallschutzwänden oder -wällen parallel zur Bahntrasse. Klassische Schallschutzwände weisen i.d.R. einen Mindestabstand von 3,30 m zur Gleisachse auf. Dieser Abstand ist abhängig von der zulässigen Geschwindigkeit und den örtlichen Gegebenheiten (z. B. Kabelkanäle oder Oberleitungsmasten) und variiert deshalb. Da jedoch der Abstand von Quelle zur abschirmenden Kante ein maßgeblicher Faktor bei der Minderungswirkung einer Schallschutzwand ist, wird im Rahmen innovativer Schallschutzmaßnahmen die Wirkung niedrigerer Schallschutzwände (nSSW Höhe = 0,55 m bis 0,74 m) mit einem Abstand von 1,75 m zur Gleisachse untersucht und geprüft.

Desweiteren sind bei dem Einsatz und der Berücksichtigung von Schallschutzwänden auf Brückenbauwerken ergänzende Schallminderungsmaßnahmen in Form von Unterschottermatten -USM- vorzusehen. Gemäß der Schall 03, Kap. 4.6 "Brücken", heißt es: "Befindet sich eine Schallschutzwand auf einer Brücke [...] sind Schallminderungsmaßnahmen [...] vorzusehen und in den Berechnungen zu berücksichtigen. Als Schallminderungsmaßnahmen an Brücken mit Schotterbett ist die Verwendung von Unterschottermatten „mit dem für die vorliegenden Bedingungen geringsten zulässigen Wert für das Bettungsmodul“ gemäß Schall 03 vorgegeben.

Gemäß der Vorgaben in der Schall 03 werden die Unterschottermatten auf den folgenden Brückenbauwerken auf allen Gleisen vorgesehen:

- EÜ Fußweg
- EÜ Düsseldorf
- EÜ Karlsruher Straße
- EÜ Bahnsteigzugang Eller Süd
- EÜ Darmstädter Straße (nur die Gleise im Bereich der Hauptstrecke)
- EÜ Seeheimer Weg
- EÜ Erkrather Straße (nur die Gleise im Bereich des neuen Bauwerkteils)

Bei den anderen Brückenbauwerken werden aufgrund des Bestandsschutzes und der Vielzahl an Gleisen die unverändert überführt werden nicht per se die Unterschottermatten vorgesehen, sondern gemäß des nachfolgenden Vorgehens der Nutzen und die Verhältnismäßigkeit untersucht.

Hierbei handelt es sich um die:

- EÜ Siegburger Straße;
- EÜ Bahnsteigzugang Oberbilk;
- EÜ Emmastraße;
- EÜ Kruppstraße;
- EÜ Hüttenstraße;
- EÜ Ellerstraße;
- EÜ Kölner Straße

• Variantenuntersuchung zu Unterschottermatten (USM)

Der Einbau von Unterschottermatten ist sowohl mit erheblichen Kosten als auch mit einem zusätzlichen erheblichen Bauaufwand verbunden. Insbesondere im Bereich des Hauptbahnhofs ist der Einbau der Unterschottermatten aufgrund der vielfältigen Fahrbeziehungen nur schwer zu realisieren.

Es ist daher eine detaillierte Untersuchung zur Abwägung der Notwendigkeit des Einbaus von Unterschottermatten für die jeweiligen Schutzabschnitte/-bereiche durchzuführen und im Rahmen der Verhältnismäßigkeitsbetrachtung abzuwägen.

Werden auf den Brücken keine Unterschottermatten eingesetzt, ist die lärmindernde Wirkung der Schallschutzwand für diesen Gleisabschnitt eingeschränkt und kann bei der Immissionsberechnung nicht vollständig berücksichtigt werden. D.h., die Lärmschutzwand fehlt bei den Berechnungen zu den Gleisen ohne Unterschottermatte im Brückenbereich. Für die jeweiligen Brückenbereiche sind daher umfangreiche schalltechnische Berechnungen durchzuführen und zu beurteilen.

Ausgehend von den Vorgaben der Schall 03 wurde bei der Immissionsberechnung für Brücken ohne Unterschottermatten folgende Vorgehensweise angewandt:

1. In einem ersten Berechnungsschritt wurde ein Rechenmodell erstellt, dass die Gleise für die auf den jeweiligen Brückenbauwerken keine Unterschottermatte vorgesehen sind, schalltechnisch nicht berücksichtigt. Mit diesem Modell wurden unter Berücksichtigung aller geplanten Lärmschutzwände die Immissionen an allen Immissionsorten im Einwirkungsbereich der Brücke berechnet.

2. In einem zweiten Rechenschritt werden nun die Gleisbereiche auf allen Brücken, für die keine Unterschottermatte vorzusehen ist, in einem separaten Rechenmodell erfasst. Bei diesem Modell werden die Lärmschutzwände im Bereich der Brücken nicht berücksichtigt, die Lärmschutzwände werden somit für den Bereich des Brückbauwerkes unterbrochen und weisen für diesen Berechnungsansatz eine "Lücke" auf. Die Lücke in der Lärmschutzwand ist mit der Länge der Emissionsabschnitte für Korrekturfaktoren gemäß der Schall 03 auf den Brücken identisch.

Anschließend werden diese beiden Berechnungsergebnisse für alle Immissionsorte energetisch zu einem Gesamtpegel addiert.

Durch diese Vorgehensweise wird die schallmindernde Wirkung der Lärmschutzwand für Brücken ohne Unterschottermatten nicht berücksichtigt und es ergibt sich in der Summe eine leichte Überbewertung der rechnerisch ermittelten Immissionen an den nächstgelegenen Gebäuden. Durch diese Berechnungen ergibt sich zu Gunsten der Anwohner ein erhöhter Anspruch auf passive Schallschutzmaßnahmen bei verbleibendem Anspruch auf Schallschutz.

Im Rahmen einer Kosten-/Nutzenrechnung zu den Unterschottermatten wurde zum einen das oben beschriebene Verfahren für die Schallschutzwandoptimierung ohne Unterschottermatten und zum anderen in einem weiteren Schritt unter Berücksichtigung von Unterschottermatten für die jeweiligen Brückenbauwerke durchgeführt.

Durch den Vergleich der Berechnung ohne Unterschottermatte (vgl. Pkt. 1 und 2) und die Berechnungsvariante, bei der für die jeweiligen Brückenbereiche der Einbau der Unterschottermatte schalltechnisch berücksichtigt wird, kann abschließend im Rahmen einer Kosten-Nutzen-Analyse die Verhältnismäßigkeit zum Einbau der Unterschottermatte aus schalltechnischer Sicht beurteilt werden.

Der Brückenzuschlag  $K_{Br}$  gemäß Schall 03 ist kein rein energetischer Zuschlag für die erhöhten Schallemissionen auf Brückenbauwerken, sondern erhält auch einen Lästigkeitszuschlag für die im Rahmen der Berechnung physikalisch nicht berücksichtigten tieffrequenten Geräuschabstrahlungen. Physikalisch erfolgt die Schallabstrahlung von Brücken sowohl in den oberen Halbraum/Luftraum sowie in einer zweiten Komponente durch Schallabstrahlung über Körperschall unterhalb der Brücke und wird durch Schallabstrahlung durch die Brückenportale meist in Form von tieffrequenten Geräuschen abgestrahlt.

Die oberhalb der Brücke abgestrahlte Schallenergie wird durch Lärmschutzwände auf Brücken auf ihrem Ausbreitungsweg gemindert. Die Schallabstrahlung in den unteren Brückenraum (Sekundärluftschall) und die über die Brückenportale folgende Schallabstrahlung sowie der nicht näher in seiner Größe bezifferte Lästigkeitszuschlag für

die tieffrequenten Geräusche kann nicht durch aktive Lärmschutzmaßnahmen gemindert werden.

Bei Nichtberücksichtigung von Lärmschutzwänden im Bereich der Brücken ergibt sich somit eine leichte Überbewertung der Schallabstrahlung der Brücken, da der Schallanteil in dem oberen Luftraum (oberhalb der Brücke) durch eine Lärmschutzwand durchaus gemindert wird, jedoch lässt sich die Minderungswirkung bzw. die verbleibende Lästigkeit zahlenmäßig nicht exakt erfassen.

Unter Berücksichtigung der hier gewählten Vorgehensweise werden bei Lärmschutzwänden auf Brücken ohne Unterschottermatten im Einwirkungsbereich der Brücken eine Überbewertung der Schallimmissionen aus dem Schienenverkehrslärm und somit ein erhöhter Anspruch auf passiven Schallschutz an den nächstgelegenen anspruchsberechtigten Gebäuden berücksichtigt. Diese Vorgehensweise stellt sicher, dass der Anspruch auf passive Schallschutzmaßnahmen immer zugunsten der Anwohner auf der sicheren Seite liegend berücksichtigt wird.

#### • Besonders überwachtes Gleis (BüG)

Das BüG ist eine Schallschutzmaßnahme, die an der Lärmquelle eingreift und eine Minderung von 2 dB(A) bis 4 dB(A) bezogen auf das Rollgeräusch des Zuges ergibt. Gemäß neuer Schall 03 ist die Minderung durch das BÜG abhängig von der Rad- und Schienenrauigkeit und somit abhängig von dem jeweiligen Betriebsprogramm der Strecke. Die Anwendbarkeit des BüG unterliegt bestimmten technischen Randbedingungen. Die zulässige Streckengeschwindigkeit muss mindestens 80 km/h betragen. Der BüG-Abschnitt muss mindestens 300 m lang sein. In Bahnhofsbereichen sowie auf Streckenabschnitten mit Weichentrassen bzw. Streckenabschnitten mit Kurvenradien kleiner 500 m sowie auf Bahnübergängen kann diese Maßnahme nicht eingesetzt werden.

#### • Schienenstegabschirmung (SSA), Schienenstegdämpfer (SSD)

SSD und SSA sind ebenfalls Schallschutzmaßnahmen, die an der Lärmquelle eingreifen und eine Minderung von 2 dB(A) bis 3 dB(A) bezogen auf das Rollgeräusch des Zuges ergibt. Gemäß neuer Schall 03 ist die Minderung abhängig von dem jeweiligen Betriebsprogramm der Strecke. Für Schienenstegdämpfer (SSD) und Schienenstegabschirmungen (SSA) ist ein Einbau auf Brücken mit offener Fahrbahn, im Bereich von Schienenauszügen, Weichen, Isolierstößen, Gleisschaltmitteln sowie im Bereich von Achszählern und Linienzugbeeinflussungsanlagen nicht möglich. Im Rahmen dieser schalltechnischen Untersuchung wurden nur die Bereiche der Linienzugbeeinflussung (Strecke 2650) sowie der Weichenbereiche bei der Berücksichtigung von SSD und SSA ausgeschlossen. Eine detaillierte Aufnahme des Gleisfeldes und eine detaillierte Berücksichtigung von Isolierstößen, Gleisschaltmitteln, Achszählern etc. konnte im Rahmen dieser Untersuchung



nicht durchgeführt werden. Aufgrund der Vielzahl von oben genannten technischen Einrichtungen können diese Maßnahmen im Nahbereich des Hauptbahnhofes nicht eingesetzt werden.

## **2.2 Vorgehensweise bei der Dimensionierung von Schallschutzmaßnahmen**

Im Rahmen dieser schalltechnischen Untersuchung wurden zuerst die Teilbereiche 1 bis 4 mit einer Änderung von Schienenwegen durch Erweiterung um mindestens ein durchgehendes Gleis schalltechnisch untersucht und Schallschutzmaßnahmen dimensioniert. Hierbei wurde in diesen Teilbereichen für Bereiche innerhalb und außerhalb der Baugrenzen getrennte Berechnungen durchgeführt.

Die hier erforderlichen Schallschutzmaßnahmen wurden auch über den Bereich der baulichen Erweiterung um mindestens ein Gleis hinaus dimensioniert und festgelegt.

Anschließend wurden die Teilbereiche 5 bis 7 mit einer Änderung von Schienenwegen durch erheblichen baulichen Eingriff untersucht. Hierbei wurden bei der Dimensionierung der Schallschutzmaßnahmen die bereits in den Abschnitten 1 bis 4 dimensionierten Überstandslängen bei der weiteren Betrachtung berücksichtigt.

Hierdurch ergab sich, dass im Bereich des erheblichen baulichen Eingriffs von km 34+893 bis km 35+674 rechts der Bahntrasse unter Berücksichtigung der Schallschutzmaßnahmen für den Teilbereich 1 und 2 keine Immissionsorte mit einer wesentlichen Änderung im Sinne der 16.BImSchV in diesem Bereich vorliegen. Somit sind keine weiteren Schallschutzmaßnahmen erforderlich.

Im Teilbereich 6 zwischen km 35+904 bis km 36+651 befindet sich links der Bahntrasse der Düsseldorfer Volksgarten. Im Bereich dieser Grünanlagen befinden sich im Einwirkungsbereich der Baumaßnahmen keine Immissionsorte, so dass hier keine Schallschutzmaßnahmen zu prüfen sind.

Ab ca. km 37+200 bis km 40+600 befindet sich der Hauptbahnhof Düsseldorf mit einem Ein- und Ausfahrtsbereich, in dem eine Vielzahl von Weichengassen vorhanden ist. Aufgrund der reduzierten Fahrgeschwindigkeit sowie der vorhandenen Weichengassen ist die Berücksichtigung des BÜG sowie von Schienenstegdämpfern und -abschirmungen in diesem Bereich nicht möglich.

Im Rahmen der Genehmigungsplanung wurde die bautechnische Machbarkeit von Schallschutzmaßnahmen entlang der Trasse mit den Fachplanern abgestimmt. Hierbei ergab sich an einer Vielzahl von Knotenpunkten, Brückenbauwerken und der im

innerstädtischen Bereich der Stadt Düsseldorf sehr nah an der Trasse gelegenen Wohnbebauung, eine Vielzahl von technischen Konflikten für die Errichtung von Schallschutzwänden.

Mit der novellierten Schall 03 wird bei der Berechnung der Schallausbreitung die abschirmende und reflektierende Wirkung vorhandener Gebäude berücksichtigt. Hierdurch ergibt sich insbesondere im innerstädtisch sehr dicht bebauten Bereich (insbesondere im Nahbereich des Hauptbahnhofes Düsseldorf) eine starke Schallpegel mindernde Wirkung durch die mehrgeschossige Riegelbebauung für die Gebäude in der dahinterliegenden Reihe.

Grundsätzlich ist aktiven Schallschutzmaßnahmen Vorrang zu gewähren, solange die Kosten im Verhältnis zum Schutzzweck stehen, um insbesondere auch die Außenwohnbereiche zu schützen.

Sofern aktive Maßnahmen keinen ausreichenden Schallschutz erfüllen können (z.B. bei mehrgeschossigen Gebäuden) um die Immissionsgrenzwerte einzuhalten, weil sie bautechnisch nicht realisierbar sind oder der Aufwand für aktive Schallschutzmaßnahmen außer Verhältnis zum objektbezogenen Nutzen steht, ist auf (ergänzende) passive Maßnahmen ggf. unter Einbeziehung von Entschädigungen für Außenwohnbereiche zurückzugreifen. Diese Vorgehensweise ist konform mit §41 Abs. 2 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG). So ist insbesondere die Einhaltung des Nachtwertes in Wohngebieten, die im Nahbereich der DB-Strecke liegen, durch aktive Schallschutzmaßnahmen in Form von Schallschutzwänden oder -wällen nicht immer möglich, da Schallschutzwände an Bahnstrecken in ihrer Höhe begrenzt sind und nicht beliebig hohe Pegelminderungen erzeugt werden können.

### **2.3 Aktive Schallschutzmaßnahmen**

Betroffene haben prinzipiell einen Anspruch auf "Vollschutz" (Einhaltung der Grenzwerte nach § 2 Absatz 1 der 16. BImSchV) durch aktive Schallschutzmaßnahmen, von dem aber nach Maßgabe des § 41 Absatz 2 BImSchG Abstriche möglich sind. Im Rahmen von Verhältnismäßigkeitsprüfungen wurde jeweils eine differenzierte Kosten-Nutzen-Analyse zu allen 15 Schutzabschnitten, welche hier getrennt betrachtet wurden, vorgenommen. Die Berechnung erfolgte musterhaft für eine niedrige Schallschutzwand ( $h = 0,7 \text{ m}$ ) im Schutzabschnitt A sowie in allen Schutzabschnitten für Wandhöhen von 2,0 m bis 6,0 m in Meterschritten bzw. wurden mit dem Ziel eines Vollschutzes des aktiven Schallschutzes untersucht.

Zusätzlich wurde das Besonders überwachte Gleis (BüG) in Verbindung mit verschiedenen Schallschutzvarianten detailliert untersucht.

Für die Schutzabschnitte, in denen mit Schallschutzwänden und BÜG kein Vollschutz erreicht werden konnte, wurden zusätzliche, innovative Schallschutzmaßnahmen geprüft. Hierbei handelt es sich um Schienenstegdämpfer (SSD) und Schienenstegabschirmung (SSA). SSD und SSA wurden dann auf allen Gleisen berücksichtigt, wo es einer ersten Prüfung nach technisch möglich ist, diese Maßnahmen einzusetzen.

Im Nachfolgenden wird hinsichtlich der möglichen Schallschutzwände rechts und links der Bahntrasse (im Sinne aufsteigender Kilometrierung) eine Variantenuntersuchung hinsichtlich Länge und Höhe ohne und mit BÜG bzw. ohne und mit USM auf Brückenbauwerken durchgeführt. Das BÜG wurde dort berücksichtigt, wo es auch technisch möglich ist und auf Gleisen, die auch wesentlich zu den Schallimmissionen beitragen. Dies sind die Gleise der Strecken 2650, 2670 und 2430. Niederschallschutzwände wurden beispielhaft im Schutzabschnitt A geprüft, zeigen jedoch nur eine geringe Schallpegelminderung bei hohen Kosten, sodass hierzu keine weiteren Berechnungsvarianten aufgezeigt werden.

Der Abstand Schallschutzwand und Gleisachse beträgt bei Geschwindigkeiten bis einschl. 160 km/h 3,30 m (bahnlinke Seite) und ab 160 km/h 3,8 m (bahnrechte Seite). Die Schallschutzwandvarianten wurden hinsichtlich der möglichen Standorte in allen Bereichen mit dem technischen Planer detailliert abgestimmt und wegen der höheren Effektivität möglichst nahe an die relevanten (lautesten Emissionsgleise) Gleise lagemäßig für die einzeln durchzuführenden Varianten je Schutzabschnitt berücksichtigt.

## **2.4 Variantenuntersuchungen / Schutzfallbetrachtungen**

### **2.4.1 Vorgehensweise**

Der Planfeststellungsabschnitt PFA 2.1 erstreckt sich von km 32+800 bis km 40+600 der Strecke 2650 Köln-Deutz – Essen-Altenessen – Hamm (Westf.) durch das dicht bebaute Gebiet der Stadt Düsseldorf. Im Rahmen der Ausbauplanung zum RRX ergeben sich vielfältige Änderungen an den Schienenstrecken der bestehenden Bahntrasse. In der vorliegenden Situation unterscheidet die 16. BImSchV zwischen:

#### **Änderungen von Schienenwegen durch**

- Erweiterung um mindestens ein durchgehendes Gleis bzw.
- erheblichen baulichen Eingriff

Im vorliegenden Planfeststellungsabschnitt PFA 2.1 ergeben sich so insgesamt sieben voneinander abgetrennte Teilbereiche, für die jeweils gesondert die Schutzansprüche anhand dieser beiden Kriterien zu ermitteln sind.

Bei der Änderung von Schienenwegen durch Erweiterung um mindestens ein durchgehendes Gleis ist ein Schutzanspruch bei Überschreitung des gebietsabhängigen Immissionsgrenzwertes der 16. BImSchV gegeben.

Bei Änderungen von Schienenwegen durch erheblichen baulichen Eingriff ist zu prüfen, ob durch den erheblichen baulichen Eingriff eine wesentliche Änderung im Sinne der 16. BImSchV vorliegt. Nur für diese Gebäude ist ein Schutzanspruch gegeben. Eine Dimensionierung und Variantenbetrachtung zu aktiven Schallschutzmaßnahmen erfolgt mit dem Ziel für diese Gebäude eine Einhaltung der Immissionsgrenzwerte der 16. BImSchV zu erreichen.

Als ein Schutzfall wird eine Wohneinheit definiert, für die eine Immissionsgrenzwertüberschreitung vorliegt. Ist eine Wohneinheit sowohl durch eine Grenzwertüberschreitung tags als auch nachts betroffen, handelt es sich dann hierbei um zwei sogenannte Schutzfälle. Innerhalb der Kosten-Nutzen-Rechnung wird dann das Verhältnis von Kosten für aktive Schallschutzmaßnahmen durch die Anzahl der gelösten Schutzfälle, d.h. anspruchsberechtigte Wohneinheiten ohne Grenzwertüberschreitung, gebildet.

Für das sich ergebende Kostenverhältnis von aktiven Maßnahmen zu gelösten Schutzfällen existieren keine festgelegten Richtwerte. Eine Entscheidung, welche aktiven Schallschutzmaßnahmen angemessen sind, beruht immer auf konkreten Betrachtungen im Einzelfall. Um auch auf unterschiedliche bauliche Situationen angemessen zu reagieren, ist der gesamte Planfeststellungsabschnitt, dort wo Ansprüche auf Schallschutzmaßnahmen resultieren oder eine wesentliche Änderung im Sinne der 16. BImSchV vorliegt, in sogenannte Schutzabschnitte zu unterteilen. Eine Unterteilung richtet sich dann nach der vorliegenden Bebauungsstruktur, Schutzwürdigkeit, Nähe zur Trasse etc.

Für die Schutzfallberechnung wurden daher die sieben Teilbereiche weiter gegliedert und in Bereiche mit ähnlicher Gebäudestruktur und Nutzung unterteilt. Diese Bereiche werden nachfolgend als Schutzabschnitte bezeichnet.

In den nachfolgenden Tabellen 2.1 und 2.2 sind die in den Teilbereichen berücksichtigten Schutzabschnitte aufgeführt. Im Lageplan der Unterlage 16.4.2 sind die Teilbereiche und Schutzabschnitte dargestellt.

Tabelle 2.1: Änderung von Schienenwegen durch Erweiterung um mindestens ein durchgehendes Gleis

Teilbereich	Streckenkilometer Strecke 2650	Schutzabschnitt
Teilbereich 1	km 32+800 – km 34+893	A, B, C, D, E
Teilbereich 2	km 35+674 – km 35+904	G, H
Teilbereich 3	km 36+651 – km 37+154	J, K
Teilbereich 4	km 39+880 – km 40+600	N, O

Tabelle 2.2: Änderung von Schienenwegen durch erheblichen baulichen Eingriff

Teilbereich	Streckenkilometer Strecke 2650	Schutzabschnitt
Teilbereich 5	km 34+893 – km 35+674	F
Teilbereich 6	km 35+904 – km 36+651	I
Teilbereich 7	km 37+154 – km 39+880	L, M

Die Variantenuntersuchungen und die Prüfung auf Lösung eines Schutzfalls (Grenzwerteinhaltung) gemäß 16. BImSchV erfolgt für die einzelnen Schutzabschnitte immer separat, auch wenn bei aneinandergrenzenden Schutzabschnitten sich einzelne Schallschutzmaßnahmen in den Nachbarabschnitten auswirken.

Insbesondere das Besonders überwachte Gleis (BüG) wirkt sich immer auch weit über den betrachteten Schutzabschnitt hinaus aus.

Die Kosten für die Schallschutzwände, von Sonderbauwerken und des Besonders überwachten Gleises (BüG) werden anteilig berücksichtigt bzw. eine Fortsetzung der Schallschutzwand in gleicher Höhe in den Nachbarabschnitten berücksichtigt. Bei dieser Vorgehensweise werden sich bei einer Summation der Einzelkosten von Maßnahmen wegen dieser "Überstandslängen" höhere Kosten ergeben, als bei der Kostenberechnung für die Vorzugsvariante. Nur durch eine solche Vorgehensweise wird aber den unterschiedlichen örtlichen Gegebenheiten, im Sinne einer sachgerechten Abwägung, Rechnung getragen.

## 2.4.2 Untersuchte Schallschutzvarianten

Zur Bestimmung der Höhe des Schallschutzes ist gemäß 16. BImSchV nicht die kostengünstigste Variante auszuwählen, sondern eine Variante, die die Kriterien für die Verhältnismäßigkeit gemäß dem EBA-Umwelt-Leitfaden [8] ausreichend würdigt.

Für die durchzuführenden Variantenuntersuchungen wurde der Untersuchungsbereich, welcher sich aus der wesentlichen Änderung gemäß 16. BImSchV ergibt, bei den Immissionsorten mit schalltechnischen Betroffenheiten in 15 Schutzabschnitten detailliert unterteilt (vgl. Übersichtslageplan in Unterlage 16.4.2 und Lageplanausschnitte in den Unterlagen 16.4.3 A bis 16.4.3 O)

Zur Schallschutzabwägung gemäß § 41 Absatz 2 BImSchG sind ausweislich der zuvor genannten Hinweise zur Beurteilung nach 16. BImSchV, die Kosten der zu untersuchenden Schallschutzvariante je gelöstem Schutzfall zu ermitteln. Das Ergebnis ergibt sich als Quotient der Gesamtkosten der jeweiligen Variante aktiver Maßnahmen und der Zahl der gelösten Schutzfälle. Die Anzahl der Schutzfälle ergibt sich aus der Zahl der Wohneinheiten mit Grenzwertüberschreitungen am Tag und in der Nacht, wobei je Überschreitung 1 Schutzfall vorliegt, d.h. Grenzwertüberschreitungen an einer Wohneinheit tags und nachts entsprechen 2 Schutzfällen.

Für die Variantenvergleiche werden die nachfolgend aufgeführten Kosten zugrunde gelegt.

Tabelle 2.3: Berücksichtigte Kosten Schallschutzwand

Höhe	Kosten / lfd. m Schallschutzwand
0,74 m	1.205,00 €
2,0 m	1.380,00 €
3,0 m	1.700,00 €
4,0 m	2.025,00 €
5,0 m	2.660,00 €
6,0 m	2.970,00 €

Kostenansätze gemäß Kostenkennwertekatalog KKK 808.0210A02, Version 2016

Für die Schallschutzvariante „Vollschutz“ werden Schallschutzwände mit einer Höhe von mindestens 8,0 m und in Teilabschnitten von bis zu 15 bzw. 20,0 m ü.SO erforderlich. Die bauliche Umsetzung von Schallschutzwänden mit einer Höhe größer 6,0 m ist nicht möglich, da diese Schallschutzwandhöhen an Bahnstrecken nicht zugelassen sind.

Als zusätzliche innovative Schallschutzmaßnahme wurden Schienenstegdämpfer (SSD) und Schienenstegabschirmung (SSA) berücksichtigt. Diese können jedoch nicht im Bereich für

Strecken mit Linienzugbeeinflussung (Strecke 2650) eingesetzt werden. Des Weiteren sind diese Maßnahmen im Bereich von Schienenauszügen und Weichen sowie bei Gleisschaltmitteln, Isolierstößen und Achszählern nicht einsetzbar. Im Rahmen der Variantenprüfung wurden für die Schienenstegabschirmung (SSA) Kosten von 607,5 € je Meter Gleis und für die Schienenstegdämpfer (SSD) Kosten von 702,5 € je Meter Gleis berücksichtigt. Da diese Schallschutzmaßnahmen nicht abschließend technisch durchgeplant sind, konnte insbesondere die Lage von Achszähler, Isolierstößen und Gleisschaltmitteln nicht erfasst werden, sodass hier eine leichte Überbewertung der möglichen Schallschutzwirkung dieser Maßnahmen vorliegt.

Die Kosten für das Besonders überwachte Gleis (BüG) werden mit 125 € je Meter Gleis berücksichtigt. Im Bereich Düsseldorf-Hauptbahnhof, ab km 37+200 bis km 40+600 kann aus technischen Gründen (Weichengassen; Streckengeschwindigkeit) kein BüG berücksichtigt werden.

Die Kosten für die Unterschottermatten, welche hier bei den sieben Brückenbauwerken mit Lärmschutzwand zu prüfen sind, wurden vom AG ermittelt und für die Varianten entsprechend zur Verfügung gestellt [12].

Im Planfeststellungsabschnitt PFA 3.0 ist ab km 40+600 für zwei Strecken das BüG vorgesehen. Im Rahmen der Schutzfallprüfung wird das BüG im Nachbarabschnitt nicht berücksichtigt. Bei der Berechnung der verbleibenden Anspruchsberechtigten für die Vorzugsvariante wurde die abschnittsübergreifende Schallschutzmaßnahme jedoch berücksichtigt.

Zur Information sind auch Kosten für passive Schallschutzmaßnahmen aufgeführt. Diese werden bei den Variantenuntersuchungen in Abhängigkeit der auftretenden Beurteilungspegel zunächst als Mittelwert in vier Gruppen- je Schutzfall angesetzt. Die Kostenansätze sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 2.4: Berücksichtigte Kosten passive Schallschutzmaßnahmen je Wohneinheit

<b>Pegelklassen (Beurteilungspegel Lr Tag/Nacht)</b>	<b>Kosten je Wohneinheit und Schutzfall</b>
< 54 dB(A)	1.600,00 €
54 dB(A) bis 59 dB(A)	1920,00 €
60 dB(A) bis 64 dB(A)	2240,00 €
> 64 dB(A)	3040,00 €

In die Abwägung zu Kosten-Nutzen gehen allerdings nur Kosten für aktive Schallschutzmaßnahmen ein.

Ohne Schallschutzmaßnahmen ergibt sich in dem vorliegenden Untersuchungsbereich zu den 15 Schutzabschnitten die nachfolgend aufgeführte Anzahl von Schutzfällen. Die Schutzfallabschnitte sind im Lageplan der Unterlage 16.4.2 dargestellt. Zur Information ist auch die Anzahl von Schutzfällen mit Beurteilungspegeln größer 70 dB(A) tags und 60 dB(A) nachts angegeben.

Tabelle 2.5: Anzahl der Schutzfälle ohne Schallschutzmaßnahmen

Schutzabschnitt	Anzahl Schutzfälle			
	Tag	Nacht	Summe	> 70/60dB(A) Tag/Nacht
A	372	768	1140	34/72
B	283	509	792	2/156
C	249	500	749	81/135
D	101	513	614	2/11
E	125	494	619	2/47
F	93	135	228	4/70
G	257	526	783	67/135
H	12	41	53	3/4
I	15	18	33	14/10
J	5	235	240	0/1
K	290	542	832	37/125
L	729	823	1552	104/819
M	245	237	482	261/257
N	438	1143	1581	129/403
O	217	412	629	88/207
<b>Summe Schutzfälle</b>	<b>3452</b>	<b>6917</b>	<b>10369</b>	<b>828/2452</b>

Für jeden Schutzabschnitt (Mit Großbuchstaben A bis O gekennzeichnet) zeigt die Unterlage 16.4.3.X 1 (X variiert von A bis O) den Untersuchungsbereich und die Lage der untersuchten Schallschutzwand bzw. möglicher Varianten. Zusätzlich sind die berechneten Fassadenpunkte (grün) sowie die Konflikt-Fassadenpunkte (rot) für die Berechnungsvariante ohne Schallschutz wiedergegeben.

Die Unterlage 16.4.3.X 2 zeigt die tabellarische Darstellung der Kosten-Nutzen-Berechnung mit Anzahl der Schutzfälle sowie die Kosten der Schallschutzmaßnahmen sowie die Pegelgruppen der Überschreitung des Beurteilungspegels sowie die Anzahl der Überschreitungen des Beurteilungspegels von größer 70 dB(A)/60 dB(A) Tag/Nacht.



In Unterlage 16.4.3.X 3 sind die Berechnungsergebnisse der Tabelle Unterlage 16.4.3.X 2 grafisch dargestellt.

Auch wenn die Berücksichtigung des Besonders überwachten Gleises (BüG) für jeden Schutzabschnitt gesondert geprüft wurde, ist eine Stückelung in Abschnitte mit und ohne BüG nicht sinnvoll. Bei der Kosten-Nutzen-Berechnung werden durch die Abschnittsbildung die Kosten für das BüG deutlich überschätzt (Faktor ~2,2), sodass die Berücksichtigung des BüG als Gesamtmaßnahme kostenmäßig günstiger ist, als die Einzelberechnungen ausweisen. Für die Kosten der Schallschutzwand gilt dieser Sachverhalt ebenfalls, jedoch ist der Kostenvorteil deutlich geringer (Faktor ~1.3).

In der nachfolgenden Tabelle sind die berücksichtigten Kosten für die Vorzugsvariante der aktiven Schallschutzmaßnahmen in den einzelnen Schutzabschnitten aufgeführt.

Die Vorzugsvariante ist in den Unterlagen 16.4.3.X 2 grau hinterlegt.

Tabelle 2.6: Kosten aktiver Schallschutzmaßnahmen für die Vorzugsvariante

Schutzabschnitt	Berücksichtigte Kosten für			Gesamtkosten
	Schallschutzwände	BüG	Sonderbauwerke/ Zusatzkosten	
A	2.632.500 €	975.000 €		<b>3.607.500 €</b>
B	2.261.000 €	637.500 €		<b>2.898.500 €</b>
C	3.736.125 €	1.383.750 €		<b>5.119.875 €</b>
D	2.840.160 €	750.000 €		<b>3.590.160 €</b>
E	4.286.575 €	1.125.000 €	300.000 €	<b>5.711.575 €</b>
F	2.178.750 €	475.000 €	300.000 €	<b>2.953.750 €</b>
G	1.518.750 €	375.000 €	893.105 €	<b>2.786.855 €</b>
H	607.500 €	225.000 €		<b>832.500 €</b>
I	911.250 €	225.000 €	509.343 €	<b>1.645.593 €</b>
J	1.188.675 €	293.500 €		<b>1.482.175 €</b>
K	1.620.000 €	400.000 €	1.030.400 €	<b>3.050.400 €</b>
L	1.308.150 €		2.248.000 €	<b>5.804.150 €</b>
M	1.172.475 €		3.400.175 €	<b>7.972.831 €</b>
N	955.665 €		1.334.000 €	<b>3.623.665 €</b>
O	374.625 €			<b>374.625 €</b>
<b>Gesamt</b>	<b>27.592.200 €</b>	<b>6.789.750 €</b>	<b>10.015.026 €</b>	<b>51.454.154 €</b>

Bei den Kosten zu Errichtung von Schallschutzwänden werden zuerst nur die Standardkosten gemäß Kostentabelle berücksichtigt. In der vorliegenden Situation sind aber an mehreren Stellen im Stadtgebiet aufgrund der Lage der Trasse in Hochlage sowie durch

eine Vielzahl von Brücken Sonderbauten bzw. erhöhte Aufwendungen für die Gründung der Schallschutzwand und/oder Unterschottermatten erforderlich. Diese werden gesondert unter „Sonderbauwerke/Zusatzkosten“ bei der Kostenermittlung ausgewiesen. Diese Kosten wurden von der technischen Planung unter Berücksichtigung der einzelnen konkreten Situationen ermittelt. Insbesondere bei Lärmschutzwänden auf bestehenden Brücken sind immer Sonderlösungen erforderlich.

Für die Schutzabschnitte, für die mit konventionellen Schallschutzmaßnahmen kein Vollschutz erreicht werden konnte, wurden zusätzliche innovative Schallschutzmaßnahmen betrachtet.

Zusätzlich zum Schallschutz der Vorzugsvariante des einzelnen Schutzabschnittes wurden ergänzende Schallschutzmaßnahmen durch Schienenstegdämpfer (SSD) bzw. Schienenstegabschirmung (SSA) berechnet und geprüft. Sowohl die Schienenstegdämpfer als auch die Schienenstegabschirmung können mit der Minderung des Besonders überwachten Gleises (BüG) kombiniert werden. Als Zusatzvarianten wurden 4, 5 und 6 Meter hohe Außenwände und zusätzlich Schienenstegdämpfer (SSD) bzw. Schienenstegabschirmung (SSA) untersucht. Für die Schutzabschnitte, für die in der Vorzugsvariante das BüG berücksichtigt wird, ist diese Schallschutzmaßnahme ebenfalls Bestandteil der Berechnungsvariante.

### **2.4.3 Schutzabschnitt A; bahnrechts, Änderungen von Schienenwegen durch Erweiterung um mindestens ein durchgehendes Gleis**

Die Schallschutzwand beginnt an der südlichen Planfeststellungsgrenze des PFA 2.1 und endet im Bereich des Abzweigs der S-Bahnstrecke 2413. Eine Fortführung der Schallschutzwand in den Schutzabschnitt D ist im Rahmen der Variantenuntersuchung nicht erforderlich und wurde hier nicht berücksichtigt, da sich der in Hochlage befindliche Abzweig der S-Bahnstrecke 2413 den Bereich schalltechnisch abgrenzt.

Im Schutzabschnitt A wurde zusätzlich zu den Schallschutzwandhöhen von 2 m bis 6 m eine weitere Schallschutzvariante mit niedriger Schallschutzwand mit einer Höhe von 0,74 m dicht am Gleis geprüft. Wie die Berechnungsergebnisse im Schutzabschnitt A zeigen, wird durch diese Schallschutzwand nur eine geringe Anzahl von Schutzfällen gelöst bei vergleichsweise hohen Kosten je Schutzfall.

Aufgrund der geringen Wirkung dieser Schallschutzwand sowie der teilweise schwierig zu realisierenden Errichtung dieser niedrigen Wände wurde in den Folgeabschnitten diese Variante nicht weiter verfolgt. Die Errichtung von zwei Meter hohen Lärmschutzwänden an gleicher Stelle ist bei geringeren Kosten und höherer Schutzwirkung im gesamten Planfeststellungsbereich möglich.

Durch die Überlagerung der Schallschutzmaßnahmen SSA bzw. SSD mit dem Besonders überwachten Gleis (BüG) ist die zusätzliche Minderungswirkung sehr gering (vgl. Kapitel 2.6.1).

Für die Wahl der Vorzugsvariante sind nicht allein akustische Aspekte ausschlaggebend. Im vorliegenden Schutzabschnitt ist sowohl die Verschattung durch die südwestlich der Bebauung gelegenen Lärmschutzwand als auch die städtebauliche Verträglichkeit der gewählten Vorzugsvariante von Bedeutung.

Als Vorzugsvariante wird eine 4 m hohe Schallschutzwand mit Berücksichtigung des Besonders überwachten Gleises vorgeschlagen. Es verbleiben 71 Schutzfälle (von 1.140 ohne Schallschutz) bei Kosten von 3.375 € je gelösten Schutzfall.

Bei Einsatz von SSD bzw. SSA lassen sich die Schutzfälle auf 46 bzw. 45 reduzieren, die Kosten je gelöstem Schutzfall liegen aber ca. doppelt so hoch. Vgl. Unterlage 16.4.3 A2.

Die Variantenuntersuchung zu den USM (vgl. Kapitel 2.1) entfällt in diesem Schutzabschnitt, da hier die USM gemäß den Vorgaben der Schall 03 vorgesehen werden.

Zur Erreichung des Vollschutzes in diesem Schutzabschnitt müsste die Schallschutzwand in Teilbereichen auf bis zu 9,0 m ü.SO erhöht werden. Hierdurch entstehen Kosten von

mindestens 6.934 € je gelösten Schutzfall. Die Realisierbarkeit einer 9,0 m ü.SO hohen Schallschutzwand ist an Bahnstrecken bautechnisch nicht möglich.

#### **2.4.4 Schutzabschnitt B, bahnlinks, Änderung von Schienenwegen durch Erweiterung um mindestens ein durchgehendes Gleis**

Bei der Berechnung der Schutzfallvarianten im Schutzabschnitt B wurde die Fortführung der Schallschutzwand im PFA 2.0 und in dem Nachbarschutzabschnitt C jeweils mit der entsprechenden Variantenhöhe bei der Berechnung unterstellt.

Für die Wahl der Vorzugsvariante sind nicht allein akustische Aspekte oder das günstigste Kosten-Nutzen-Verhältnis ausschlaggebend.

Die zu schützende Wohnbebauung liegt südöstlich der Bahntrasse. Zusätzlich befindet sich hier ein Seniorenwohnheim mit einem erhöhten Schutzanspruch. Als Vorzugsvariante wird eine 5 m hohe Schallschutzwand mit Berücksichtigung des Besonders überwachten Gleises vorgeschlagen. Es verbleiben 41 Schutzfälle (von 792 ohne Schallschutz) bei Kosten von 3.860 € je gelösten Schutzfall.

Mit dieser Lärmschutzmaßnahme werden alle Schutzfälle zum Tageszeitraum gelöst. Mit einer weiteren Erhöhung der Lärmschutzwand auf 6,0 mit BüG können bei nur leicht steigenden Kosten (4.033 € je gelösten Schutzfall) weitere 33 Schutzfälle, bei nur 8 verbleibenden Schutzfällen gelöst werden. Die verbleibenden Schutzfälle bei Betrachtung der Vorzugsvariante weisen zum Nachtzeitraum einen Beurteilungspegel von kleiner 54 dB(A) auf. Durch die gewählte Vorzugsvariante wird hier bereits eine deutliche Pegelminderung erzielt. Daher wurden hier städtebauliche Erwägungen für die im Nahbereich der Trasse gelegenen Kleingärten und dem Aspekt der Verschattung, entgegen einer höheren Lärmschutzwand bei der Wahl der Vorzugsvariante, berücksichtigt.

Zur Erreichung des Vollschutzes in diesem Schutzabschnitt müsste die Schallschutzwand in Teilbereichen auf bis zu 8,0 m ü.SO erhöht werden. Hierdurch entstehen Kosten von mindestens 5.296 € je gelösten Schutzfall. Die Realisierbarkeit einer 8,0 m ü.SO hohen Schallschutzwand ist an Bahnstrecken bautechnisch nicht möglich.

Die Ergebnisse inklusive der Auswirkungen von SSD und SSA sind tabellarisch der Unterlage 16.4.3 B2 und grafisch der Unterlage 16.4.3 B3 zu entnehmen. Durch die Überlagerung der Minderungswirkung des Besonders überwachten Gleises (BüG) und der Schienenstegabschirmung bzw. Schienenstegdämpfung ist die Minderungswirkung dieser Schallschutzmaßnahme sehr gering (Vergl. Kapitel 2.6.1). Mit diesen zusätzlichen Schallschutzmaßnahmen lassen sich nur wenige zusätzliche Schutzfälle lösen und die Kosten je Schutzfall sind mit über 6.000 € je gelösten Schutzfall deutlich höher als bei der

gewählten Vorzugsvariante. Die Variantenuntersuchung zu den USM (vgl. Kapitel 2.1) entfällt in diesem Schutzabschnitt, da hier die USM gemäß den Vorgaben der Schall 03 vorgesehen werden.

#### **2.4.5 Schutzabschnitt C, bahnlinks, Änderung von Schienenwegen durch Erweiterung um mindestens ein durchgehendes Gleis**

Im Schutzabschnitt C wurde die Fortführung der Schallschutzwand mit der entsprechenden Variantenhöhe in die Schutzabschnitte B und E berücksichtigt.

Für die Wahl der Vorzugsvariante sind nicht allein akustische Aspekte oder das günstigste Kosten-Nutzen-Verhältnis ausschlaggebend. Aus akustischer Sicht ist auch die Variante mit einer 6,0 m hohen Lärmschutzwand unter Berücksichtigung des BÜG unter reinen Kosten-Nutzen Erwägungen eine mögliche Wahl. Insbesondere städtebauliche Erwägungen und die hohe Verschattung in den Morgenstunden begründen die Wahl der Vorzugsvariante.

Als Vorzugsvariante wird eine 4 m hohe Schallschutzwand mit Berücksichtigung des Besonders überwachten Gleises vorgeschlagen. Es verbleiben 105 Schutzfälle (von 749 ohne Schallschutz) bei Kosten von 7.950 € je gelösten Schutzfall. Durch eine Erhöhung der Lärmschutzwand können weitere Schutzfälle gelöst werden. Für 48 zusätzlich gelöste Schutzfälle bei einer 5,0 m hohen Lärmschutzwand ergeben sich jedoch in der Summe Zusatzkosten von größer 1.000.000 € (9.092 € je gelösten Schutzfall) für aktive Schallschutzmaßnahmen.

Zur Erreichung des Vollschutzes in diesem Schutzabschnitt müsste die Schallschutzwand auf einer Gesamtlänge von ca. 2.000 m auf 8,0 m, in Teilabschnitten bis zu 10 m ü.SO erhöht werden. Hierdurch entstehen abgeschätzte Kosten von ca. 19.359 € je gelösten Schutzfall. Die Realisierbarkeit dieser Schallschutzvariante ist bautechnisch an Bahnstrecken nicht möglich.

Durch die Überlagerung der Schallschutzmaßnahmen SSA bzw. SSD mit dem Besonders überwachten Gleis (BÜG) ist die zusätzliche Minderungswirkung sehr gering (vgl. Kapitel 2.5) Die Ergebnisse inklusive der Auswirkungen von SSD und SSA sind der Unterlage 16.4.3 C2 und C3 zu entnehmen. Auch unter zusätzlicher Berücksichtigung innovativer Schallschutzmaßnahmen lassen sich nicht alle Schutzfälle lösen. Es werden maximal 30 zusätzliche Schutzfälle gelöst. Die Kosten je Schutzfall steigen damit auf über 10 T€ bei zusätzlichen Kosten von über 2 Mio. € für die zusätzlichen aktiven Schallschutzmaßnahmen.

Die Variantenuntersuchung zu den USM (vgl. Kapitel 2.1) entfällt in diesem Schutzabschnitt, da hier die USM gemäß den Vorgaben der Schall 03 vorgesehen werden.

#### **2.4.6 Schutzabschnitt D, bahnrrechts, Änderung von Schienenwegen durch Erweiterung um mindestens ein durchgehendes Gleis**

Bei der Berechnung des Schutzabschnittes D wurde die Berücksichtigung einer Schallschutzwand mit der entsprechenden Variantenhöhe im angrenzenden Schutzabschnitt A berücksichtigt.

Zuerst wurde die Schutzfalluntersuchung ohne die Berücksichtigung der im Lageplan der Unterlage 16.4.3.D1 gekennzeichneten „Zusatzwand“ durchgeführt. Anschließend wurden zusätzlich Variantenbetrachtungen von 4,0 m, 5,0 m und 6,0 m hohen Schallschutzwänden an der Hauptstrecke mit einer 2,0 m bzw. 3,0 m hohe zusätzliche Schallschutzwand entlang des Güterzuggleises der Strecke 2417 auf ihre Wirksamkeit geprüft. Diese Varianten wurden jeweils ohne und mit Berücksichtigung des BÜG durchgeführt.

Für die Wahl der Vorzugsvariante sind nicht allein akustische Aspekte oder das günstigste Kosten-Nutzen-Verhältnis ausschlaggebend. Als Vorzugsvariante wird hier eine 4 m hohe Schallschutzwand entlang der Hauptstrecke sowie eine 2 m hohe Zusatz Schallschutzwand entlang der Güterzugstrecke 2417 unter Berücksichtigung des BÜG vorgeschlagen. Für diese Situation mit Berücksichtigung des Besonders überwachten Gleises verbleiben 30 Schutzfälle (von 614 ohne Schallschutz) bei Kosten von 6.148 € je gelösten Schutzfall.

Unter reinen Kosten-Nutzen-Erwägungen ist auch anstelle der 4,0 m hohen Lärmschutzwand an der Hauptstrecke eine 5,0 m hohe Lärmschutzwand bei nur ca. 800 € Zusatzkosten je gelösten Schutzfall möglich. Die Erhöhung der Zusatzwand von 2,0 m auf 3,0 m zeigt keine signifikante Verbesserung des Schallschutzes. In der vorliegenden Situation führen insbesondere städtebauliche Erwägungen sowie die zunehmende Verschattung durch eine höhere Lärmschutzwand zur Bevorzugung der 4,0 hohen Lärmschutzwand an der Hauptstrecke.

Zur Erreichung des Vollschatzes in diesem Schutzabschnitt müsste die Schallschutzwand parallel zur Hauptstrecke auf 8,0 m und in Teilabschnitten bis auf 10,0 m und die Schallschutzwand parallel zur Strecke 2417 auf 3,0 m erhöht werden. Hierdurch entstehen abgeschätzte Kosten von ca. 21.255 € je gelösten Schutzfall. Die Realisierbarkeit ist an Bahnstrecken bautechnisch nicht möglich.

Durch die Überlagerung der Schallschutzmaßnahmen SSA bzw. SSD mit dem Besonders überwachten Gleis (BÜG) ist die zusätzliche Minderungswirkung sehr gering. Es werden maximal 20 zusätzliche Schutzfälle (bei Zusatzkosten von 25% bis 30% je gelösten Schutzfall) zum Nachtzeitraum gelöst. Die Ergebnisse inklusive der Auswirkungen von SSD und SSA sind der Unterlage 16.4.3 D2.2 zu entnehmen. Zusätzlich wird die Lärmschutzwand mit einer Höhe von 2,0 m ü.SO an der Nebenstrecke, sowie das BÜG berücksichtigt. Auch mit diesen zusätzlichen Maßnahmen lassen sich nicht alle Schutzfälle lösen.

Die Variantenuntersuchung zu den USM (vgl. Kapitel 2.1) entfällt in diesem Schutzabschnitt, da hier die USM gemäß den Vorgaben der Schall 03 vorgesehen werden.

#### **2.4.7 Schutzabschnitt E, bahnlinks, Änderung von Schienenwegen durch Erweiterung um mindestens ein durchgehendes Gleis**

Im Schutzabschnitt E wird die Fortführung der Schallschutzwand in den Schutzabschnitt C mit der entsprechenden Variantenhöhe berücksichtigt. Zur Fortführung der Schallschutzwand in den Schutzabschnitt F ist eine Sonderkonstruktion über das Brückenbauwerk der Eisenbahnunterführung der Strecke 2411 erforderlich. Daher wird in einer Variante geprüft, ob dieses Brückenbauwerk im Rahmen einer Kosten-Nutzen-Analyse vertretbar ist.

In einer ersten Variante wird eine kurze Schallschutzwand bis ca. km 34+928 ohne Zusatzkosten für das Bauwerk geprüft und in einem weiteren Untersuchungsschritt die Fortführung dieser Schallschutzwand über das Brückenbauwerk bis in den Nachbarabschnitt. Die Lage dieser Schallschutzwand ist in Unterlage 16.4.3.E1 dargestellt. Nach Ermittlung einer Vorzugshöhe für die Schallschutzwand an der Hauptstrecke wurde zusätzlich eine Schallschutzwand entlang der Güterzugstrecke 2411 auf ihre Wirksamkeit geprüft. Hier wurde eine Zusatzwand von 3 m und 4 m Höhe betrachtet.

Im Rahmen der Verhältnismäßigkeitsprüfung wurden für die Sonderkonstruktion des Brückenbauwerkes Sonderkosten von 600 T€ berücksichtigt. Die Kosten wurden im Rahmen der Kosten-Nutzen-Prüfung zu gleichen Teilen in den Schutzabschnitten E und F berücksichtigt, sodass hier anteilige Kosten für das Brückenbauwerk von 300 T€ vorliegen.

Für die Wahl der Vorzugsvariante sind nicht allein akustische Aspekte oder das günstigste Kosten-Nutzen-Verhältnis ausschlaggebend. Als Vorzugsvariante wird eine 4,0 m hohe Schallschutzwand (auch auf dem Brückenbauwerk) außen und 3,0 m hohe Zusatzwand inklusive Berücksichtigung des Besonders überwachten Gleises vorgeschlagen. Es verbleiben 36 Schutzfälle (von 619 ohne Schallschutz) bei Kosten von 9.797 € je gelösten Schutzfall.

Wie die Kosten-Nutzen-Berechnungen zeigen, sind in der vorliegenden Situation mehrere Lärmschutzvarianten bei angemessenen Kosten je gelösten Schutzfall möglich. Mit einer Erhöhung der Lärmschutzwand können nur wenige zusätzlich Schutzfälle gelöst werden. Die verbleibenden Schutzfälle weisen Beurteilungspegeln zum Nachtzeitraum von kleiner 54 dB(A) auf. Aufgrund dieser relativ niedrigen Lärmbelastung der verbleibenden Schutzfälle wurden hier städtebauliche Aspekte und die Verschattung von Freibereichen bei der Wahl der Vorzugsvariante berücksichtigt.

Zur Erreichung des Vollschatzes in diesem Schutzabschnitt müsste die Schallschutzwand parallel zur Hauptstrecke auf ca. 9,0 m und die Schallschutzwand parallel zur Strecke 2411 auf 4,0 m erhöht werden. Hierdurch entstehen abgeschätzt Kosten von ca. 20.079 € je gelösten Schutzfall. Die Realisierbarkeit dieser Schallschutzvariante insbesondere die Errichtung der Schallschutzwand auf dem Überfahrungsbauwerk der Strecke 2411 ist nicht sichergestellt und voraussichtlich mit deutlich höheren Kosten verbunden als in Rahmen dieser Abschätzung berücksichtigt.

Die Aufschlüsselung der Kosten und Anzahl von Schutzfällen ist der Unterlage 16.4.3 E2.1/2.2 zu entnehmen.

Durch die Überlagerung der Schienenstegabschirmung (SSA) bzw. Schienenstegdämpfer (SSD) mit dem Besonders überwachten Gleis (BüG) ergibt sich nur eine geringe zusätzliche Minderung durch diese Schallschutzmaßnahmen (vergl. Kapitel 2.6.1) Bei nur geringfügig mehr gelösten Schutzfällen (4 bzw. 5) liegen mit SSD bzw. SSA die Kosten je gelösten Schutzfall deutlich höher.

Die Variantenuntersuchung zu den USM (vgl. Kapitel 2.1) entfällt in diesem Schutzabschnitt, da hier die USM gemäß den Vorgaben der Schall 03 vorgesehen werden.

#### **2.4.8 Schutzabschnitt F, bahnlinks, Änderung von Schienenwegen durch erheblichen baulichen Eingriff**

Im Schutzabschnitt E wurde die Fortführung der Schallschutzwand über das Brückenbauwerk der Strecke 2411 als Vorzugsvariante ermittelt. Im Nahbereich dieser Eisenbahnüberführung liegen im Schutzabschnitt F eine Vielzahl betroffener Gebäude, die mit einer Lücke in der Schallschutzwand an dieser Stelle nicht geschützt werden können. Die anteiligen Zusatzkosten für die Sonderkonstruktion von 300 T€ wurden bei der Berechnung berücksichtigt. Für den Schutzabschnitt F wurde die Fortführung der Schallschutzwand in den Schutzbereich E sowie in den angrenzenden Schutzbereich H mit der entsprechenden Variantenhöhe bei der Berechnung berücksichtigt. Zusätzlich zu der Schallschutzwand entlang der Hauptstrecke wurde in einem weiteren Berechnungsschritt eine Zusatz Schallschutzwand entlang der Güterzugstrecke 2411 geprüft.

Als Vorzugsvariante wird eine 4,0 m hohe Schallschutzwand außen und 3,0 m hohe Zusatzwand inklusive Berücksichtigung des Besonders überwachten Gleises vorgeschlagen. Es verbleiben 8 Schutzfälle (von 228 ohne Schallschutz) bei Kosten von 13.426 € je gelösten Schutzfall. Durch eine Erhöhung der Schallschutzwand außen kann im Vergleich zur Vorzugsvariante kein zusätzlicher Schutzfall gelöst werden. Die Erhöhung der zusätzlichen Schallschutzwand bringt bei deutlich höheren Kosten auch nur eine geringe zusätzliche Schutzfalllösung. Aufgrund des guten Kosten-Nutzen-Verhältnisses und der



geringen Anzahl an ungelösten Schutzfällen wurde die oben erläuterte Vorzugsvariante gewählt.

Durch die Überlagerung der Schienenstegabschirmung (SSA) bzw. Schienenstegdämpfer (SSD) mit dem Besonders überwachten Gleis (BüG) ergibt sich nur eine geringe zusätzliche Minderung durch diese Schallschutzmaßnahmen (vergl. Kapitel 2.6.1) Durch zusätzliche Maßnahmen SSD und SSA lässt sich kein zusätzlicher Schutzfall lösen jedoch sind hier die Kosten je Schutzfall um mehr als 10 T€ höher.

Für den Vollschutz ist die Erhöhung der Schallschutzwand im Bereich des Überführungsbauwerks der Strecke 2411 auf 6,0 m erforderlich. Die Zusatzwand parallel zur Strecke 2411 ist ebenfalls auf 6,0 m aufzustocken. Ob und mit welchen Zusatzkosten die Errichtung der Schallschutzwand im Bereich des Überführungsbauwerks möglich ist, kann nicht abgeschätzt werden und bleiben bei der Kostenschätzung unberücksichtigt. Nur durch die Erhöhung der Schallschutzwand (ohne Zusatzkosten für Gründung etc.) ergeben sich dann Kosten von mindestens 17.728 € je gelösten Schutzfall, was vor allem auch im Hinblick auf die Mehrkosten von ca. 1 Mio. Euro für die 8 zusätzlich gelösten Schutzfälle im Vergleich zur Vorzugsvariante unverhältnismäßig erscheint.

Die Variantenuntersuchung zu den USM (vgl. Kapitel 2.1) entfällt in diesem Schutzabschnitt, da hier die USM gemäß den Vorgaben der Schall 03 vorgesehen werden.

#### **2.4.9 Schutzabschnitt G, bahnrechts, Änderung von Schienenwegen durch Erweiterung um mindestens ein durchgehendes Gleis**

Für den Schutzabschnitt G wurde bei der Lage der Schallschutzwand eine hinreichende Überstandslänge in die Nachbarabschnitte berücksichtigt. Die Länge der Schallschutzwand ist im Lageplan der Unterlage 16.4.3.G1 dargestellt.

In dem nur 230 Meter langen Schutzabschnitt befindet sich gleisnah eine Vielzahl mehrgeschossiger Gebäude. Für die Wahl der Vorzugsvariante sind nicht allein akustische Aspekte oder das günstigste Kosten-Nutzen-Verhältnis ausschlaggebend (vgl. Kapitel 2.5).

Für den vorliegenden Schutzabschnitt wurde zusätzlich geprüft, ob der Einbau einer Unterschottermatte im Bereich des Brückenbauwerks EÜ Siegburger Straße und EÜ Bahnsteigzugang Oberbilk eine effektive Schallschutzmaßnahme darstellt. Die besondere Vorgehensweise bei der Berechnung der Schallschutzvariante ohne Unterschottermatte im Bereich des Brückenbauwerks sind im Kapitel 2.1 beschrieben. Die Kosten für den Einbau der Unterschottermatten belaufen sich auf 893.105 €. Jedoch zeigt sich, dass bei vergleichbaren Kosten je Schutzfall die Anzahl verbleibender Schutzfälle, unabhängig von der Lärmschutzwandhöhe deutlich geringer ist.

Als Vorzugsvariante wird eine 4,0 m hohe Schallschutzwand mit Berücksichtigung des Besonders überwachten Gleises und dem Einbau von Unterschottermatten für das Brückenbauwerk EÜ Siegburger Straße und EÜ Bahnsteigzugang Oberbilk vorgeschlagen. Es verbleiben 85 Schutzfälle (von 783 ohne Schallschutz) bei Kosten von 3.993 € je gelösten Schutzfall. Auch die Lärmschutzwandvarianten mit 5,0 m bzw. 6,0 m hohen Lärmschutzwänden sind unter reiner Kosten-Nutzen-Abwägung möglich. Die Mehrkosten von ca. 500 € - 650 € bei Kosten von ca. 4500 € je Schutzfall sind als verhältnismäßig anzusehen. Bei der Wahl der Vorzugsvariante wurden jedoch auch städtebauliche Aspekte sowie die örtlichen Gegebenheiten (soziale Kontrolle Bahnsteig S-Bahn-Station Düsseldorf-Oberbilk) berücksichtigt.

Durch die Maßnahmen SSA und SSD lassen sich zwei bzw. drei zusätzliche Schutzfälle lösen, die Kosten je gelösten Schutzfall liegen dabei ca. 13 % höher als bei der Variante der 4,0 m hohen Schallschutzwand, wobei die Gesamtkosten der Schallschutzmaßnahmen um ca. 400.000 € steigen. Im Hinblick auf das Kosten-Nutzen-Verhältnis und die höheren Gesamtkosten erscheint die Anwendung dieser Maßnahmen unverhältnismäßig.

Die Kosten-Nutzen-Analyse hat ergeben, dass der Einsatz von USM im Bereich der EÜ Siegburger Straße verhältnismäßig ist. Daher sind diese auf den sechs Gleisen der Hauptstrecke vorzusehen.

Aufgrund der gleisnahen mehrgeschossigen Wohnbebauung ist für den Vollschutz eine ca. 12 m hohe Schallschutzwand erforderlich. Damit ergeben sich Kosten von 11.198 € je gelösten Schutzfall für die Vollschutzvariante. Die Errichtung dieser Wandhöhe ist bautechnisch an Bahnstrecken nicht möglich.

#### **2.4.10 Schutzabschnitt H, bahnlinks, Änderung von Schienenwegen durch Erweiterung um mindestens ein durchgehendes Gleis**

Im Schutzabschnitt H wird eine Überstandslänge der Schallschutzwand mit der entsprechenden Variantenhöhe in den Schutzabschnitt F hinein berücksichtigt. Innerhalb des Schutzabschnittes H endet die Schallschutzwand bei km 35+834 vor der Eisenbahnüberführung Siegburger Straße sowie dem Abzweig zum Betriebsbahnhof Düsseldorf. Eine weitere Fortführung Richtung Westen in den Volksgarten hinein ist nicht erforderlich, da in diesem Bereich keine schützenswerten Nutzungen im Nahbereich der Trasse vorhanden sind. Innerhalb des Schutzabschnittes befinden sich nur wenige Wohngebäude die auch einen größeren Abstand zur Bahntrasse aufweisen.

Aufgrund der Trassenhochlage ergibt sich eine gute Schutzwirkung der Schallschutzwand (vgl. Kapitel 2.5). Allein aufgrund der Kosten-Nutzen-Abwägungen ist eine Schallschutzwand

in diesem Bereich nicht erforderlich, da hier nur eine geringe Anzahl von Schutzfällen bei hohen Kosten (>30 T€) gelöst wird. In der Gesamtschau unter Berücksichtigung der Fortführung der Überstandslänge aus dem Schutzabschnitt F (inkl. Fortführung des BÜG) wird als Vorzugsvariante eine 4 m hohe Schallschutzwand mit Berücksichtigung des Besonders überwachten Gleises vorgeschlagen. Es verbleiben 30 Schutzfälle (von 53 ohne Schallschutz) bei Kosten von 36.196 € je gelösten Schutzfall.

Der Vollschutz ist, für diesen Schutzabschnitt nur durch die Verlängerung der Schallschutzwand Richtung Norden über das Brückenbauwerk Siegburger Straße hinweg zu erreichen. Nördlich der Siegburger Straße kann die Schallschutzwand nicht gleisnah an der Hauptstrecke geführt werden, da hier drei Zufahrtsgleise zum Betriebsbahnhof verlaufen. Der bautechnische Aufwand für das Brückenbauwerk für die Schallschutzwand und der Mehraufwand zur Errichtung der Schallschutzwand im Bereich des Volksgartens werden hier mit 500.000 € abgeschätzt. Ein möglicherweise erforderlicher Grunderwerb bzw. andere Bauhindernisse werden an dieser Stelle nicht zusätzlich berücksichtigt. Die Realisierbarkeit dieser Schallschutzmaßnahme ist nicht sichergestellt.

Die Kosten-Nutzen-Analyse hat ergeben, dass der Einsatz von USM im Bereich der EÜ Siegburger Straße verhältnismäßig ist. Daher sind diese auf den sechs Gleisen der Hauptstrecke vorzusehen.

Der Vollschutz kann unter Berücksichtigung der oben aufgeführten Vorbehalte mit einer ca. 6,0 m ü.SO der Strecke 2430 hohen und 600 m langen Schallschutzwand erreicht werden. Hierfür ergeben sich Kosten von mindestens 45.887 € je gelösten Schutzfall.

Durch die Maßnahmen SSA und SSD lassen sich weitere ca. 15 Schutzfälle lösen, die Kosten je gelösten Schutzfall liegen dabei mit über 88 T€ bis ca. 100 T€ je Schutzfall jedoch deutlich (Faktor 3) über den Kosten der Vorzugsvariante.

Die Variantenuntersuchung zu den USM (vgl. Kapitel 2.1) entfällt in diesem Schutzabschnitt, da hier die USM gemäß den Vorgaben der Schall 03 vorgesehen werden.

#### **2.4.11 Schutzabschnitt I, bahnrechts, Änderung von Schienenwegen durch erheblichen baulichen Eingriff**

Im Bereich des Schutzabschnittes I befinden sich in Bahnnähe überwiegend gewerbliche Nutzungen daher ist die Anzahl der betroffenen Gebäude sehr gering. Aufgrund der erforderlichen Überstandslängen im den Schutzabschnitten G und K ergibt sich in diesem Schutzabschnitt eine verbleibende Lücke in der Schallschutzwand von ca. 450 Meter. Das in den Nachbarabschnitten berücksichtigte Besonders überwachte Gleis (BÜG) erfordert ebenfalls eine Überstandslänge in diesen Schutzabschnitt. Isoliert betrachtet ergeben sich

bei der gewählten Vorzugsvariante (BüG und einer vier Meter hohen Schallschutzwand als Lückenschluss) relativ hohe Kosten je gelösten Schutzfall. In der Gesamtschau unter Berücksichtigung der Nachbarabschnitte ist diese Schallschutzvariante jedoch vertretbar.

Für den vorliegenden Schutzabschnitt wurde zusätzlich geprüft, ob der Einbau einer Unterschottermatte im Bereich des Brückenaauwerks EÜ Emmastraße eine effektive Schallschutzmaßnahme darstellt. Die besondere Vorgehensweise bei der Berechnung der Schallschutzvariante ohne Unterschottermatte im Bereich des Brückenbauwerks sind im Kapitel 2.1 beschrieben. Die Kosten für den Einbau der Unterschottermatten belaufen sich auf 509.434 €. Jedoch zeigt sich, dass bei geringern Kosten je Schutzfall die Anzahl verbleibender Schutzfälle deutlich geringer ist und eine Vielzahl der Schutzfälle gelöst werden können.

Als Vorzugsvariante wird eine 4,0 m hohe Schallschutzwand mit Berücksichtigung des Besonders überwachten Gleises sowie der Einbau von Unterschottermatten im Bereich des Brückenbauwerks EÜ Emmastraße vorgeschlagen. Es verbleiben 13 Schutzfälle (von 33 ohne Schallschutz) bei Kosten von 60.951 € je gelösten Schutzfall (vgl. Unterlage 16.4.3 I2).

Bei Einsatz von SSD bzw. SSA lässt sich kein Schutzfall zusätzlich lösen. Die sich dadurch ergebenden Kosten von ca. 12 T€ je gelösten Schutzfall sind damit unverhältnismäßig.

Die Kosten-Nutzen-Analyse hat ergeben, dass der Einsatz von USM im Bereich der EÜ Bahnsteigzugang Oberbilk und EÜ Emmastraße verhältnismäßig ist. Daher sind diese auf allen Gleisen auf den Brückenbauwerken vorzusehen.

Zur Realisierung des Vollschutzes ist im Übergang zum Schutzabschnitt G eine mit einer Länge von 50 m ca. 10 m hohen Schallschutzwand bei einer Mindesthöhe der übrigen Wand von 6,0m erforderlich. Zum Schutz der 7 verbleibenden Schutzfälle ergeben sich damit Kosten von ca. 100 T€ je gelösten Schutzfall für die Vollschutzvariante. Die Errichtung von Schallschutzwänden mit einer Höhe von über 6,0m ü.SO ist an Bahnstrecken nicht möglich.

#### **2.4.12 Schutzabschnitt J, bahnlinks, Änderung von Schienenwegen durch Erweiterung um mindestens ein durchgehendes Gleis**

Im Schutzabschnitt J wurde nur die dargestellte Schallschutzwand berücksichtigt, da hier in Richtung Volksgarten eine hinreichende Überstandslänge gegeben ist und die Fortführung der Schallschutzwand in den Schutzabschnitt L technisch nicht möglich ist. Ab der EÜ Oberbilk Allee (km 37+200) können aus technischen Gründen (Streckengeschwindigkeit, Weichen, Gleisschaltmittel ect.) das Besonders überwachte Gleis (BüG) sowie die innovativen Maßnahmen Schienenstegdämpfer (SSD) und -abschirmungen (SSA) nicht

angewendet werden. Die Anwendungskriterien für das BüG sowie von SSA und SSD sind detailliert im Kapitel 2.1 aufgeführt.

Aufgrund der Trassenhochlage ergibt sich eine gute Schallschutzwirkung der Schallschutzwand (vgl. Kapitel 2.5). Für die Wahl der Vorzugsvariante sind in der vorliegenden Situation nicht allein akustische Aspekte oder das günstigste Kosten-Nutzen-Verhältnis ausschlaggebend.

Als Vorzugsvariante wird eine 4,0 m hohe Schallschutzwand mit Berücksichtigung des Besonders überwachten Gleises vorgeschlagen. Es verbleiben 4 Schutzfälle (von 240 ohne Schallschutz) bei Kosten von 6.280 € je gelösten Schutzfall. Bei der Wahl der Vorzugsvariante wurden auch städtebauliche Aspekte sowie die örtlichen Gegebenheiten (soziale Kontrolle Bahnsteig S-Bahn-Station Düsseldorf Volksgarten) berücksichtigt.

Der Vollschutz könnte mit einer 6,0 m hohen Schallschutzwand mit BüG erreicht werden. Bei Zusatzkosten von ca. 500.000 € ergeben sich dann Kosten von 8.487 € je gelösten Schutzfall.

Die zusätzliche schallmindernde Wirkung von SSD und SSA in Kombination mit dem BüG ist aufgrund der energetischen Addition der Minderungswirkung nur sehr gering. Die Kosten für diese zusätzlichen Schallschutzmaßnahmen von ca. 600 € (SSA) bis 700 € (SSD) je Meter Gleis (BüG = 125€/m) sind in Relation zur Schutzwirkung aufgrund der 600 m langen Schallschutzmaßnahme für die 4 verbleibenden Schutzfälle unverhältnismäßig hoch.

Die Variantenuntersuchung zu den USM (vgl. Kapitel 2.1) entfällt in diesem Schutzabschnitt, da hier die USM gemäß den Vorgaben der Schall 03 vorgesehen werden.

#### **2.4.13 Schutzabschnitt K, bahnrechts, Änderung von Schienenwegen durch Erweiterung um mindestens ein durchgehendes Gleis**

Im Schutzabschnitt K wird eine hinreichende Überstandslänge in den Schutzabschnitt I berücksichtigt. Die Fortführung der Schallschutzwand in den Schutzabschnitt M wird aus technischen Gründen hier nicht berücksichtigt (vergl. Text zu Abschnitt M).

Aufgrund der Trassenhochlage ergibt sich eine gute Schutzwirkung der Schallschutzwand. Für die Wahl der Vorzugsvariante sind in der vorliegenden Situation nicht allein akustische Aspekte oder das günstigste Kosten-Nutzen-Verhältnis ausschlaggebend (vgl. Kapitel 2.5). In der vorliegenden Situation wurden auch städtebauliche Aspekte berücksichtigt.

Für den vorliegenden Schutzabschnitt wurde zusätzlich geprüft, ob der Einbau einer Unterschottermatte im Bereich des Brückenaufwerks EÜ Kruppstraße eine effektive Schallschutzmaßnahme darstellt. Die besondere Vorgehensweise bei der Berechnung der

Schallschutzvariante ohne Unterschottermatte im Bereich des Brückenbauwerks sind im Kapitel 2:1 beschrieben. Die Kosten für den Einbau der Unterschottermatten belaufen sich auf 1.430.400 €. Es zeigt sich, dass unabhängig von der Höhe der Lärmschutzwand bei relativ geringen zusätzlichen Kosten für die USM (je gelösten Schutzfall) die Anzahl verbleibender Schutzfälle deutlich niedriger ist.

Als Vorzugsvariante wird daher eine 4 m hohe Schallschutzwand mit Berücksichtigung des Besonders überwachten Gleises im Teilbereich bis km 37+200 vorgeschlagen. Zusätzlich wird der Einbau von Unterschottermatten auf dem Brückenbauwerk EÜ Kruppstraße vorgesehen. Es verbleiben 89 Schutzfälle (von 832 ohne Schallschutz) bei Kosten von 4.106 € je gelösten Schutzfall.

Für den Vollschutz in diesen Untersuchungsabschnitt müsste die Schallschutzwand in Richtung Hbf über das Brückenbauwerk der Oberbilker Allee verlängert werden und eine Höhe von größer 15 m aufweisen die bautechnisch an Bahnstrecken nicht realisiert werden können. Für die Verlängerung der Schallschutzwand ist möglicherweise der Rückbau eines Wohnhauses sowie der Neubau des Trassenbauwerks der Strecke 2650 erforderlich. Bei Baukosten von größer 10.000.000 € ergeben sich Kosten von > 14.000 € je gelösten Schutzfall.

Durch die innovativen Maßnahmen SSA und SSD lassen sich einige weitere Schutzfälle lösen. Die Kosten je gelösten Schutzfall liegen dabei über den Kosten der Vorzugsvariante. Ersatzweise würden sich beispielsweise mit einer 5,0 m bzw. 6,0 m hohen Lärmschutzwand deutlichere Verbesserungen der Schutzwirkung bei ca. gleichen Kosten ergeben, welche jedoch aus städtebaulichen Aspekten nicht bevorzugt werden.

#### **2.4.14 Schutzabschnitt L, bahnlinks, Änderung von Schienenwegen durch erheblichen baulichen Eingriff**

Zu Beginn des Schutzabschnitts ist im Bereich der Strecke 2414 ab EÜ Oberbilker Allee die Errichtung einer Schallschutzwand aufgrund der Gleislagen nicht möglich. Im weiteren Verlauf wird eine Schallschutzwand parallel zur Strecke 2550 geprüft. Zwischen Strecken km 28+900 und dem bestehenden Bahnhofsgebäude ist parallel zu den Gleisen eine siebengeschossige Bebauung im Rahmen des laufenden Bebauungsplanverfahrens Harkortstraße vorgesehen. Die Errichtung der Schallschutzwand steht aus städtebaulichen Gründen der geplanten Bebauung entgegen. Die bauliche Umsetzung der Bebauung gilt als hinreichend gesichert, so dass diese, ebenso wie das angrenzende Bahnhofsgebäude, für die Bebauung des nördlichen Teils des Schutzabschnittes die schallabschirmende Wirkung übernimmt.

Für den vorliegenden Schutzabschnitt wurde zusätzlich geprüft, ob der Einbau einer Unterschottermatte im Bereich des Brückenuwerks EÜ Hüttenstraße und EÜ Ellerstraße eine effektive Schallschutzmaßnahme darstellt. Die besondere Vorgehensweise bei der Berechnung der Schallschutzvariante ohne Unterschottermatte im Bereich der Brückenbauwerke ist im Kapitel 2.1 beschrieben. Die Kosten für den Einbau der Unterschottermatten belaufen sich auf insgesamt 6.454.070 €. Aufgrund der ca. fünffachen Kosten je Schutzfall unter Berücksichtigung von Unterschottermatten und der geringen Anzahl zusätzlich gelöster Schutzfälle ist der Einbau von Unterschottermatten in der vorliegenden Situation unverhältnismäßig und wird hier nicht empfohlen.

Aufgrund der gleisnahen mehrgeschossigen Bebauung kann trotz Gleichhochlage mit Lärmschutzwänden in den oberen Geschossen nur ein unzureichender aktiver Schallschutz erreicht werden. Insbesondere aus städtebaulichen Erwägungen und der geringen zusätzlichen Schutzwirkung höherer Lärmschutzwände (vgl. Kapitel 2.5) wird als Vorzugsvariante eine 4,0 m hohe Schallschutzwand ohne Unterschottermatten für die Brückenbauwerke vorgeschlagen. Es verbleiben 1352 Schutzfälle (von 1552 ohne Schallschutz) bei Kosten von 6.541 € je gelösten Schutzfall.

Weitere aktive Schallschutzmaßnahmen wie das Besonders überwachte Gleis (BüG) oder innovative Maßnahmen Schienenstegdämpfer (SSD) und Schienenstegabschirmung (SSA) sind in diesem Schutzabschnitt technisch (Streckengeschwindigkeit, Weichen, Gleisschaltmittel ect.) nicht möglich. Die Anwendungskriterien für das BüG sowie von SSA und SSD sind detailliert im Kapitel 2.1 aufgeführt.

Durch die gleisnahe mehrgeschossige Wohnbebauung ist in diesem Abschnitt der Vollschutz nur durch eine entsprechend hohe Schallschutzwand zu erreichen. Da aufgrund der Breite des Gleisfeldes im Bahnhofsbereich auch die Minderung durch die Schallschutzwand beeinträchtigt wird, sind zum Erreichen des Vollschutzes Wandhöhen von größer 15,0 m erforderlich. Für diese Schallschutzmaßnahmen werden Kosten von ca. 23.000 € je gelösten Schutzfall abgeschätzt. Die Realisierbarkeit dieser Maßnahme ist nicht (auch bautechnisch) sichergestellt und auch der Kostenrahmen kann von Unwägbarkeiten durch Grunderwerb, Rückbau von Gebäuden u.a. nur grob abgeschätzt werden.

#### **2.4.15 Schutzabschnitt M, bahnrechts, Änderung von Schienenwegen durch erheblichen baulichen Eingriff**

Die Errichtung von Schallschutzwänden erweist sich in diesem Schutzabschnitt bautechnisch als besonders schwierig. Zu Beginn des Schutzabschnittes ist die Errichtung eines Zusatzbauwerkes für die Schallschutzwand im Bereich der EÜ Oberbilker Allee erforderlich. Eine Fortführung der Schallschutzwand zwischen Oberbilker Allee und Hüttenstraße ist aufgrund der beengten Lage mit vorhandener Bebauung nur durch Abriss und Neubau der Bestandstrasse und / oder von angrenzenden Wohnhäusern möglich.

Zwischen Industriestraße und Dreieckstraße ist aufgrund der räumlichen Situation keine Schallschutzwand möglich. Für den Folgeabschnitt von der Dreieckstraße bis zum Anschluss an das Parkhaus östlich des Bahnhofs ist aufgrund der Bausituation mit sehr hohen Kosten zu rechnen.

Als Grundvariante wurde daher in diesem Schutzabschnitt der Überstand der Schallschutzwand in den Schutzabschnitt K sowie drei Wandabschnitte innerhalb des Schutzabschnitts M berücksichtigt. Die Lage dieser Wandabschnitte ist im Lageplan der Unterlage 16.4.3.M1 wiedergegeben. Unter Berücksichtigung von 4,0 m hohen Schallschutzwänden (grüne Kennzeichnung in Unterlage 16.4.3.M1) wurde zusätzlich der Lückenschluss zwischen Oberbilker Allee und Hüttenstraße geprüft. Zum Zeitpunkt der Untersuchung konnten noch nicht alle erforderlichen Kosten für die Schallschutzwände in diesem Schutzabschnitt abschließend benannt werden, sodass evtl. weitere Sonderkosten zu berücksichtigen sind.

Für den vorliegenden Schutzabschnitt wurde zusätzlich geprüft, ob der Einbau einer Unterschottermatten im Bereich des Brückenauwerks EÜ Hüttenstraße, EÜ Ellerstraße und für eine Lärmschutzvariante die EÜ Oberbilker Allee eine effektive Schallschutzmaßnahme darstellt. Die besondere Vorgehensweise bei der Berechnung der Schallschutzvariante ohne Unterschottermatte im Bereich des Brückenbauwerks sind im Kapitel 2.1 beschrieben. Die Kosten für den Einbau der Unterschottermatten belaufen sich auf insgesamt 6.454.070 € für die Brückenbauwerke EÜ Hüttenstraße und EÜ Ellerstraße. Die EÜ Oberbilker Allee wird im Rahmen einer Variantenbetrachtung mit Kosten von zusätzlich 1.396.290 € berücksichtigt. Aufgrund der doppelt so hohen Kosten je Schutzfall unter Berücksichtigung von Unterschottermatten und der geringen Anzahl zusätzlich gelöster Schutzfälle ist der Einbau von Unterschottermatten in der vorliegenden Situation unter Kosten Nutzenerwägungen unverhältnismäßig und wird hier nicht empfohlen.

Als Vorzugsvariante wird eine 4,0 m hohe Schallschutzwand vorgeschlagen. Es verbleiben 472 Schutzfälle (von 524 ohne Schallschutz) bei Kosten von 87.935 € je gelösten Schutzfall. Höhere Schallschutzwände sind aufgrund der örtlichen Gegebenheiten (Errichtung Schallschutzwand oberhalb einer bestehenden Stützwand) städtebaulich nicht verträglich und auch schalltechnisch nur von eingeschränktem Nutzen (vgl. Kapitel 2.5)

Weitere aktive Schallschutzmaßnahmen, wie das Besonders überwachte Gleis (BüG) oder innovative Maßnahmen Schienenstegdämpfer (SSD) und Schienenstegabschirmung (SSA), sind in diesem Schutzabschnitt technisch (Streckengeschwindigkeit, Weichen, Gleisschaltmittel ect.) nicht möglich. Die Anwendungskriterien für das BüG sowie von SSA und SSD sind detailliert im Kapitel 2.1 aufgeführt.

Unbeachtet der oben genannten Bauhindernisse ist zum Erreichen des Vollschutzes in diesen Schutzabschnitt die Errichtung einer durchgängigen Schallschutzwand mit einer



Höhe von größer 15 m erforderlich, was im Hinblick auf die fehlende Zulassung nicht möglich ist.

#### **2.4.16 Schutzabschnitt N, bahnlinks, Änderung von Schienenwegen durch Erweiterung um mindestens ein durchgehendes Gleis**

Aufgrund der komplexen Gleisgeometrie, einer Vielzahl von Kabeltrassen und weiteren Zwangspunkten sind die Möglichkeiten zur Errichtung von Schallschutzwänden stark eingeschränkt. In Abstimmung mit der Planung wurden die im Lageplan der Unterlage 16.4.3.N1 dargestellten Schallschutzwände bei der Schutzfallprüfung berücksichtigt.

Das Besonders überwachte Gleis (BüG) oder innovative Maßnahmen Schienenstegdämpfer (SSD) und Schienenstegabschirmung (SSA) werden in diesem Abschnitt bei der Verhältnismäßigkeitsprüfung nicht berücksichtigt, da sie innerhalb des Bauabschnittes technisch nicht umsetzbar sind (Streckengeschwindigkeit, Weichen, Gleisschaltmittel ect.). Die Anwendungskriterien für das BüG sowie von SSA und SSD sind detailliert im Kapitel 2.1 aufgeführt. Bei der Berechnung der Schutzfälle für die Vorzugsvariante wird das BüG aus dem Planfeststellungsabschnitt PFA 3.0 und den abschließenden Darstellungen in Unterlage 16.1 jedoch einbezogen.

Für den vorliegenden Schutzabschnitt wurde zusätzlich geprüft, ob der Einbau einer Unterschottermatte im Bereich des Brückenuwerks EÜ Kölner Straße eine effektive Schallschutzmaßnahme darstellt. Die besondere Vorgehensweise bei der Berechnung der Schallschutzvariante ohne Unterschottermatte im Bereich des Brückenbauwerkes sind im Kapitel 2.1 beschrieben. Die Kosten für den Einbau der Unterschottermatten belaufen sich auf 1.196.573 €. Es zeigt sich, dass unabhängig von der Höhe der Lärmschutzwand deutlich höher Kosten je gelösten Schutzfall auftreten jedoch nur wenige zusätzliche Schutzfälle gelöst werden, sodass hier keine USM vorgesehen wird.

Eine Vielzahl von Schutzfällen entfällt bei der Prüfung in diesem Abschnitt auf eine geplante Bebauung zwischen Kölner Straße und Erkrather Straße (Postgebäude) im Quartier "Living Central". Die abschirmende und Lärm mindernde Wirkung einer möglichen mehrgeschossigen Bebauung wurde nicht berücksichtigt, da die Bebauung bislang nicht realisiert ist. Somit ist systembedingt eine Überschätzung der Schutzfälle für diesen Bereich gegeben. Die geplante Bebauung wird sich darüber hinaus selber schützen müssen (Bebauungsplanverfahren).

Als Vorzugsvariante wird eine 4,0 m hohe und im Bereich der Birkenstraße für einen 47 m langen Abschnitt eine 6,0 m ü.SO hohe Schallschutzwand vorgeschlagen. Es verbleiben 1.123 Schutzfälle (von 1.581 ohne Schallschutz) bei Kosten von 2087 € je gelösten Schutzfall.

Aufgrund der oben benannten Zwangspunkte kann hier eine Vollschutzvariante nur als rein theoretische Variante untersucht werden. Hierzu sind Schallschutzwände mit einer Höhe von größer 15 m erforderlich. Zusätzlich sind auch Schallschutzwände auf den Überfahrbauwerken der Strecken 2550 und 2525 erforderlich. Die Mindestkosten für diese Maßnahmen liegen bei größer 30.000 € je gelösten Schutzfall.

#### **2.4.17 Schutzabschnitt O, bahnrechts, Änderung von Schienenwegen durch Erweiterung um mindestens ein durchgehendes Gleis**

Aufgrund der komplexen Gleisgeometrie, einer Vielzahl von Kabeltrassen und weiteren Zwangspunkten sind die Möglichkeiten zur Errichtung von Schallschutzwänden stark eingeschränkt. Zudem steht im Bereich Düsseldorf Wehrhahn die geplante Entwicklung einer Wohnbebauung (Le Quartier Central Baufeld A) in Kombination mit einem geplanten Radweg aus städtebaulichen Gründen im Widerspruch zur Errichtung einer Schallschutzwand auf der bahnrechten Seite. Unter Berücksichtigung der o. g. Gesichtspunkte und in Abstimmung mit der technischen Planung wurden die im Lageplan der Unterlage 16.4.3.O1 dargestellten Lagen für Schallschutzwände bei der Schutzfallprüfung berücksichtigt.

Das Besonders überwachte Gleis (BüG) oder innovative Maßnahmen wie Schienenstegdämpfer (SSD) und Schienenstegabschirmung (SSA) werden in diesem Abschnitt bei der Verhältnismäßigkeitsprüfung nicht berücksichtigt, da sie innerhalb des Bauabschnittes technisch nicht umsetzbar sind. (Streckengeschwindigkeit, Weichen, Gleisschaltmittel ect.). Die Anwendungskriterien für das BüG sowie von SSA und SSD sind detailliert im Kapitel 2.1 aufgeführt. Bei der Berechnung der Schutzfälle für die Vorzugsvariante wird das BüG aus dem Planfeststellungsabschnitt PFA 3.0 jedoch einbezogen.

Als Vorzugsvariante wird eine in Unterlage 16.4.3.O.1 dargestellte 4,0 m hohe Schallschutzwand vorgeschlagen. Es verbleiben 588 Schutzfälle (von 629 ohne Schallschutz) bei Kosten von 9.137 € je gelösten Schutzfall.

## **2.5 Wirksamkeit der Lärmschutzwände.**

Lärmschutzwände sind ein Hindernis für den Schall auf seinen Ausbreitungsweg von der Schallquelle (Gleis) zum Immissionsort (Gebäude). Damit eine Lärmschutzwand wirkt, muss zumindest die Sichtlinie von Schallquelle zum Immissionsort unterbrochen werden. Bei höheren Lärmschutzwänden ergibt sich ein zusätzlicher Mehrweg des Schalls. Je größer dieser Mehrweg desto höher ist die Minderungswirkung der Lärmschutzwand. Im PFA 2.1 verläuft die Gleistrasse überwiegend in Hochlage. Damit ergibt sich rein geometrisch in der vorliegenden Situation eine gute Minderungswirkung der Lärmschutzwände, da sich aufgrund der Trassenhochlage ein zusätzlicher Mehrweg zu den tiefer liegenden Immissionsorten ergibt.

Die beste Wirkung erzielen Lärmschutzwände für die Freiflächen ( $h = 2,0$  m ü. Gelände) sowie für die Erdgeschosse von Gebäuden. Im Rahmen der Schutzfalluntersuchung ergeben sich bereits mit 2,0 m hohen Wänden relevante Pegelminderungen für die Freiflächen und Erdgeschosse. Mit einer 2,0 m hohen Lärmschutzwand lassen sich vielfach schon 50% der Schutzfälle lösen. Hierbei werden auch die Immissionen für die Aufenthaltsbereiche im Freien (Kleingärten, Freisitze ect.) zum Tageszeitraum deutlich gemindert. Für diese Bereiche sind keine passiven Schallschutzmaßnahmen möglich. Bei den Lärmschutzvarianten mit höheren Lärmschutzwänden werden überwiegend weitere Schutzfälle in den Obergeschossen der Gebäude gelöst. Pegelminderungen ergeben sich auch für die Erdgeschosse und Freibereiche, jedoch werden nur noch vereinzelte Schutzfälle gelöst und die zusätzliche Pegelminderung ist oftmals nur gering.

Im Rahmen der Abwägung zeigt sich, dass bei Lärmschutzwänden von größer 4,0 m ü. SO überwiegend zusätzliche Schutzfälle in den Obergeschossen gelöst werden. Demgegenüber ist die Minderungswirkung für z.B. Freibereiche (Kleingärten, Freisitze) jedoch kaum verbessert.

## **2.6 Innovative Schallschutzmaßnahmen**

### **2.6.1 Schienenstegabschirmung (SSA) und Schienenstegdämpfer (SSD)**

Schienenstegabschirmung und Schienenstegdämpfer sind aktive Schallschutzmaßnahmen, die direkt an der Schallquelle des Rad-Schienen-Kontaktes die Schallemissionen mindern. Die pegelmindernde Wirkung dieser zusätzlichen innovativen Schallschutzmaßnahmen ist unabhängig von einer evtl. vorhandenen Lärmschutzwand und unabhängig von der Wandhöhe für alle Geschosse gleich groß.

Schienenstegabschirmung und Schienenstegdämpfer können im Bereich von Strecken mit Linienzugbeeinflussung (Strecke 2650) nicht eingesetzt werden. Des Weiteren sind diese Maßnahmen im Bereich von Schienenauszügen und Weichen sowie bei Gleisschaltmitteln, Isolierstößen und Achszählern nicht einsetzbar. In Verbindung mit dem Besonders überwachten Gleis (BüG) ergibt sich durch die energetische Überlagerung dieser Schallschutzmaßnahmen nur eine geringe zusätzliche Minderungswirkung und auch alternativ betrachtet ist die Minderungswirkung durch das Besonders überwachte Gleis (BüG) emissionsseitig größer als die von Schienenstegabschirmung und Schienenstegdämpfer. Dabei sind die Kosten für den Einbau und Unterhalt für SSD und SSA je Meter Gleisstrecke ca. vier bis fünf Mal höher als die Kosten für das Besonders überwachte Gleis (BüG).

Wie die Variantenuntersuchungen der Schutzfallabschnitte zeigen, werden durch die zusätzlichen Schallschutzmaßnahmen Schienenstegdämpfer (SSD) und Schienenstegabschirmung (SSA) nur wenige zusätzliche Schutzfälle bei vergleichsweise hohen Kosten gelöst. Im südlichen und nördlichen Vorfeld des Düsseldorfer Hauptbahnhofes ist die durchgehende Errichtung von Schallschutzwänden aufgrund von Zwangspunkten (z.B. dichte Bebauung in unmittelbarer Nähe zur Bahnanlage, Autoreisezuganlage, etc.) nicht möglich. In diesem Bereich wäre die Anordnung alternativer Schallschutzmaßnahmen besonders wünschenswert. Aufgrund der Anwendungskriterien für Schienenstegabschirmung bzw. Schienenstegdämpfer können diese Maßnahmen jedoch in diesem Bereich u.a. aufgrund der Vielzahl an Weichenverbindungen ebenfalls nicht eingesetzt werden.

### **2.6.2 Niedrige Schallschutzwand (nSSW)**

Im Schutzabschnitt A wurde zusätzlich eine niedrige Schallschutzwand mit 0,7 m Höhe mit einem Abstand von 1,75 m zur Gleisachse untersucht.

Wie die Berechnungsergebnisse im Schutzabschnitt A zeigen, wird durch diese Schallschutzwand nur eine geringe Anzahl von Schutzfällen gelöst bei vergleichsweise hohen Kosten je Schutzfall.

Der Einsatz niedriger Schallschutzwände kann grundsätzlich insbesondere aus städtebaulichen Gründen sowie aus Gründen des Landschafts- oder Denkmalschutzes sinnvoll sein. Die beispielhafte Berechnung im Schutzabschnitt A hat jedoch belegt, dass diese Maßnahme aufgrund der im PFA 2.1 vorliegenden örtlichen Gegebenheiten nicht die erforderliche Wirkung erzielen kann. Insbesondere ist es im vorliegenden Planfeststellungsabschnitt immer möglich an gleicher Stelle, anstatt einer niedrigen Schallschutzwand eine mind. 2,0 m hohe Lärmschutzwand zu errichten. Die schallabschirmende Wirksamkeit einer 2,0 m hohen Lärmschutzwand ist dabei immer deutlich höher, bei deutlich niedrigeren Kosten je gelösten Schutzfall, als die einer niedrigen Schallschutzwand. Daher wurde diese Maßnahme in den weiteren Schutzabschnitten nicht weiter betrachtet.

## **2.7 Passive Schallschutzmaßnahmen**

Für die verbleibenden Schutzansprüche auf Schallschutz, sind passive Schallschutzmaßnahmen an den betroffenen Gebäuden dem Grunde nach vorzusehen.

Für die Bemessung und Durchführung der passiven Schallschutzmaßnahmen ist die "Vierundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung – 24. BImSchV)" [3] heranzuziehen. Diese Verordnung regelt bundeseinheitlich die Vorgehensweise, sofern die für den Bau oder die wesentliche Änderung von Verkehrswegen festgelegten Immissionsgrenzwerte überschritten werden.

Bei passiven Schallschutzmaßnahmen handelt es sich um bauliche Verbesserungen der Umfassungsbauteile, wie z.B. Wände, Dächer, Fenster und Rolläden, wenn diese nicht den notwendigen Anforderungen entsprechen. Für Schlafräume bzw. für Räume mit Sauerstoff verbrauchenden Energiequellen (z.B. Etagenheizungen) ist zusätzlich der Einbau von schallgedämmten Lüftungseinrichtungen (Schalldämmlüfter) vorzusehen.

Entsprechend der o.g. Verordnung ist bei der Bemessung der passiven Schallschutzmaßnahmen nach der Raumnutzung, den maßgeblichen Tageszeiten und nach der Art des Verkehrsweges zu unterscheiden.

Zur Festlegung der betroffenen Bereiche wurden an allen möglicherweise betroffenen Gebäudefassaden Einzelpunktberechnungen durchgeführt.

Die jeweiligen Gebäudefassaden, welche als schalltechnisch betroffen ermittelt wurden, sind in den Unterlagen 16.2.8 und 16.2.12 (Tabellen und 16.3.5 (Lagepläne) aufgelistet und gekennzeichnet.

Die Dimensionierung der tatsächlich erforderlichen Schallschutzansprüche erfolgt außerhalb des Planfeststellungsverfahrens in einem weiteren Untersuchungsschritt individuell nach Erlass des Planfeststellungsbeschlusses für jedes Gebäude unter Berücksichtigung der vorhandenen Schalldämmmaße und der jeweiligen individuellen Raumnutzungen.

### 3 Textanhang

#### Erläuterungen der Fachausdrücke und Abkürzungen

AB; AU, Abkürzung für Außenbereich, z.B. Aussiedlerhöfe.

Absorption, auch Schallabsorption, die Umwandlung von Schallenergie in Wärmeenergie beim Auftreffen des Schalls auf Grenzflächen.

Abstandsmaß,  $D_{s,k}$  Änderung des Mittelungspegels in Abhängigkeit von der Entfernung zur Schallquelle.

Ba, Abkürzung für Bauabschnitt.

Baulinie, schreibt im Rahmen der Bauleitplanung verbindlich vor, an welcher Stelle genau die Gebäudekante zu errichten ist.

Beurteilungszeitraum, dasjenige Zeitintervall, das bei der Berechnung der Beurteilungspegel (Mittelungspegel) zugrundegelegt wird. Er beträgt i.a. bei Verkehrslärm am Tage 16 h und in der Nacht 8 h, wobei die Nachtzeit auf die Zeit zwischen 22.00 Uhr und 06.00 Uhr festgesetzt ist.

BImSchG, Bundes-Immissionsschutzgesetz.

BImSchV, Bundesimmissionsschutzverordnung

BüG, besonderes überwachtes Gleis

DB AG, Deutsche Bahn AG

dB, Kurzzeichen für Dezibel, hier: logarithmisches Verhältnis von Schalldrücken.

dB(A), siehe A-Bewertung.

delta<sub>k</sub>, Winkel am Emissionsort zwischen SK und der Gleisachse in Grad

Dipol, idealer Strahler, der aus zwei Monopolen (atmende Kugel) aufgebaut ist. Der maximale Schalldruck tritt in Richtung der Verbindungslinie der beiden Monopole auf, in der Symmetrieebene löschen sich die abgestrahlten Wellen aufgrund von Interferenzerscheinungen aus. Bei Bahnlärm hat die Hauptschallquelle Rad/Schiene eine dipolähnliche Richtcharakteristik.

D<sub>Ae</sub>, Einfluss der aerodynamischen Geräusche bei der Berechnung des Emissionsschallpegels beim Schienenverkehr

D<sub>D</sub>, rechnerischer Einfluss der Bremsbauart für die Emissionspegelberechnung beim Schienenverkehr

D<sub>e,k</sub>, Pegelminderung durch Abschirmung

D<sub>Fz</sub>, Einfluss der Fahrzeugart bei der Berechnung des Emissionsschallpegels für den Schienenverkehr

D<sub>l</sub>, Einfluss der Zuglängen bei der Berechnung des Emissionsschallpegels beim Schienenverkehr

D<sub>s,k</sub>, Pegelabnahme durch Abstand in dB(A)

D<sub>L,k</sub>, Pegelabnahme durch Luftabsorption in dB(A)

D<sub>v</sub>, Einfluss der Geschwindigkeit bei der Berechnung des Emissionsschallpegels für Schienenverkehr

D<sub>L,k</sub>, Pegeldifferenz durch Richtwirkung in dB(A)

Emissionsschallpegel, Zahlenwert für die Stärke der Schallabstrahlung einer Quelle, bei Linienschallquellen: der Mittelungspegel in dB(A), den die Quelle bei ungehinderter Schallausbreitung über reflektierendem Boden in 25 m von ihrer Achse erzeugt unter der Annahme, dass sie lang und gerade ist. Er ist ein Maß für die je Längeneinheit im zeitlichen Mittel abgestrahlte Schalleistung. Wird bei Verkehrswegen der Einfachheit halber statt des längenbezogenen Schalleistungspegels LW' (Pegel der je m Länge abgestrahlten Schalleistung) verwendet.

FfdF, Abkürzung für "Fläche für die Forstwirtschaft".

FNP, Abkürzung für Flächennutzungsplan.

GE, Abkürzung für Gewerbegebiet

Geräuschimmission, Geräuscheinwirkung auf einen Beobachter. Geräuschimmissionen sind die Folge von Geräuschemissionen.



IO, Immissionsort

Immissionspegel, An einem bestimmten Immissionsort auftretender Mittelungspegel, bei dessen Berechnung die örtlichen Verhältnisse, wie Abstand vom Schienenweg, Abschirmung usw. berücksichtigt sind.

Immissionspunkt, Ort für eine schalltechnische Aussage, bei Berechnung auch: Rechenpunkt, bei Messung auch Messpunkt.

Immissionsschallpegel, die Lärmimmission kennzeichnender Pegel, meist der Mittelungspegel.

IGW, Abkürzung Immissionsgrenzwerte.

Isophonen, Kurven gleicher Lärmbelastung.

K, Abkürzung für Krankenhäuser, Schulen, Kurheime und Altenheime.

l, Zuglänge in Meter

Linienschallquelle, Schallquelle, die vereinfachend als Linie angesehen werden kann, wie zum Beispiel eine dicht befahrende Straße oder ein fahrender Eisenbahnzug großer Länge. Die Schallausbreitung einer Linienschallquelle ist zylinderförmig; es ergibt sich eine Abnahme des Pegels von 3 dB pro Verdoppelung der Entfernung bei idealen Bedingungen.

Mittelungspegel,  $L_{AFm}$ , energieäquivalenter Mittelungspegel nach DIN 45641, mit Frequenzbewertung nach A-Kurve und Zeitkonstante ("Fast") gemäß DIN 45633. Der Mittelungspegel hat den gleichen Energiegehalt wie ein fluktuierendes Schallereignis.

MI oder M, Abkürzung für Kern-, Dorf- und Mischgebiet

OG, Obergeschoss

p, %-Anteil schiebengebremsster Wagen am Zug, einschließlich Lok

PA, Planungsabschnitt

Pegel, physikalische Bezeichnung für eine Messgröße, wenn sie im logarithmischen Maß im Verhältnis zu einer Bezugsgröße angegeben wird. Pegel wird auch oft vereinfachend für Schalldruckpegel verwendet.

Punktschallquelle, Schallquelle, die vereinfachend als Punkt angesehen werden kann, wie zum Beispiel eine Glocke, eine Sirene oder ein einzelnes Fahrzeug (KfZ). Die Schallausbreitung einer Punktschallquelle ist kugelförmig. Es ergibt sich pro Entfernungsverdoppelung eine Abnahme von 6 dB bei idealen verlustfreien Bedingungen.

Schall 03, Rechenvorschrift zur Berechnung der Emission und Immission von Bahnlärm.

Schalldruckpegel, Pegel des gemessenen Schalldruckes  $p$ , bezogen auf den Schalldruck  $p_0$  bei der Hörschwelle

$$L = 20 \lg p/p_0$$

sk, Abstand des Immissionsortes vom Mittelpunkt des Teilstücks in m

SO, Schienenoberkante

SSA, Schienenstegabschirmung

SSD, Schienenstegdämpfer

Umweg, Abkürzung: z, Wegverlängerung des Schallstrahles von der Schallquelle über die Oberkante des abschirmenden Hindernisses zum Immissionspunkt gegenüber dem direkten Abstand Schallquelle - Immissionspunkt.

v, Fahrgeschwindigkeit in km/h

W, Abkürzung für Wohngebiet (nicht näher spezifiziert)

WA, Abkürzung für allgemeines Wohngebiet

WE, Wohneinheit

WR, Abkürzung für reines Wohngebiet

z, Schirmwert, s. Umweg

#### **4 Unterlagenverzeichnis**

Unterlage 16.4.2 Lageplan mit Kennzeichnung der Schutzabschnitte

Unterlage 16.4.3 Lagepläne, Tabellen und Grafiken zu jedem der Schutzabschnitte A - O