

Schalltechnische Untersuchung

**Schalltechnische Situation an der Bahnstrecke in Hockenheim
Beurteilung verschiedener Schallschutzvarianten im Rahmen des
Planfeststellungsverfahrens „Anpassung Schallschutz in Hockenheim“**

Strecke 4020 Rheintalbahn (km 19,700 bis 23,200)
Strecke 4080 Schnellfahrstrecke (km 19,100 bis 22,000)

Auftraggeber: **DB Netz AG**
 Anlagenplanung I.NP-SW-A(G)
 Schwarzwaldstraße 86
 76137 Karlsruhe

Projekt-Nr. : 06047 / gu03

Kaufering, den 01.06.2012

Bezeichnung der Untersuchung	Schalltechnische Situation an der Bahnstrecke in Hockenheim - Beurteilung verschiedener Schallschutzvarianten im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens „Anpassung Schallschutz in Hockenheim“
Auftraggeber	DB Netz AG, Anlagenplanung I.NP-SW-A(G) Schwarzwaldstr. 86 in 76137 Karlsruhe
Auftragnehmer	 hils consult Schall Erschütterung Bauphysik hils consult gmbh Kolpingstr. 15 86916 Kaufering fon: (0 81 91) 97 14 37 fax: (0 81 91) 97 14 38 www.hils-consult.de info@hils-consult.de
Bearbeiter	Dr. rer. nat. Th. Hils, Dipl.-Ing. (FH) R. Steinbauer
Datum der Berichterstellung	Kaufering, den 01.06.2012

Zusammenfassung

Vor dem Hintergrund einer Vielzahl von bislang erstellten Untersuchungen, Stellungnahmen und Messberichten wurde im Jahr 2007 zusammenfassend eine detaillierte Beurteilung der eisenbahnschalltechnischen Situation für die Ortsdurchfahrt Hockenheim gemäß 16.BImSchV in Verbindung mit der Schall 03 durchgeführt [13]. Hierbei wurde festgestellt, dass die maßgeblichen Immissionsgrenzwerte der 16. BImSchV in weiten Bereichen mit Wohnbebauung bereits für den Lastfall 2006 zum Teil deutlich überschritten werden. Eine darüber hinausgehende Variantenuntersuchung zur Optimierung des Schallschutzes war seinerzeit jedoch nicht Gegenstand der Beauftragung.

Aus diesem Grund sind nunmehr entsprechende Variantenuntersuchungen zur Optimierung und Abwägung potentieller Schallschutzmaßnahmen unter Berücksichtigung des aktualisierten Bundes-Verkehrswegeplans erforderlich. Konkret werden für den Lastfall 2015 anhand von 14 Schallschutzvarianten mögliche Verbesserungen der schalltechnischen Situation untersucht.

Es zeigt sich, dass selbst mit einer Erhöhung der vorhandenen Schallschutzwände auf bis zu 8 m ü. SO östlich der Rheintalbahn die zulässigen Immissionsgrenzwerte der 16. BImSchV im Nachtzeitraum an der bahnnächsten Bebauung im 1. Obergeschoss nicht eingehalten werden. Vielmehr wird deutlich, dass eine wirksame schalltechnische Verbesserung nur durch eine Kombination aus Schallschutzwanderhöhung und besonders überwachtem Gleis (BüG) zu erzielen ist.

Unter Berücksichtigung bautechnischer und wirtschaftlicher Gesichtspunkte stellt die Schallschutzvariante V07 (nur BüG -, ohne Erhöhung der Bestandswände) die wirtschaftlich effizienteste Alternative im Vergleich zu den schalltechnisch wirksameren aber deutlich kostenintensiveren Kombinationslösungen (BüG + SSW-Erhöhung) dar. Eine mittlere Pegelminderung von mehr 3 dB(A) und somit eine spürbare Verbesserung der schalltechnischen Situation ist dabei nur mit den Schallschutzkonzepten V10 bis V12 zu erzielen.

INHALTSVERZEICHNIS

1	Aufgabenstellung	4
2.	Örtliche Gegebenheiten	5
2.1	Topografie und Trassenverlauf	5
2.2	Schallschutzwände / Schallschutzwälle im Bestand.....	6
3	Grundlagen der schalltechnischen Untersuchung	8
3.1	Planungsgrundlagen	8
3.2	Grundlagen der Schallimmissionen.....	9
3.3	Gesetzliche Grundlagen - Grenzwerte	10
3.4	Berechnungsverfahren.....	12
3.5	Schallschutzmaßnahmen.....	12
3.5.1	Aktive Schallschutzmaßnahmen	13
3.5.2	Passive Schallschutzmaßnahmen	13
3.6	Ablauf und Umfang der Untersuchung / Untersuchungsvarianten.....	14
4	Schutzbedürftige Gebiete / Bebauung	16
4.1	Immissionsorte	17
5	Schallemissionen	17
5.1	Verkehrsmengengerüst / Zugzahlen	18
5.2	Fahrbahnarten / Fahrbahnoberbau	19
5.3	Brücken, Bahnübergänge und Kurvenradien	19
5.4	Emissionen im Untersuchungsabschnitt - Emissionsänderungen.....	19
6	Schallimmissionen	22
6.1	Variantenuntersuchungen	23
6.2	Akustische Parameter Schallschutzwände	24
7	Beurteilung der Immissionen	25
8	Kostenermittlung	29
8.1	Kostenermittlung aktive Schallschutzmaßnahmen.....	29
8.2	Kostenermittlung passive Maßnahmen	32
8.3	Grafische Auswertung der Kosten für aktive und passive Schallschutz	32
9	Abwägung - Ergebnis der Verhältnismäßigkeitsprüfung	33
9.1	Schalltechnische Abwägung:	34
9.2	Kosten-Nutzen-Abwägung:	35
10	Zusammenfassung	36
	Literaturverzeichnis	38
	Begriffsdefinitionen, Abkürzungen, Indices	39
	ANHANG	40
Anhang 1:	Verkehrsmengengerüst / Emission Prognose 2015 (Tab. A1)	40
Anhang 2:	Verkehrsmengengerüst / Emission Prognose 2025 (Tab. A2)	42
Anhang 3:	Variantenübersicht (Tab. A3)	43
Anhang 4:	Grafische Streckenaufteilung / Lastfall Prog. 2015 (Tab. A4)	44
	ANLAGEN:	45
Anlage 1:	Übersicht SSW-Abschnitte und Herstellkosten; (DIN A 3)	45
Anlage 2:	Wirksamkeitsanalyse aktiver Schallschutz (akustisch); (DIN A 3)	45
Anlage 3:	Wirksamkeitsanalyse aktiver Schallschutz (Kosten-Nutzen); (DIN A 3)	45
Anlage 4:	Lagepläne (M 1:2000) für V01, V07, V10 (2 Pläne pro Variante); (DIN A 0)	45
Anlage 5:	Immissionsberechnungen für V01, V07, V10 (Din A4 / 747 Seiten)	45

1 Aufgabenstellung

Vor dem Hintergrund einer Vielzahl von bislang erstellten Untersuchungen, Stellungnahmen und Messberichten wurde im Jahr 2007 zusammenfassend eine detaillierte Beurteilung der eisenbahnschalltechnischen Situation für die Ortsdurchfahrt Hockenheim gemäß 16.BImSchV [1] in Verbindung mit der Schall 03 [6] durchgeführt. Hierbei wurde festgestellt, dass die maßgeblichen Immissionsgrenzwerte der 16. BImSchV [1] in weiten Bereichen mit Wohnbebauung bereits für den Lastfall 2006 zum Teil deutlich überschritten werden. Eine darüber hinausgehende Variantenuntersuchung zur Optimierung des Schallschutzes war seinerzeit jedoch nicht Gegenstand der Beauftragung.

Aus diesem Grund sind nunmehr entsprechende Variantenuntersuchungen zur Optimierung und Abwägung potentieller Schallschutzmaßnahmen erforderlich. Hierbei sind verschiedene Möglichkeiten des aktiven bzw. Kombinationen aus aktiven und passiven Schallschutzmaßnahmen auf ihre Wirkung hin zu untersuchen und den Kosten der jeweiligen Maßnahme gegenüberzustellen. Darüber hinaus sind aufgrund von Veränderungen im Zugprogramm u.a. bedingt durch den aktualisierten Bundes-Verkehrswegeplan 2003 in der Ortsdurchfahrt Hockenheim für den zu untersuchenden Lastfall 2015 weitere Immissionserhöhungen zu erwarten und zu berücksichtigen.

Konkret sind in Abstimmung mit der DB NETZ AG insgesamt 14 Untersuchungsvarianten (bzw. 13 Schallschutzvarianten) zu berechnen und anhand der Grenzwerte gemäß 16. BImSchV [1] neu zu beurteilen. Da Betroffene prinzipiell Anspruch auf „Vollschutz“ haben, sofern die Kosten hierfür gemäß § 41 BImSchV [1] nicht außer Verhältnis zu dem angestrebten Schutzzweck stehen, hat sich die Auswahlentscheidung für einen wirkungsvollen Schallschutz an dem grundsätzlichen Vorrang aktiven Schallschutzes vor Maßnahmen passiven Schallschutzes zu orientieren.

Im Hinblick auf die Zielsetzung eines optimierten aktiven Schallschutzes ist hierbei auch der Einsatz des „besonders überwachten Gleises (BüG)“ zu untersuchen. Auf Grundlage der untersuchten Varianten erfolgt basierend auf einer Kosten-Nutzen-Analyse die Ermittlung eines schalltechnisch wirksamen, bautechnisch realisierbaren sowie wirtschaftlich vertretbaren Schallschutzmaßnahmenkonzeptes mit entsprechenden Angaben zu den verbleibenden Betroffenheiten in Bezug auf passive Schallschutzmaßnahmen gemäß 24. BImSchV [3].

2. Örtliche Gegebenheiten

2.1 Topografie und Trassenverlauf

Die hier betrachtete ca. 3 km¹ lange Trassenabschnitt der Deutschen Bahn AG besteht im Bereich Hockenheim aus den in Nord-/Südrichtung verlaufenden Gleisen der Rheintalbahn (Strecke 4020 / Gleis 401 bis 404 inkl. Überhol- u. Ausweichgleis) und den unmittelbar westlich angrenzenden parallel verlaufenden Gleisen der Schnellbahnstrecke Mannheim-Stuttgart (Strecke 4080 / Gleis 405 und 406).

Die Bahntrasse befindet sich im Untersuchungsbereich weitgehend in Einschnittslage und verläuft im Wesentlichen geradlinig.

Folgende Bauwerke befinden sich im Bereich der Bahntrasse:

(Kilometrierung bezogen auf Strecke 4020):

Bahn-km	19,100:	Straßenüberführung (Autobahn A61)
Bahn-km	19,950:	Straßenüberführung (Talhausstr.)
Bahn-km	20,375:	Straßenüberführung (Fuß- und Radweg)
Bahn-km	20,440:	Eisenbahnüberführung (Kraichbach)
Bahn-km	21,025:	Straßenüberführung (Fuß- und Radweg)
Bahn-km	21,957:	Straßenüberführung (B39)

Aufgrund von Ausweich-, Überhol- und Beladegleisen vorwiegend im Umfeld des Bahnhofes variiert die Trassenbreite zwischen ca. 34 und 46 m. Östlich der Bahntrasse verläuft die westliche Ortsrandstraße Hockenheims, die von Norden nach Süden durch die Dresdner-, Eisenbahn- und Lußheimer-Straße. gebildet wird. Zwischen der Bahntrasse und den o.g. Ortsrandstraßen befindet sich ein ca. 40 bis 150 m breiter Geländestreifen, der neben einer Tennisanlage, einem Kindergarten, mehreren Einkaufsmärkten, einem Autohaus und dem Bahnhofsgelände mit Parkplätzen überwiegend aus Grünanlagen besteht. Das Gelände in diesem Grünstreifen ist zum Teil sehr bewegt, so steigt das Gelände zwischen der o.g. Ortsrandstraße und den vorgenannten Brückenbauwerken über die Bahntrasse in Teilbereichen bis zu 8 m an. Die so entstehenden und zum Teil schalltechnisch relevanten Geländeverläufe wurden mittels eines digitalen Geländemodells (DGM) in den Berechnungen berücksichtigt.

¹ Schnellfahrstrecke 4080 ca. von km 19,000 bis km 22,050

Westlich der Bahntrasse verläuft die 4-spurige B36. Zwischen der Bahntrasse und der B36 bedindet sich ein ca. 15-45 m breiter Grünstreifen mit Schallschutzwällen und Höhen bis zu ca. 5 m über SO. Schallschutzwände westlich (rechts) der Bahntrasse sind nicht vorhanden. Diese Schallschutzwälle verlaufen mit kurzen Unterbrechungen parallel zur Bahntrasse und wurden entsprechend dem DGM nachgebildet. Sie dienen dem Schutz der westlichen Bebauung vor Zuglärm sowie der östlichen Bebauung vor Straßenlärm.

2.2 Schallschutzwände / Schallschutzwälle im Bestand

In der schalltechnischen Untersuchung (gu01) vom 30.05.2007 [13] wurden die vorhandenen Schallschutzwände im Bereich der Bahntrasse zunächst anhand von der DB NETZ AG bereitgestellten Übersichts- bzw. Positionsplänen erfasst. Die exakten Lagen, Längen und unterschiedlichen Höhen der jeweiligen Schallschutzwand-Abschnitte wurden dann im Zuge der Machbarkeitsstudie [15] zur Erhöhung der Schallschutzwände an der Rheintalbahn durch das Ingenieurbüro Pöyry Infra GmbH u.a. vermessungstechnisch überprüft bzw. ergänzt und entsprechend in dem hier verwendeten dreidimensionalen Berechnungsmodell berücksichtigt. Auch das Absorptionsverhalten der Bestandswände wurde dabei entsprechend dem Prüfbericht (Nr. 14.865a) [16] berücksichtigt.

Schallschutzwände:

SSW RTB: Östlich der Rheintalbahn (Strecke 4020) befinden sich Schallschutzwände mit unterschiedlichen Höhen zwischen etwa 1,5 m und 5² m über Schienenoberkante. Der Abstand zwischen Gleisachse und Vorderkante SSW beträgt i.d.R. 3,50 m. Die östlich der Bahntrasse bzw. östlich der Rheintalbahn gelegenen Schallschutzwände beginnen etwa bei km 19,860 südlich des Brückenbauwerkes der A61 und enden ca. 40 m südlich der Brücke der B39 bei km 22,800.

Raumgitterwand RTB: Östlich der Rheintalbahn (Strecke 4020) befindet sich eine Raumgitterwand (RGW) vorwiegend südlich des Bahnhofgebäudes im Bereich zwischen Bahn-km 21,660 und 21,788. Die Raumgitterwand (RGW) wurde aufgrund der nachträglichen Vermessung mit einer Höhe von ca. 4,60 m über Schienenoberkante SO in der schalltechnischen Berechnung berücksichtigt.

² inkl. der Stahlbeton Stütz- bzw. Rampenwände mit bis zu 5 m ü. SO im Bereich des Bhf.

SSW NBS: Die Schallschutzwände östlich der Schnellfahrstrecke (Strecke 4080) mit unterschiedlichen Höhen zwischen etwa. 2 m und 4,50 m über Schienenoberkante beginnen ca. bei km 19,100 und enden ca. 264 m vor dem Brückenbauwerk der B39 bei km 21,707. Diese fungieren dann gleichsam als Mittelwand zwischen den o.g. Strecken. Zwischen km 19,910 und km 20,030 ist die hier 4,50 m hohe SSW (Mittelwand) östlich der Schnellbahnstrecke (Strecke 4080) unterbrochen und um bis zu ca. 9,50 m nach Osten zur Rheintalbahn (Strecke 4020) hin versetzt.

Zum Schutz gegen Straßenverkehrslärm aus der „Lußheimerstraße“ befindet sich entlang der Grundstücksgrenzen der dortigen Wohnbebauung von der „Arndtstr.“ aus in Richtung Süden eine ca. 180 m lange und ca. 2 m bis 2,50 m (ü. GOK) hohe Schallschutzmauer.

Weitere Informationen zu den bestehenden Schallschutzwänden können der Anlage 1 entnommen werden.

Schallschutzwälle:

Sowohl östlich als auch westlich der Bahntrasse (Einschnittslage) befinden sich unterschiedlich hohe Geländeerhebungen die in Teilbereichen auch als Schallschutzwälle betrachtet werden können. Die gesamte Topografie inkl. der Schallschutzwälle westlich als auch östlich der Bahntrasse werden durch ein DGM (1 m Raster) erfasst. Die Geländeerhebungen bzw. Schallschutzwälle östlich der Bahntrasse verlaufen nicht durchgehend gleichmäßig parallel zur Bahntrasse und haben in östlicher Richtung zum Teil "weiche" Übergänge in das bestehende Gelände. Westlich der Bahntrasse befindet sich ein etwa 15 m - 45 m breiter Grünstreifen mit Schallschutzwällen und Höhen bis zu etwa 5 m über SO. Diese Schallschutzwälle verlaufen mit kurzen Unterbrechungen parallel zur Bahntrasse und dienen dem Schutz der westlichen Bebauung vor Schienenlärm sowie der östlichen Bebauung vor Straßenlärm.

3 Grundlagen der schalltechnischen Untersuchung

3.1 Planungsgrundlagen

- (1) Schalltechnische Untersuchung (gu01) vom 30.05.2007 [13] vom IB hils consult gmbh und dort in Kap. 2.6 aufgeführter Grundlagen.
- (2) Schalltechnische Untersuchung (gu02) vom 11.04.2011 [14] vom IB hils consult gmbh und dort in Kap. 3.1 aufgeführter Grundlagen.
- (3) diverse Basisdaten wie Flächennutzungsplan, Bebauungspläne, Katasterpläne, Kanaldeckelpläne usw. bereitgestellt von der Stadt Hockenheim (Stadtbauamt Rathausstr. 1 in 68766); siehe [13]
- (4) diverse Basisdaten wie Verkehrsmengengerüst 2006, IVL-Pläne, IVMG-Pläne Planfeststellungsbeschuß [11] und versch. schalltechnische Vorgängeruntersuchungen sowie weitere allgemeine Informationen der DB Netz AG – Anlagenmanagement; siehe [13]
- (5) Schalltechnische Stellungnahme (stn01) vom 10.02.2010 vom IB hils consult gmbh; Voruntersuchung (Immissionsberechnung / Ergebnisauswertung)
- (6) Verkehrsmengengerüste für 1979, 2006 und 2025 von der DB Projektbau gmbH als Basis für Ermittlung der maßgebenden Prognoseverkehrszahlen und Grundlage der Stellungnahme 02 (Emissionsanalyse); siehe e-mail vom 14.09.2010
- (7) Schalltechnische Stellungnahme (stn02) vom 15.09.2010 vom IB hils consult gmbh; Emissionsanalyse (Lastfall 2006, Lastfall Prog 2015, Lastfall Prog. 2025)
- (8) Verkehrsmengengerüst für das Prognosejahr 2015 der Bahnstrecke 4020 Rheintalbahn, Haupt- u. Nebengleise Gleis 401 bis 404 und der Bahnstrecke 4080 Schnellfahrstrecke, Gleis 405 und 406; siehe email DB ProjektBau GmbH vom 11.10.2010
- (9) Festlegung hinsichtlich des vorgesehenen Bereiche mit „besonders überwachtem Gleis“ (BüG); siehe email DB ProjektBau GmbH vom 11.10.2010
- (10) Festlegung Absorptionsgrad der Bestandswände entsprechend dem Prüfbericht [16] erhalten von der Firma Züblin AG; siehe email vom 08.08.2010
- (11) Festlegung hinsichtlich Reflexionsverhalten der zu untersuchenden (neuen) Schallschutzwände; siehe email DB Netz AG vom 10.11.2009
- (12) Katasterdaten Hockenheim (Kataster 2008 Hockenheim als dwg-Datei); siehe email Stadtplanungsamt vom 29.07.2009.
- (13) Flächennutzungsplan Hockenheim (Flächennutzungsplan-Vorentwurf als pdf-Datei); siehe email Stadtplanungsamt vom 29.07.2009.

- (14) Festlegung hinsichtlich der Erstellung der schalltechnischen Untersuchung (EBA – Leitfaden); siehe emails vom 09.12.09 (hcon) und 14.01.2010 (DB Netz AG)
- (15) Festlegungen hinsichtlich der Kostenansätze für Maßnahmen „besonders überwachte Gleis“, „unterschiedliche Schallschutzwandhöhen“ sowie für „passive Maßnahmen“; siehe emails vom 08.12.09, 09.12.09 und 15.12.09 (hcon) und 14.12.09, 23.12.09 und (DB Netz AG)
- (16) Machbarkeitsstudie [15] bzgl. der baulichen Realisierbarkeit von Schallschutzwand-erhöhungen vom IB Pöyry Infra gmbH; Arbeitsfassung vom 15.11.2010
- (17) Festlegung der Untersuchungsvarianten und Detailabstimmung bzgl. schalltechnisch relevanter Randbedingungen; siehe email vom 22.11.2010 bzw. email DBProjektBau GmbH vom 24.11.2010
- (18) Ergebnisse der nachträglichen Vermessung der vorhandenen Schallschutzwände an der RTB bzw. an der NBS sowie diverser bahnaheer Bauwerke (z.B. Bhf) durch das IB Pöyry Infra gmbH; siehe email vom 25.01.2011 und 02.02.2011
- (19) Ergänzende Betrachtungen bzgl. baulich realisierbarer Schallschutzwände auf der Raumgitterwand; siehe email IB Pöyry Infra GmbH vom 09.02.2011
- (20) Ergänzende Festlegungen bzgl. der Mittelwand mit möglicher Absorbti-verbesserung (Basis für Untersuchungsvariante V14) über das IB Pöyry Infra GmbH vom 09.02.2011

Erhebungen des IB hils consult gmbh

- (21) ergänzende Ortsbegehungen vom 14.08.2009 und 14.10.2009 mit detaillierter Fotodokumentation und Abgleich mit Katasterplandaten.

3.2 Grundlagen der Schallimmissionen

Lästig empfundene Geräuschimmissionen werden als Lärm bezeichnet. Es handelt sich also nicht um einen rein physikalischen Begriff, sondern auch um einen Ausdruck für subjektives Empfinden. Dieses ist abhängig von verschiedenen Einflüssen, wie z.B. vom Informationsgehalt oder dem Spektrum (Frequenzzusammensetzung).

Zur zahlenmäßigen Beschreibung von zeitlich schwankenden Geräuschimmissionen wie dem Straßen- und Schienenverkehr wird in der Bundesrepublik Deutschland der A-bewertete Mittelungspegel herangezogen. In seinen Wert gehen Stärke und Dauer jedes

Schallereignisses während des Zeitraumes ein, über den gemittelt wird. Die A-Bewertung ist eine Frequenzbewertung, die dem menschlichen Hörempfinden näherungsweise angepasst ist. Aus dem Mittelungspegel wird mit weiteren Zu- bzw. Abschlägen (je nach Regelwerk) der Beurteilungspegel L_r gebildet, der mit schalltechnischen Orientierungswerten bzw. Immissionsricht- oder -grenzwerten zu vergleichen ist. In zahlreichen Untersuchungen wurde eine gute Korrelation des Beurteilungspegels mit dem Lästigkeitsempfinden festgestellt. Daher ist die Größe des Beurteilungspegels, getrennt für die Tageszeit (6:00 Uhr bis 22:00 Uhr) und die Nachtzeit (22:00 Uhr bis 6:00 Uhr), in der Bundesrepublik Deutschland generell die Bemessungsgröße für Schallimmissionen.

Bei der Bewertung von Verkehrslärm werden derzeit die Auswirkungen für jeden Verkehrsweg einzeln festgestellt und anhand der gesetzlichen Grenzwerte beurteilt. Hierbei wird nach dem Verursacherprinzip beurteilt, das heißt beim Straßenverkehrslärm wird keine Vorbelastung durch Schienenverkehrslärm berücksichtigt und umgekehrt.

Der durch den Neubau und Ausbau von Straßen oder Schienenwegen verursachte Verkehrslärm ist nach Möglichkeit zu vermeiden. Er ist ggf. durch Lärmvorsorgemaßnahmen zu mindern. Dabei ist dem aktiven Schallschutz in Form von Schallschutzwänden und -wällen dem passiven Schallschutz (in erster Linie Schallschutzfenster) der Vorzug zu geben. Der aktive Schallschutz muss aber städtebaulich vertretbar und planerisch realisierbar sein. Außerdem müssen die Kosten der Maßnahmen in einem angemessenen Verhältnis zum angestrebten Schutzzweck sowie der erzielten Wirkung stehen.

3.3 Gesetzliche Grundlagen - Grenzwerte

Aktuelle Grundlage zur Beurteilung der Zumutbarkeit von Verkehrsgeräuschen ist das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) [1]. Hiernach gilt gemäß § 41 Abs. 1:

„...bei dem Bau oder der wesentlichen Änderung öffentlicher Straßen sowie von Eisenbahnen, Magnetschwebebahnen und Straßenbahnen ist ... sicherzustellen, dass durch diese keine schädlichen Umwelteinwirkungen durch Verkehrsgeräusche hervorgerufen werden können, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind“.

§ 41 Abs. 2 BImSchG bestimmt, dass dies nicht gilt, soweit die Kosten für Schutzmaßnahmen außer Verhältnis zum Schutzzweck stehen würden.

Aufgrund von § 43 BImSchG wurde zur Durchführung des § 41 und des § 42 bei Straßen und Schienenwegen die 16. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (16. BImSchV) [2] erlassen. Dort ist zum Schutz der Nachbarschaft beim Bau oder der wesentlichen Änderung eines Verkehrsweges sicherzustellen, dass der Beurteilungspegel einen der folgenden Immissionsgrenzwerte nicht überschreitet:

Tabelle 1: Immissionsgrenzwerte (IGW) gemäß §2 der 16. BImSchV [2]

Gebietskategorie	Immissionsgrenzwerte gemäß 16. BImSchV	
	Tag 6 bis 22 Uhr	Nacht 22 bis 6 Uhr
Krankenhäuser, Schulen, Kur- und Altenheime,	57 dB(A)	47 dB(A)
reine und allgemeine Wohn- sowie Kleinsiedlungsgebiete	59 dB(A)	49 dB(A)
Kern-, Dorf- und Mischgebiete	64 dB(A)	54dB(A)
Gewerbegebiete	69 dB(A)	59dB(A)

Wird die zu schützende Nutzung nur am Tage oder nur in der Nacht ausgeübt, so ist nur der Immissionsgrenzwert für diesen Zeitraum anzuwenden.

Zum Zeitpunkt der Planrechtserteilung bzw. des Planfeststellungsverfahrens zur NBS Mannheim - Stuttgart im Jahr 1981 waren die heute gültigen gesetzlichen Grundlagen, insbesondere die 16. BImSchV noch nicht in Kraft. Auch das in der Anlage 2 zur 16.BImSchV geregelte Berechnungsverfahren war in dieser Form nicht vorhanden. Die zulässigen Grenzwerte waren zu diesem Zeitpunkt im „Erlaß des Ministers für Wirtschaft, Mittelstand und Verkehr“ vom 15.12.1978 (Az: V6407) festgeschrieben. Vor diesem Hintergrund wurde daher im PFB [11], basierend auf einer privatrechtlichen Zusatzvereinbarung zwischen der Stadt Hockenheim und der damaligen Bundesbahn, die einzuhaltenden Immissionsgrenzwerte vorhabenbezogen festgelegt.

Basierend auf einer detaillierten Analyse und Wertung der damaligen Beurteilungskriterien [13] erfolgt in Abstimmung mit der DB NETZ AG sowie dem Eisenbahnbundesamt (EBA) die Beurteilung der schalltechnischen Situation für den Lastfall-Prognose 2015 in der vorliegenden Untersuchung jedoch nach heutigen Kriterien auf Grundlage der 16. BImSchV.

3.4 Berechnungsverfahren

Die mit den o.g. Grenzwerten zu vergleichenden Beurteilungspegel sind nach der Anlage 2 zur 16. BImSchV [2] in Verbindung mit der Richtlinie „Schall 03“ [6] der Deutschen Bahn AG zu berechnen. In § 3 der 16. BImSchV ist für Schienenverkehr ein Korrekturwert $S = -5 \text{ dB(A)}$ zur Berücksichtigung der Besonderheiten von Bahnen vorgesehen. In der 16. BImSchV berücksichtigt dieser „*Schienenbonus*“ die geringere Störwirkung des Schienenverkehrslärms, die durch sozialwissenschaftliche Feldstudien ermittelt wurde.

Die Berechnung der Immissionspegel erfolgt unter Verwendung des Berechnungsprogrammes Cadna/A [17]

3.5 Schallschutzmaßnahmen

Um schädliche Umwelteinwirkungen durch Lärm zu vermeiden, ist es bei Vorliegen einer wesentlichen Änderung und Überschreitung der Immissionsgrenzwerte gemäß 16. BImSchV notwendig, geeignete Schutzmaßnahmen vorzusehen. Für die notwendigen Schutzmaßnahmen stehen folgende Maßnahmen zur Verfügung:

aktive Schallschutzmaßnahmen

- Schallschutzwände bzw. Schallschutzwälle
- Einsatz des „besonders überwachten Gleises“ (BüG)

passive Schallschutzmaßnahmen

- Verbesserung der Umfassungsbauteile (z.B. Fenster, schallgedämmte Lüfter)

Dem aktiven Schallschutz ist gegenüber dem passiven Schallschutz der Vorzug zu geben, weil durch den aktiven Schallschutz im allgemeinen eine umfassendere Verbesserung der Immissionssituation erzielt wird. Der aktive Schallschutz muss aber städtebaulich bzw. landschaftsplanerisch vertretbar und baulich realisierbar sein. Außerdem müssen die Kosten des aktiven Schallschutzes in einem angemessenen Verhältnis zu dem angestrebten Schutzzweck stehen (§ 41 Abs. 2 BImSchG).

3.5.1 Aktive Schallschutzmaßnahmen

Treten bei schutzbedürftigen Gebäuden Grenzwertüberschreitungen der 16. BImSchV auf, so besteht grundsätzlich Anspruch auf Schallschutz. Diesem Anspruch ist in der Regel durch aktive Schallschutzmaßnahmen Rechnung zu tragen. Unter „aktive“ Schallschutzmaßnahmen fällt sowohl die direkte Minderung des Emissionspegels durch geeignete Maßnahmen an der Fahrbahn als auch durch eine Abschirmung der Schallausbreitung in Form von Schallschutzwänden bzw. Schallschutzwällen.

Schallschutzwand / Schallschutzwall:

Die Schutzwirkung von Schallschutzwänden/-wällen beruht darauf, dass ein Teil des Schalls absorbiert bzw. reflektiert wird und nur der durch Beugung um das Hindernis herum zum Immissionsort gelangende Anteil zum Immissionspegel beiträgt. Hierbei ist der Umweg über das Hindernis gegenüber der direkten Verbindungslinie Emissionsort – Immissionsort maßgebend.

Besonders überwachtes Gleis (BüG):

Mit Inkrafttreten der vom Eisenbahn-Bundesamt am 16.03.1998 herausgegebenen „Verfügung zum Lärmschutz an Schienenwegen - Vollzug der Fußnote zur Tabelle C (Korrekturglied D_{Fb}) der Anlage 2 zu § 3 der 16. BImSchV“ kann für die lärmtechnische Gegenmaßnahme „besonders überwachtes Gleis (BüG)“ ein Korrekturwert in der Höhe von – 3 dB(A) (Gleispflegeabschlag) bei der Berechnung der Emissionen vorgenommen werden. Beim „besonders überwachten Gleis“ werden die Schienen in regelmäßigen Zeitabständen auf Verriffelung überprüft (dabei handelt es sich um feine Unebenheiten) und gegebenenfalls nachgeschliffen, so dass ein gleichmäßig guter Schienenzustand erzielt werden kann.

3.5.2 Passive Schallschutzmaßnahmen

Treten an schützenswerten Gebäuden Grenzwertüberschreitungen auf und werden aus Gründen der Verhältnismäßigkeit aktive Schallschutzmaßnahmen nicht vorgesehen oder sind diese nicht hinreichend wirksam, ist zu untersuchen, welche zusätzlichen Maßnahmen erforderlich sind, um eine störungsfreie Nutzung zu gewährleisten. Für diese Gebäude wird ein Rechtsanspruch auf passive Schallschutzmaßnahmen dem Grunde nach ausgelöst, was

bedeutet, dass für Räume mit Schutzanspruch die notwendigen Maßnahmen realisiert werden.

Für die Bemessung und Durchführung der passiven Schallschutzmaßnahmen ist die „Vierundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes – Immissionsschutz-gesetzes (Verkehrswege - Schallschutzmaßnahmenverordnung - 24. BImSchV) [3] heranzuziehen. Diese Verordnung regelt bundeseinheitlich die Vorgehensweise, wenn die für den Bau oder die wesentliche Änderung von Verkehrswegen festgelegten Immissionsgrenzwerte überschritten werden. Entsprechend der Verordnung ist bei der Bemessung der passiven Schallschutzmaßnahmen nach der Raumnutzung, den maßgeblichen Tageszeiten und nach der Art des Verkehrsweges zu unterscheiden.

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

3.6 Ablauf und Umfang der Untersuchung / Untersuchungsvarianten

Die vorliegende schalltechnische Untersuchung hat die grundlegende Zielsetzung für das maßgebende prognostizierte Verkehrsaufkommen im Jahr 2015 (siehe Kap. 5.1) ein schalltechnisch optimiertes, baulich realisierbares sowie wirtschaftlich vertretbares Schallschutzmaßnahmenkonzept zu ermitteln.

Um eine größere Transparenz sowie ein einheitliches Verwaltungshandeln sicherzustellen, orientiert sich der Ablauf der vorliegenden schalltechnischen Untersuchung an dem „Leitfaden zur Erstellung Schalltechnischer Untersuchungen [12].

Der Ablauf der Untersuchung gliedert sich demnach in folgende Teilaufgaben:

- a) Grundlagenermittlung (Sichtung und Aktualisierung der vorh. Unterlagen)
- b) Überprüfung bzw. Aktualisierung der Gebietsnutzung und der vorhandenen Bebauung (FNP, Ortsbegehung)

- c) Aktualisierung des vorhandenen dreidimensionalen Berechnungsmodells.
- d) Ermittlung und Vergleich der prognostizierten Verkehrsmengengerüste sowie Emissionsberechnungen nach Schall 03 für den Prognosehorizont 2015 bzw. 2025 (vgl. Kap. 5 und Anhang 1 u. Anhang 2)
- e) Ermittlung der zu erwartenden Immissionsbelastung zum maßgebenden Prognosezeitpunkt 2015 mit derzeit bestehenden Schallschutzmaßnahmen (Prognose-Nullfall; vgl. V01 in Tabelle A3 im Anhang).
- f) Ermittlung der zu erwartenden Immissionsbelastungen zum maßgebenden Prognosezeitpunkt 2015 für unterschiedliche Schallschutzwanderhöhen ohne sowie mit Berücksichtigung des besonders überwachten Gleises (Prognose-Planfall / vgl. V02 bis V14 in Tabelle A3 im Anhang).
- g) Ermittlung der Anzahl potentieller Betroffenheiten³ (Wohneinheiten) für die jeweilige Untersuchungsvariante bezüglich der Prüfung der Verhältnismäßigkeit.
- h) Abwägung der untersuchten Schallschutzmaßnahmen / Verhältnismäßigkeitsprüfung
- i) Ermittlung eines Schallschutzkonzeptes in Abstimmung mit dem Vorhabenträger.

Die in Kap. 5 dargestellten Teilemissionspegel der Strecken 4020 und 4080 zeigen, dass die Rheintalbahn (Strecke 4020) die dominierende Schallquelle darstellt. Aus schalltechnischer Sicht sind somit vorrangig Erhöhungen der Schallschutzwände östlich der Rheintalbahn (Strecke 4020) zielführend. In Abstimmung mit der DB NETZ AG sowie basierend auf einer Festlegung mit der Stadt Hockenheim wurde eine maximale Schallschutzwandhöhe von 8 m ü. SO festgelegt.

Als weitere aktive Schallschutzmaßnahme ist neben Schallschutzwanderhöhen auch das „Besonders überwachte Gleis“ anzusetzen. In Abstimmung mit der DB NETZ AG kann in der Ortsdurchfahrt Hockenheim der Einsatz des „besonders überwachten Gleises (BüG)“ (vgl. Kap. 8.1) als aktive Schallschutzmaßnahme in folgenden Bereichen vorgesehen werden.

³ in Anlehnung an Leitfaden [12] werden WE mit GWÜ am Tag- und in der Nacht doppelt gezählt.

Tabelle 2: Bereich mit besonders überwachten Gleis (BüG)

Rheintalbahn Strecke 4020 (RTB)						
Gleis	Bahn-km bzgl. der Strecke 4020 (RTB)					Länge [m]
	nördlich vom Bahnhof		und	südlich vom Bahnhof		
	von	bis		von	bis	
401	19.700	21.405		21.840	23.200	3.065
402	19.700	21.405		21.840	23.200	3.065
403	20.700	21.405		21.840	22.723	1.588
404	20.650	21.405		21.480	22.750	2.025
Schnellbahnstrecke 4080 (NBS)						
405	kein Maßnahme BüG					
406						

Gemäß der o.g. Zielsetzung und möglicher aktiver Schallschutzmaßnahmen werden daher neben der Ausgangsvariante zusätzlich 13 Schallschutzvarianten untersucht. Diese werden in Kap. 6.1 näher beschrieben.

4 Schutzbedürftige Gebiete / Bebauung

Die für die Untersuchung maßgebende Wohnbebauung befindet sich östlich der Bahntrasse unmittelbar entlang der o.g. westlichen Ortsrandstraße in einem Abstand zum Trassenrand von mehr als ca. 60 m. Bei der hier vorhandenen bahnnahen Wohnbebauung handelt es sich vorwiegend um 2 bis 3-geschossige Ein-, Zwei und Mehrfamilienhäuser. Neben der o.g. Wohnbebauung befinden sich auch zwei Hochhäuser in bahnnahe in einem Abstand zum Trassenrand von ca. 120 bis 130 m. Das der Bahntrasse nächstgelegene Wohnhaus (IO s11990; Arndstr. 67+69) befindet sich nur ca. 60 m östlich vom Trassenrand.

Für die Untersuchung werden die aktuell vorhandenen Gebäude entsprechend der Katasterplaneintragungen erfasst und soweit vor Ort einsehbar mit den Erhebungen aus der Ortsbegehung abgeglichen, so dass gemäß den Angaben der Stadt Hockenheim (siehe Kap. 2.5) die Bebauungsdichte in Teilbereichen ggf. höher als zum Zeitpunkt der Planfeststellung der Schnellfahrstrecke (NBS) ist. Die Gebietsnutzungen werden teilweise dem Flächennutzungsplan entnommen und mit den Angaben in den Bebauungsplänen abgeglichen.

Weitere Informationen über Abstände der relevanten Bebauung zur Bahntrasse sowie zur Bebauungsdichte können den Lageplänen (Anlage 4) entnommen werden.

4.1 Immissionsorte

Neben der Ermittlung eines optimierten aktiven Schallschutzes, sind darüber hinaus Angaben zur die Anzahl der eventuell durch passive Maßnahmen zusätzlich zu schützenden Wohneinheiten erforderlich. Ausgehend vom Istzustand (Variante V01) wird hierzu eine umfangreiche Immissionsberechnung an allen potentiell betroffenen Wohngebäuden durchgeführt. Die Immissionsberechnungen erfolgen hierbei an den tatsächlich vorhandenen und bewohnbaren Etagen, was i.d.R. mindestens das Erdgeschoss sowie das 1. Obergeschoss betrifft und somit auch der ursprünglich zwischen der Stadt Hockenheim und der Bundesbahn getroffenen Vereinbarung über eine zweigeschossige Bauweise entspricht. (vgl. Vereinbarung im Planfeststellungsbeschluss [11])

Aus vorangegangenen Untersuchungen zeigt sich, dass für den Prognose-Nullfall 2015 (Untersuchungsvariante V01 = Bestand) Grenzwertüberschreitungen östlich der Bahntrasse an Wohnhäusern bis zu einer Entfernung von ca. 900 m zum Trassenrand zu erwarten sind.

Aufgrund der Vielzahl von betroffenen Anwesen wird aus berechnungstechnischen Gründen die Ortsdurchfahrt entlang des „Kraichbachs“ in einen Nord- und einen Südbereich aufgeteilt. Dies hat jedoch lediglich eine Auswirkung auf die Immissionsortbezeichnung, so dass der Immissionsortnummer im Norbereich ein „n“ und im Südbereich ein „s“ vorangestellt wird.

Die Lage und Bezeichnung der Immissionsorte (Anwesen) sind in den Lageplänen (siehe Anlage 4) dargestellt.

5 Schallemissionen

Die Ausgangsgröße für die Berechnung der Beurteilungspegel sind die Emissionspegel. Der Emissionspegel ist definiert als Mittelungspegel über die Beurteilungszeiträume - tagsüber bzw. nachts - in 25 m Abstand seitlich von der Achse des betrachteten Verkehrsweges bei freier Schallausbreitung und in einer Höhe von 3,5 m über Schienenoberkante (SO). Der Emissionspegel ist ein Maß für die Schallbelastung, die von einer Strecke ausgeht, unabhängig von der Topographie und den örtlichen Gegebenheiten. Er wird wesentlich bestimmt durch die Anzahl, Art und Geschwindigkeit der verkehrenden Fahrzeuge. Hinzu

kommen noch Zuschläge für Fahrbahnart, Brücken, Bahnübergänge und Kurvenradien. Im nachfolgenden sind die einzelnen Teilemissionspegel beschrieben. Die Schallemissionspegel wurden nach der Schall 03 [6] getrennt für alle schalltechnisch relevanten Gleise und für die Tagzeit (06:00 Uhr – 22:00 Uhr) und die Nachtzeit (22:00 Uhr – 6:00 Uhr) berechnet.

5.1 Verkehrsmengengerüst / Zugzahlen

Die fahrzeugbedingten Emissionen werden wesentlich bestimmt durch die Anzahl, Art und Geschwindigkeit der verkehrenden Züge. Diese sind im Betriebsprogramm der Bahnstrecken festgelegt. Zur Ermittlung des maßgebenden Zugverkehrsaufkommen wurden von der DB NETZ AG hierzu folgende emissionsrelevante Angaben für den Prognosehorizont 2015 und 2025 gemacht:

- schalltechnisch relevante Streckenabschnitte (hier Strecke 4080 und 4020) inkl. der Überhol- und Nebengleise (vgl.)
- Zugverkehrsaufkommen je Streckenabschnitt für die Lastfälle Prognose 2015 und 2025
- Fahrzeugparameter (Art, Länge, Scheibenbremsenanteil der Züge u.a.)
- zulässige Streckengeschwindigkeiten bzw. Fahrgeschwindigkeiten der Züge
- Gleise und Streckenabschnitte mit „besonders überwachtem Gleis (BüG)“
- schalltechnisch relevante Streckenaufteilung (Gleise 401 bis 406; siehe Anlage 4)

Die folgende Tabelle zeigt die Veränderung des Zugzahlen seit 1979.

Tabelle 3: Zugzahlen der Strecken 4020+4080 für die Lastfälle 1976, 2006, 2015 u. 2025

Strecke	Lastfall 1976		Lastfall 2006		Lastfall 2015		Lastfall 2025	
	Züge		Züge		Züge		Züge	
	tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts
Summe RTB	149	109	182	102	249	147	298	107
Summe NBS	193	37	106	29	168	38	174	91
Gesamtverkehr Trasse (Tag/Nacht)	342	146	288	131	417	185	472	198
Gesamtverkehr (24h)	488		419		602		670	
Veränderung relativ (gesamt)	--		-14%		44%		11%	
Veränderung relativ (Tag/Nacht)	--		-16%	-10%	45%	41%	13%	7%

Es zeigt sich, dass das Gesamtverkehrsaufkommen (Zugzahlen pro 24h) bezüglich dem Lastfall 2006 sowohl zum Prognosehorizont 2015 als auch zum Prognosehorizont 2025 zunimmt. Da auch für den Lastfall 2025 eine Erhöhung des Verkehrsaufkommens gegenüber dem Lastfall 2015 zu erwarten ist, ist der für die weitere Untersuchung maßgebende Lastfall zunächst anhand eines Emissionsvergleiches (vgl. Kap. 5.4) zu bestimmen.

5.2 Fahrbahnarten / Fahrbahnoberbau

Als Fahrbahnart wird von „Betonschwellen im Schotterbett⁴“ ausgegangen und mit einem Zuschlag von $D_{Fb} = +2 \text{ dB(A)}$ gem. Schall 03 berücksichtigt.

5.3 Brücken, Bahnübergänge und Kurvenradien

Brückenzuschläge gemäß Schall 03 [6] von $D_{Br} = +3 \text{ dB(A)}$ wurden berücksichtigt bei:
km 20,440: Eisenbahnüberführung über den Kraichbach

5.4 Emissionen im Untersuchungsabschnitt - Emissionsänderungen

Ergänzend zu [13] werden im Folgenden die Emissionsänderungen seit dem Planfeststellungsverfahren 1976 bis zum Prognosehorizont 2025 gegenübergestellt. Diese Gegenüberstellung erfolgt beispielhaft am Querschnitt bei Bahn-km 21,800.

In den Tabellen A1 (Prognose 2015) und A2 (Prognose 2025⁵) befinden sich die detaillierten Verkehrszahlen und Teilemissionspegel für die untersuchten Schienenverkehrswege getrennt nach den hier schalltechnisch relevanten Gleisen 401 bis 406. Die Prognoseverkehrszahlen 2015 bzw. 2025 wurden von der DB NETZ AG zur Verfügung gestellt.

Die Verkehrsmengengerüste entstammen den in Kap.3.1 unter Pkt. 7 (Lastfall 2015) und unter Pkt. 5 (Lastfall 2025) dokumentierten Schreiben (vgl. auch Anhang 4). Die nachfolgende Tabelle zeigt die Veränderungen der Zugzahlen sowie die Teil- und Gesamtemissionen für die Lastfälle 1976, 2006, 2015 und 2025 zunächst ohne den Korrekturwert für das besonders überwachte Gleis (BüG) und ohne fahrwegabhängige

⁴ dies wurde bei der Ortsbegehung vom 12.10.2006 überprüft.

⁵ das Verkehrsmengengerüst Prognose 2025 ist nur für den beispielhaften Querschnitt bei Bahn-km 21+800 dargestellt

(Emissions-) Zuschläge gemäß Schall 03. Die Lastfälle 1976 und 2006 haben in der vorliegenden Untersuchung rein informativen Charakter.

Tabelle 4: Gegenüberstellung der Teil- und Gesamtemission der Strecken 4020+4080 für die Lastfälle 1979, 2006, 2015 u. 2025 **ohne bes. überwachtetes Gleis (BüG) u. ohne Zuschläge nach Schall 03**

Strecke	Gleis	Lastfall 1976 (PLF) (altes Planfeststellungsverfahren)				Lastfall 2006 (Zwischenuntersuchung)				Lastfall 2015 (Planänderungsverfahren)				Lastfall 2025 (siehe Kap. 3.1 Pkt. 5)			
		nur Hauptgleise				Haupt- u. Überholgleise				Haupt- u. Überholgleise				Haupt- u. Überholgleise			
		Züge		Teilemission		Züge		Teilemission		Züge		Teilemission		Züge		Teilemission	
		tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts
4020 RTB	401	149	109	71,2	74,5	72	38	69,8	71,4	113	63	73,0	74,8	131	52	74,3	74,0
4020 RTB	402					83	46	70,4	72,4	106	59	72,6	74,4	142	51	74,9	74,0
Überholgl.	403	--	--	--	--	18	11	64,9	66,4	24	15	68,1	69,1	6	2	61,9	60,1
Überholgl.	404	--	--	--	--	9	7	62,8	63,3	6	10	62,1	67,3	19	2	66,7	60,1
Summe RTB		149	109	71,2	74,5	182	102	74,1	75,8	249	147	76,6	79,5	298	107	78,1	77,1
Pegelerhöhung RTB seit PLF 1976						2,9	1,3			5,4	4,0			6,9	2,6		
Strecke	Gleis	Lastfall 1976 (PLF) (altes Planfeststellungsverfahren)				Lastfall 2006 (Zwischenuntersuchung)				Lastfall 2015 (Planänderungsverfahren)				Lastfall 2025 (siehe Kap. 3.1 Pkt. 5)			
		Züge		Teilemission		Züge		Teilemission		Züge		Teilemission		Züge		Teilemission	
		tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts
		tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts
4080 NBS	405	193	37	73,3	70,2	54	16	69,0	67,7	83	20	70,9	68,4	86	46	71,4	73,4
4080 NBS	406					52	13	68,9	66,7	85	18	71,3	69,5	88	45	71,5	73,4
Summe NBS		193	37	73,3	70,2	106	29	72,0	70,2	168	38	74,1	72,0	174	91	76,0	76,4
Pegelerhöhung NBS seit PLF 1976						-1,3	0,0			0,8	1,8			2,7	6,2		
Gesamtsummen-Trasse		342	146	75,4	75,9	288	131	76,2	76,9	417	185	78,5	79,4	472	198	80,2	79,8
Pegelerhöhung RTB+NBS seit PLF 1976						0,8	1,0			3,1	3,5			4,8	3,9		

Für den beispielhaften Querschnitt bei Bahn-km 21,800 ergeben sich somit folgende relative Veränderungen der Teil- bzw. Gesamtemission:

Vergleich Lastfall 2006 / Lastfall 2015

Veränderung der Teilemission: (keine Darstellung in Tab. 4)

- Gleise 401 bis 402 (RTB) $\Delta = +2,5$ dB(A) tags und $+2,7$ dB(A) nachts
- Gleise 405 und 406 (NBS) $\Delta = +2,1$ dB(A) tags und $+1,8$ dB(A) nachts

Veränderung der Gesamtemission: (keine Darstellung in Tab. 4)

- RTB + NBS $\Delta = +2,3$ dB(A) tags und $+2,5$ dB(A) nachts

Es zeigt sich, dass bedingt durch das prognostizierte Verkehrsaufkommen (Prognose 2015) bezugnehmend auf das Jahr 2006 sich sowohl die Emission der Rheintalbahn (Strecke

4020) als auch die Emission der Schnellbahnstrecke (Strecke 4080) am Tag und in der Nacht erhöht.

Vergleich Lastfall 2015 / Lastfall 2025

Veränderung der Teilemission: (keine Darstellung in Tab. 4)

- Gleise 401 bis 402 (RTB) $\Delta = +1,5 \text{ dB(A)}$ tags und $-1,4 \text{ dB(A)}$ nachts
- Gleise 405 und 406 (NBS) $\Delta = +1,9 \text{ dB(A)}$ tags und $+4,4 \text{ dB(A)}$ nachts

Veränderung der Gesamtemission: (keine Darstellung in Tab. 4)

- RTB + NBS $\Delta = +1,7 \text{ dB(A)}$ tags und $+0,4 \text{ dB(A)}$ nachts

Es zeigt sich, dass bedingt durch das prognostizierte weiter erhöhte Verkehrsaufkommen (Prognose 2025) nicht zwangsläufig auf allen Streckenabschnitten eine durchgängige Erhöhung der Emission bezugnehmend auf das Jahr 2015 zu erwarten ist. Stattdessen zeigt sich, dass bei der Rheintalbahn (Strecke 4020) im Nachtzeitraum trotz gestiegenem Verkehrsaufkommens von einer Verminderung der Emission auszugehen ist.

Maßgebendes Verkehrsmengengerüst:

Die Gegenüberstellung der Gesamtemission aus Rheintalbahn (Strecke 4020) und Schnellfahrstrecke (4080) ohne Berücksichtigung des Korrekturwertes für das besonders überwachte Gleises (BüG) zeigt, dass sowohl für den Prognosehorizont 2015 als auch für den Prognosehorizont 2025 eine Emissionserhöhung im Vergleich zum Lastfall PLF 1976 zu erwarten ist. Die Emissionsanalyse zeigt, dass das prognostizierte Verkehrsaufkommen im Jahr 2025 bzgl. der Gesamttrasse zwar eine Erhöhung der Emission am Tag und in der Nacht darstellt, jedoch die bezüglich der schützenswerten Wohnbebauung östlich der Bahntrasse maßgebenden Gleise 401 bis 404 der Rheintalbahn eine Verminderung der Emission im Nachtzeitraum erfahren.

Im Sinne der Betroffenen wird daher für die weitere Untersuchung der für den Nachtzeitraum ungünstigere Lastfall (Prognose 2015) herangezogen.

6 Schallimmissionen

Der Schallausbreitungsrechnung liegt ein dreidimensionales Geländemodell zugrunde. Unter Berücksichtigung der örtlichen bzw. topographischen Gegebenheiten werden die Beurteilungspegel (Schallimmissionen) an allen potentiell betroffenen Wohngebäuden (Immissionsorten) bis zu einer Entfernung zu Bahntrasse von etwa 1.000 m berechnet.

Für die Ermittlung der Schallimmissionen werden dabei an allen relevanten Fassaden stockwerksweise Einzelpunktberechnungen (Immissionspunkte) durchgeführt. Die Berechnung erfolgt gemäß der in Kap. 3.4 aufgeführten Richtlinien und Vorschriften. Bei der Ermittlung der Beurteilungspegel aus Schienenverkehr wird streng nach Schall 03 [6] nur die erste Gebäudereihe für die Abschirmung berücksichtigt und der Überlegung Rechnung getragen, dass die berücksichtigten Abschirmungen in einem Planrechtsverfahren in ihrem Bestand gesichert sein sollten. Außerdem wird vermieden, dass bei kurzen Fassadenstücken die Abschirmwirkung höher bewertet wird, als sie aufgrund der vorhandenen seitlichen Beugung ("Flankenübertragung") sein kann.

Anmerkung:

Aufgrund der ortstypischen Bebauungsstruktur sind nicht alle dargestellten Grenzwertüberschreitungen in den obersten Geschossen (z.B. Spitzdächer d.h. 2.OG entspricht zweitem Dachgeschoss aber ohne Wohnnutzung) auch maßgebend für die Ermittlung der Betroffenheiten⁶. Diese können nur anhand der bei der Ortsbegehung erkennbaren Gebäudenutzung(en) näherungsweise abgeschätzt werden. Die Anzahl der Betroffenheiten ergibt sich aus der Anzahl der Wohneinheiten (WE) mit Grenzwertüberschreitung (GWÜ) am Tag zuzüglich der WE mit GWÜ in der Nacht (siehe Hinweise zur Erstellung Schalltechnischer Untersuchungen [12]). Dies bedeutet für eine Vielzahl von mehrgeschossigen Wohneinheiten (z.B. RH oder EFH), dass eine Wohneinheit nur dann hinreichend durch aktive Schallschutzmaßnahmen geschützt wird, wenn auch in der obersten „genutzten“ Etage keine Grenzwertüberschreitung mehr vorliegt. Bei der Ermittlung der Anzahl von Wohneinheiten werden daher Räumlichkeiten berücksichtigt, bei denen hinreichende Anhaltspunkte für eine Wohnnutzung vorliegen.

⁶ entspricht Schutzfall gemäß „Leitfaden“ [12]

6.1 Variantenuntersuchungen

Basis und Ausgangspunkt der hier zu untersuchten aktiven Schallschutzmaßnahmen sind die in [13] dokumentierten Bestandswände, die im Zuge der Machbarkeitsstudie zur baulichen Realisierbarkeit [15] vermessungstechnisch überprüft und ergänzt wurden.

Die in der Tabelle 4 dargestellten Teilemissionspegel zeigen, dass die Rheintalbahn (Strecke 4020) die dominierende Schallquelle darstellt. Aus schalltechnischer Sicht werden daher vorrangig Schallschutzwanderhöhen östlich der Rheintalbahn (Strecke 4020) im Bereich der Bestandswände untersucht. Ergänzend wird mit der Untersuchungsvariante V14 (siehe Tabelle A3 im Anhang) jedoch auch die Möglichkeit einer Verbesserung der absorbierenden Verkleidung der bestehenden Schallschutzwände an der Schnellbahnstrecke (Str. 4080) untersucht.

Unter Berücksichtigung der baulichen Realisierbarkeit (vgl. Machbarkeitsstudie [14]) sowie aus städtebaulichen Gesichtspunkten erfolgt ausgehend von den derzeit bestehenden Schallschutzwänden (Variante V01) eine schrittweise Erhöhung bis zu einer maximalen SSW-Höhe von 8 m über Schienenoberkante (Variante V06) (vgl. Tabelle A3 im Anhang). Als weitere aktive Schallschutzmaßnahme wird neben den Schallschutzwandoptimierungen (Erhöhung bzw. Neubau) auch die Wirksamkeit des „besonders überwachten Gleises“ (BüG) untersucht. In den ersten 6 Untersuchungsvarianten werden lediglich die Wandererhöhungen ohne die Maßnahme „BüG“ untersucht. Die Untersuchungsvarianten V07 bis V12 entsprechen den Varianten V01 bis V06 jedoch diesmal mit der Maßnahme „BüG“. Die Maßnahme „BüG“ wird, wie bereits in Tabelle 2 dargestellt, ausschließlich auf der Rheintalbahn (Strecke 4020), d.h. auf den Gleisen 401, 402, 403 und 405 angesetzt.

Die „Vollschutzvariante“ V13 stellt keine baulich realisierbare Maßnahme dar und zeigt lediglich welche Schallschutzwandhöhen theoretisch erforderlich wären, um näherungsweise alle Grenzwertüberschreitungen an den Wohngebäuden östlich der Rheintalbahn zu vermeiden.

Die Tabelle A3 im Anhang stellt alle 14 Untersuchungsvarianten (V01 bis V14) tabellarisch gegenüber. Die Varianten V02 bis V12 geben einen Überblick über mögliche bauliche Schallschutzwanderhöhen.

Aufgrund der umfangreichen Berechnungsergebnisse und im Sinne einer besseren Übersichtlichkeit werden die Beurteilungspegel in Abstimmung mit der DB NETZ AG nur für die Untersuchungsvarianten V01, V07 und V10 in der Anlage 5 (Ergebnistabelle) tabellarisch dargestellt.

Die Auswertung und Analyse der Untersuchungsvarianten (V01 bis V14) ist in der Anlage 2 (akustische Wirksamkeit) und in der Anlage 3 (Kosten-Nutzen) zusammengestellt.

6.2 Akustische Parameter Schallschutzwände

Die bestehenden Schallschutzwände wurden seinerzeit von der Firma Eduard Züblin AG (Fertigteilwerk Karlsruhe) hergestellt. Der den Bestandswänden zugrundeliegende frequenzabhängige Schallabsorptionsgrad konnte einem Prüfbericht [16] entnommen werden, so dass in der vorliegenden Untersuchung den Bestandswänden ein Reflexionsverlust von $\Delta L_{A,\alpha,Str} = 3,4$ dB (Absorptionsgrad $\alpha = 0,4$) zugrundegelegt wird.

Nach Abstimmung mit der DB NETZ AG sind die neuen bzw. erhöhten Schallschutzwände (Untersuchungsvarianten V02 bis V14) entsprechend der Konzernrichtlinien der DB Netz AG (hier der KoRi 804.5501) bahnseitig hochabsorbierend (Absorptionsgrad $\alpha = 0,84$) auszuführen.

7 Beurteilung der Immissionen

In der Anlage 2 (akustische Wirksamkeit) und der Anlage 3 (Kosten-Nutzen) sind die Berechnungsergebnisse für alle in Tabelle A3 (Variantenübersicht) beschriebenen 14 Untersuchungsvarianten in Tabellenform dargestellt. Anlage 4 (Lagepläne) und Anlage 5 (Ergebnistabelle) beziehen sich der Übersichtlichkeit halber hingegen nur noch auf die für den Abwägungsprozeß relevanten Berechnungsergebnisse der maßgebenden Untersuchungsvarianten V01, V07 und V10.

Eine bessere Veranschaulichung aller Berechnungsergebnisse vor allem hinsichtlich ihrer akustischen Bewertung erfolgt zusätzlich grafisch anhand der Diagramme Abb. 1 bis Abb. 3. Neben den Kap. 9 aufgeführten Abwägungskriterien lässt sich eine Bewertung der schalltechnischen Wirksamkeit aktiver Schallschutzmaßnahmen u.a. anhand folgender Kriterien treffen:

- Verminderung der Anzahl von Immissionspunkten mit Grenzwertüberschreitung (Abb. 1)
- Verminderung der Anzahl von Betroffenen (Wohneinheiten mit GWÜ) (Abb. 2)
- mittlere Pegelminderung im Nachtzeitraum (Abb. 3)

a) Immissionspunkte (IP) mit Grenzwertüberschreitung (Variante V01 bis V14)

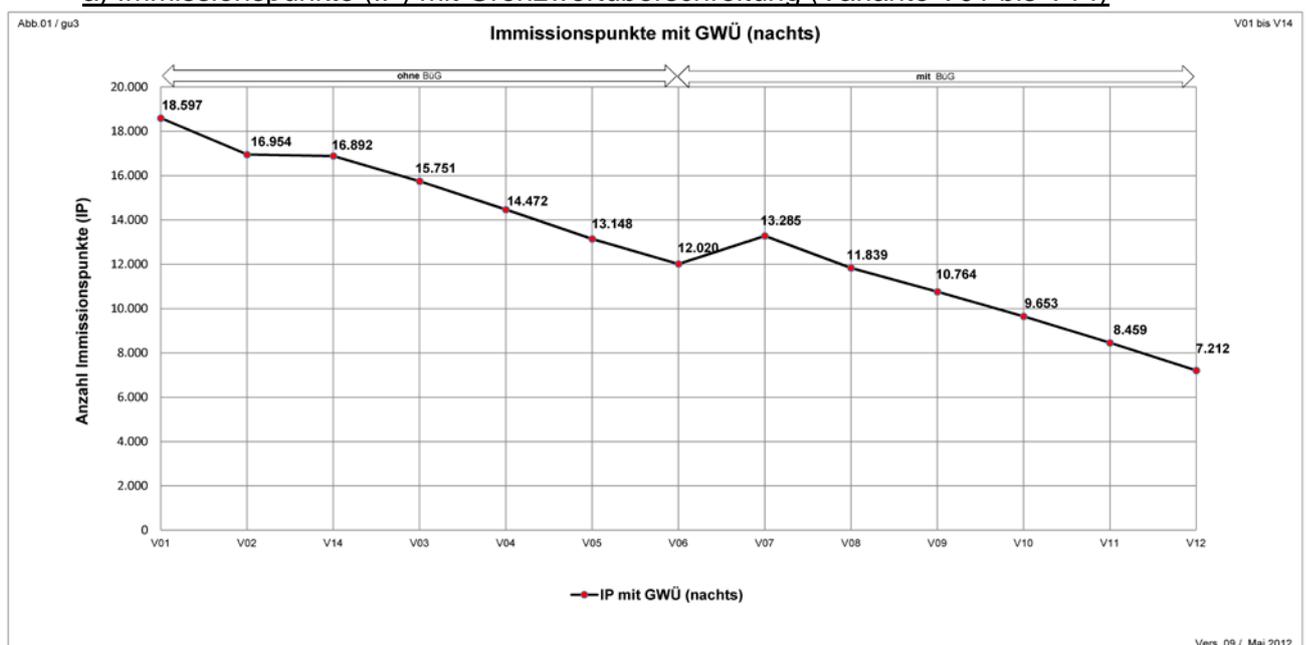


Abb. 1: Auswertung Immissionspunkte (IP) mit GWÜ (vgl. Anlage 2)

b) Anzahl der Wohneinheiten (WE) mit Grenzwertüberschreitung (Variante V01 bis V14)

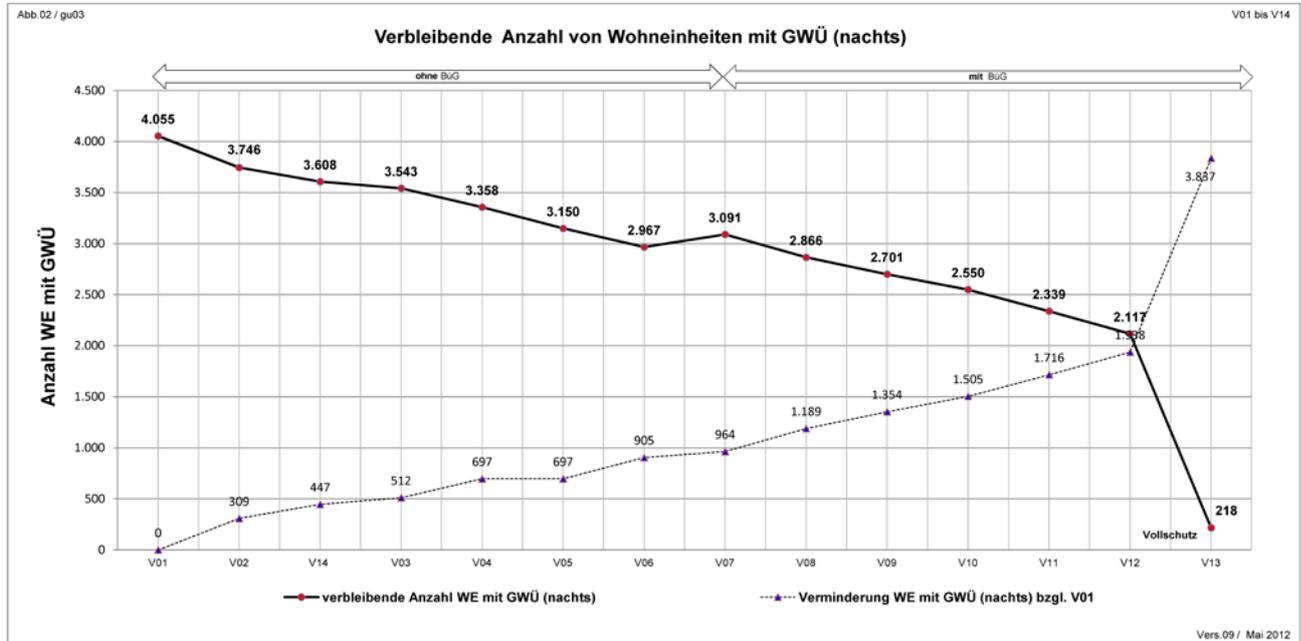


Abb. 2: Auswertung Wohneinheiten (WE) mit GWÜ (Tag u. Nacht) (vgl. Anlage 2)

c) Mittlere Pegelminderung bis 2.OG / alle Fassaden (Variante V01 bis V14)

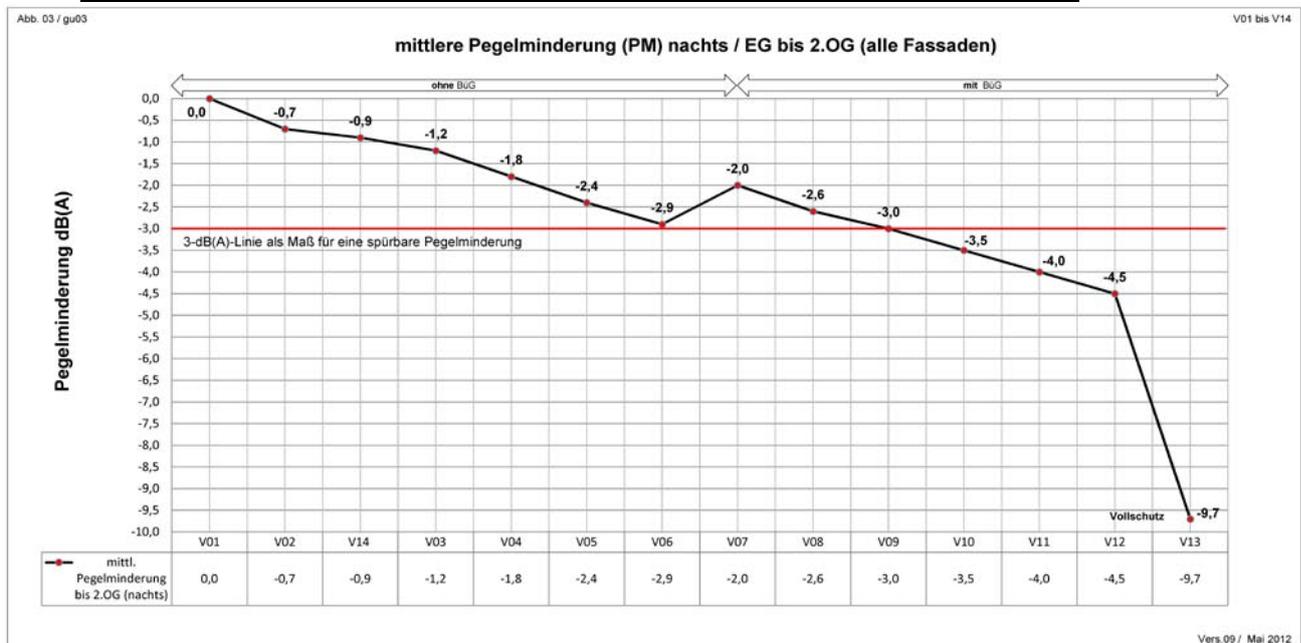


Abb. 3: Mittlere Pegelminderung (vgl. Anlage 2)

Vergleich der Schallschutzvarianten

Anhand der in Anlage 2 und Anlage 3 zusammengestellten Ergebnisse sowie der oben dargestellten Diagramme, lassen sich die einzelnen Schallschutzvarianten miteinander vergleichen (siehe Kap. 7). Es zeigt sich, dass ein detaillierter Variantenvergleich aller

untersuchten Schallschutzwanderhöhungen hier nicht erforderlich bzw. zielführend erscheint, da nicht alle Untersuchungsvarianten eine schalltechnisch nennenswerte Wirkung aufweisen.

Die dargestellten Diagramme (Abb. 1 bis Abb. 3) zeigen, dass mit den Schallschutzwandvarianten V02 bis V06 (ohne die Maßnahme BÜG) sowie mit der Untersuchungsvariante V07 („nur BÜG“) Verbesserungen der allgemeinen schalltechnischen Situation mit mittleren Pegelminderungen < 3 dB(A) zu erwarten sind. Anhand der mittleren Pegelminderung (Abb. 3) ist erkennbar, dass erst ab der Variante V09 (SSW-Erhöhung bis auf 5 m ü. SO inkl. BÜG) eine spürbare mittlere Pegelminderung von ≥ 3 dB(A) erreicht wird.

Die 3 dB(A)-Schwelle als Maß für eine gerade spürbare Pegelminderung ist wissenschaftlich einschlägig nachgewiesen und stellt somit ein akustisch anzustrebendes Kriterium dar. Da die derzeit vorhandenen aktiven Schallschutzmaßnahmen (Schallschutzwände / Schallschutzwälle) bereits zu deutlichen Pegelminderungen führen, ist ausgehend von diesem Zustand eine weitere Verbesserung im Hinblick auf das 3 dB(A)-Kriterium nur mit erheblichem Zusatzaufwand erneut zu erreichen.

Ausgangssituation (V01): SSW im Bestand

Die Variante V01 (Prognose-Nullfall) stellt die Ausgangssituation und somit die Bezugsvariante für die nachfolgenden Betrachtungen dar. Es zeigt sich, dass mit den bereits vorhandenen Schallschutzwänden die IGW der 16. BImSchV an etwa 18.597 Berechnungspunkten (IP) d.h. an etwa 4.055⁷ Wohneinheiten (WE) überschritten werden. Es verbleiben trotz vorhandener Schallschutzwände an der bahnnächsten Wohnbebauung (z.B. IO s12910 - Lußheimerstr. 23 / 3.OG) Überschreitungen der maßgebenden IGW von bis zu 6 dB(A) tagsüber und bis zu 17 dB(A) nachts.

Vollschutzvariante (V13): erforderliche SSW-Höhen:

Um Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte östlich der Bahntrasse annähernd vollständig zu vermeiden, wären im Bereich der Bestandswände (inkl. dem Lückenschluss südl. des Bahnhofes - Raumgitterwand) zusätzlich zur Maßnahme „BÜG“ Schallschutzwandhöhen zwischen 14 m und 20 m ü. SO erforderlich. Diese Vollschutzvariante dient somit lediglich als Kenngröße im Rahmen der Kosten-Nutzen-Analyse bzw. als Hilfe im Abwägungsprozess zur Dimensionierung baulich und wirtschaftlich vertretbarer aktiver

⁷ WE mit GWÜ tags und/oder nachts

Schallschutzmaßnahmen. Mit der Vollschutzvariante sind tagsüber keine Grenzwertüberschreitungen mehr zu erwarten und es verbleiben lediglich etwa 218 Wohneinheiten (inkl. der Bebauung westlich der Bahntrasse) mit geringfügigen GWÜ im Nachtzeitraum.

Optimierungsvarianten (V02-V12): Schrittweise Erhöhungen der östlichen SSW

Zur Ermittlung eines schalltechnisch optimierten und wirtschaftlich vertretbaren Schallschutzkonzeptes, sind in Anlehnung an den „Leitfaden zur Erstellung schalltechnischer Untersuchungen“ [12] unterschiedliche Schallschutzvarianten und deren Kosten zu ermitteln. Die Variantenuntersuchungen bilden die Grundlage für eine Kosten-Nutzen-Analyse. Die Auswertung der Berechnungsergebnisse der Untersuchungsvarianten V01 bis V14 sind in der Anlage 2 (akustische Wirksamkeit) und Anlage 3 (Kosten-Nutzen) zusammengestellt. Anhand der Diagramme Abb. 1 bis Abb. 3 ist unter Berücksichtigung der in Kap. 9 aufgeführten Abwägungskriterien eine Beurteilung der schalltechnischen Wirksamkeit der einzelnen Schallschutzvarianten möglich.

Untersuchungsvariante (V07): SSW im Bestand inkl. „bes. überwachtes Gleis“ (BüG)

Die Variante V07 (nur BüG) stellt die unter Kosten-Nutzen-Gesichtspunkten bevorzugte aktive Schallschutzmaßnahme dar. Es zeigt sich, dass mit den bereits vorhandenen Schallschutzwänden und der zusätzlichen Maßnahme „BüG“ die IGW der 16. BImSchV an etwa 13.285 Berechnungspunkten (IP) d.h. an etwa 3.091⁸ Wohneinheiten (WE) überschritten werden. Es verbleiben trotz der Maßnahme „BüG“ an der bahnnächsten Wohnbebauung (z.B. IO s12910 - Lußheimerstr. 23 / 3.OG) Überschreitungen der maßgebenden IGW von bis zu 3 dB(A) tagsüber und bis zu 15 dB(A) nachts. Es zeigt sich, dass allein die Maßnahme „BüG“ eine mittlere Pegelminderung von etwa 2 dB(A) bewirkt.

Untersuchungsvarianten (V10 bis V12): SSW- Erhöhung bis zu 8 m ü. SO inkl. „BüG“

Hinsichtlich der vom EBA [12] noch als verträglich eingestuften maximalen Schallschutzwandhöhe von 6 m ü. SO stellt die Variante V10 hinsichtlich des 3-dB(A)-Kriteriums somit aus schalltechnischer Sicht eine wirksame Maßnahme dar.

Konkret zeigt sich jedoch, dass hinsichtlich der baulichen Realisierbarkeit [15] weder in der Variante 10 noch in den Variante V11 bis V12 eine komplett durchgängige Schallschutzwanderhöhung auf mind. 6 m ü. SO möglich ist. Mit den in Tabelle A3 im Anhang 3 (Variantenübersicht) dargestellten SSW-Erhöhungen inkl. der zusätzlichen

⁸ WE mit GWÜ tags und/oder nachts

Maßnahme „BüG“ verbleiben Grenzwertüberschreitungen an etwa 9.653 Berechnungspunkten (IP) bzw. entsprechend an etwa 2.550 Wohneinheiten (WE). Es verbleiben trotz der o.g. aktiven Maßnahmen an der bahnnächsten Wohnbebauung (z.B. IO s12910 - Lußheimerstr. 23 / 3.OG) Überschreitungen der maßgebenden IGW von bis zu 1 dB(A) tagsüber und bis zu 12 dB(A) nachts. Es zeigt sich, dass mit der Kombination aus SSW-Erhöhung und „BüG“ eine anzustrebende mittlere Pegelminderung von über 3 dB(A) zu erwarten ist.

8 Kostenermittlung

Als Grundlage für die Abwägung nach § 41 Absatz 2 BImSchG sind für jede untersuchte Variante die aktiven und passiven Kosten zu ermitteln. Hierzu wurden in Anlehnung an den „Leitfaden zur Erstellung schalltechnischer Untersuchungen“ [12] folgende Kenngrößen für die Kosten-Nutzen-Analyse ermittelt:

- Kosten der Schallschutzwände (SSW_{Kost})
- Kosten für das „besonders überwachte Gleis“ ($BüG_{Kost}$)
- Gesamtkosten „aktive Maßnahmen“ ($GK_{aktiv} = SSW_{Kost} + BüG_{Kost}$)
- Anzahl Wohneinheiten mit beseitigter Grenzwertüberschreitung (SF_{gel})⁹
- Anzahl verbleibende Schutzfälle (SF_{ver})
- Kosten je gelöster Schutzfall ($= GK_{aktiv} / SF_{gel}$)
- mittlere Pegelminderung getrennt für Tag und Nacht (arithmetischer Mittelwert)
- Kosten für verbleibende passive Maßnahmen ($passiv_{Kost}$)
- Gesamtkosten aktiver und passiver Maßnahmen (GK)

In der Anlage 3 (Kosten-Nutzen) werden die o.g. Kenngrößen aller Untersuchungsvarianten gegenübergestellt.

8.1 Kostenermittlung aktive Schallschutzmaßnahmen

Schallschutzwände im Bestand: (V01 / V07)

Die zu Vergleichszwecken zu ermittelnden Herstellkosten der bereits vorhandenen Schallschutzwände (Bestandswände) erfolgt in Abstimmung mit der DB NETZ AG auf der

⁹ dies entspricht der Anzahl gelöster Schutzfälle nach [12]

Basis nachfolgender Kostenansätze:

Tabelle 5: Kostenansätze für Schallschutzwände (Neubau) lt. Kostenkennwertkatalog 808.0212

NEUBAU-Kosten lt. Kostenkennwertkatalog 808.0212 für Bestandswände						
SSW der Untersuchungsvariante V01 bzw. V07	Höhe über SO	Erhöhung Kosten [%]	Kosten pro lfm lt. Katalog	Grundkosten pro m ² ohne Zuschlag	Zuschlag 0 % für erschwertes Arbeiten (Oberleitung usw.)	Neubaukosten (Abschätzung) [m ²]
SSW Bestand	1	0%	971,45*	971,45	0,00	971 €
SSW Bestand	1,5	5%	1.048,15	698,77	0,00	699 €
SSW Bestand	2	0%	1.124,84*	562,42	0,00	562 €
SSW Bestand	2,5	5%	1.252,67	501,07	0,00	501 €
SSW Bestand	3	0%	1.380,49*	460,16	0,00	460 €
SSW Bestand	3,5	5%	1.508,32	430,95	0,00	431 €
SSW Bestand	4	0%	1.636,14*	409,04	0,00	409 €
SSW Bestand	4,5	5%	1.891,79	420,40	0,00	420 €
SSW Bestand	5	0%	2.147,43*	429,49	0,00	429 €
RGW Bestand	< 5,0	0%	--	460,00	0,00	460 €

* Kosten pro lfm entstammen dem Kostenkennwertkatalog bzw. wurden interpoliert

RGW = Raumgitterwand

Die detaillierte Kostenermittlung der Bestandswände kann der Anlage 1 entnommen werden.

Schallschutzwände / Erhöhung-Neubau-Vorsatzschale: (V02 bis V06 bzw. V08 bis V13)

Im Rahmen der durchgeführten Machbarkeitsstudie [15] zur baulichen Realisierbarkeit von nachträglich zu erhöhenden Schallschutzwänden, wurde vom IB Pöyry Infra GmbH auf Basis des o.g. Kostenkennwertkatalog 808.0212 und unter Berücksichtigung weiterer kostenrelevanter Zusatzleistungen (z.B. schwierige betriebliche Verhältnisse, zeitweise gesperrtes Gleis, Arbeiten unter Oberleitung, Arbeiten im Bahnhofsbereich, teilweiser Zugang nur über Gleisfeld, teilweiser Abriss und Entsorgung von Bestandswänden usw.) eine detaillierte variantenbezogene Kostenermittlung durchgeführt. Diese detaillierte Kostenermittlung kann der Anlage 1 entnommen werden.

Je nach Untersuchungsvariante ergeben sich somit folgende Gesamtkosten für die jeweilige Schallschutzwandvariante (vgl. Anlage 1):

Variante V01/V07: Bestandswände (nur zu Vergleichszwecken):	9,13 Mio€
Variante V02/V08: Schallschutzwandhöhen bis max. 4,0 m ü. SO:	3,68 Mio€
Variante V03/V09: Schallschutzwandhöhen bis max. 5,0 m ü. SO:	5,84 Mio€

Variante V04/V10: Schallschutzwandhöhen bis max. 6,0 m ü. SO:	7,58 Mio€
Variante V05/V11: Schallschutzwandhöhen bis max. 7,0 m ü. SO:	8,99 Mio€
Variante V06/V12: Schallschutzwandhöhen bis max. 8,0 m ü. SO:	10.10 Mio€
Variante V13: Schallschutzwandhöhen bis 20 m ü. SO (fiktiv):	29,89 Mio€

Besonders überwachtetes Gleis (BüG):

Das BüG ist wegen der Mittelwand aus schalltechnischer Sicht nur auf den Gleisen 401 bis 404 der Strecke 4020 (Rheintalbahn) zielführend. Im Bereich der Bahnsteige ist gemäß DB NETZ AG das BüG aus technischen Gründen nicht ansetzbar. Der Kostenermittlung für das BüG liegen dabei folgende Ansätze zugrunde:

Der Maßnahme „BüG“ liegen folgende Kostenansätze zugrunde:

Grundkosten: 15 € pro lfm Gleis und Schleifgang

Schleifgänge: 1 x pro Jahr

Sperrpausen: 1 x Sperrpause pro Schleifgang; (bei 2 Sperrpausen verdoppeln sich die Grundkosten; hier jed. nicht angesetzt.)

Nutzungsdauer Gleise: 40 Jahre

Tabelle 6: Bereich mit besonders überwachten Gleis (BüG)

Gleis Str. 4021		Bereich mit BüG auf der Rheintalbahn (RTB) [Bahn-km]		ca. Gesamt- länge je Gleis [m]	Sperr- pausen pro Schleif- gang [Anz.]	Kostenabschätzung BüG		
						Kosten pro lfm Gleis und Jahr	Nutzungs- zeit	Gesamt- kosten "BüG"
						[€/lfm Jahr]	[Jahre]	[T€]
Gleis 401	Hauptgleise der Rheintalbahn (ohne Bhf.)	19.700	21.405	1.705	1	15	40	1.023
		21.840	23.200	1.360	1	15	40	816
Gleis 402		19.700	21.405	1.705	1	15	40	1.023
		21.840	23.200	1.360	1	15	40	816
Gleis 403	Überhol- und Nebengleise (ohne Bhf.)	20.700	21.405	705	1	15	40	423
		21.840	22.723	883	1	15	40	530
Gleis 404		20.650	21.405	755	1	15	40	453
		21.480	22.750	1.270	1	15	40	762

Gesamtlänge: 9.743

5.846 Mio.€

Die Tabelle 6 zeigt, dass sich die Kosten für die Maßnahme „besonders überwachtetes Gleis“

beim einmaligen Schleifen der vier Gleise 401 bis 404 auf ca. 146.000 € pro Jahr belaufen. Bei einer Nutzungsdauer von 40 Jahren sind somit Gesamtkosten für das BÜG von 5,84 Mio€ anzusetzen.

8.2 Kostenermittlung passive Maßnahmen

Für die im Rahmen der Abwägung erforderlichen Gesamtkosten (aktiv und passiv) sind für die trotz aktiver Maßnahmen verbleibenden Wohneinheiten mit Grenzwertüberschreitung¹⁰ die zusätzlichen Kosten für passive Schallschutzmaßnahmen abzuschätzen. Bahnnahe Objekte mit Anspruch auf Überprüfung hinsichtlich passiver Schallschutzmaßnahmen erzeugen i.d.R. höhere Kosten, als entfernter gelegene Objekte mit nur geringen Grenzwertüberschreitungen. In Ermangelung statistisch belegbarer Daten werden in Abstimmung mit der DB NETZ AG gestaffelte Kostenansätze für passive Maßnahmen entsprechend der folgenden Pegelbereiche abgeschätzt. Maßgebend für die Kostenermittlung sind die Wohneinheiten mit Grenzwertüberschreitungen (GWÜ) im Nachtzeitraum.

Pegelbereich: < 60 dB(A)

ca. 1.000 € pro Wohneinheit mit GWÜ nachts
(Annahme ca. 2 Lüfter pro Wohnung)

Pegelbereich: >= 60 dB(A)

ca. 2.000 € pro Wohneinheit mit GWÜ nachts
(Annahme ca. 2 Fenster + 2 Lüfter pro Wohnung)

In der Anlage 3 (Kosten-Nutzen) sind die abgeschätzten Kosten für die zusätzlich verbleibenden passiven Maßnahmen dargestellt.

8.3 Grafische Auswertung der Kosten für aktive und passive Schallschutz

Die in der Anlage 3 (Kosten-Nutzen) zusammengestellten Kenngrößen je Untersuchungsvariante bilden die Grundlage für die nachfolgende grafische Darstellung

¹⁰ entspricht „Anzahl nicht gelöster Schutzfälle“

(Abb. 4). Die dargestellte Kurve ermöglicht einen Überblick über das Verhältnis aktiver zu passiver Kosten der jeweiligen Schallschutzvariante.

a) Kosten für „aktive“ und „passive“ Maßnahmen (Variante V01 bis V14)

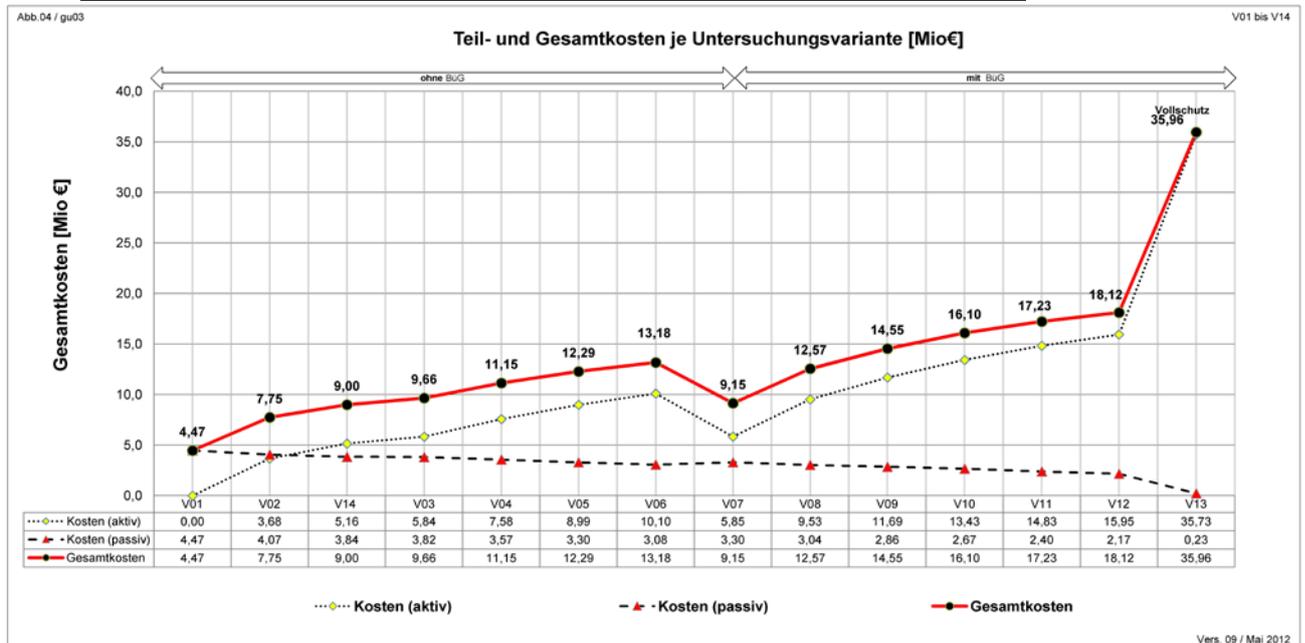


Abb. 4: Kosten für aktive und passive Maßnahmen und Gesamtkosten aktiv+passiv (vgl. Anlage 3)

Es zeigt sich, dass trotz deutlich steigender Kosten für den aktiven Schallschutz die zusätzlichen Kosten für den verbleibenden passiven Schallschutz nur geringfügig abnehmen.

9 Abwägung - Ergebnis der Verhältnismäßigkeitsprüfung

Bezugnehmend auf Kap. 7 erfolgt die nachfolgende Abwägung der Verhältnismäßigkeit ausschließlich für aktive Maßnahmen, die auch unter Berücksichtigung der folgenden Beurteilungskriterien eine nennenswerte schalltechnische Verbesserung erzielen.

Abwägungskriterien:

- Stadtbild: maximale Schallschutzwandhöhe 8 m ü. SO
- Schallschutz: größtmögliche Vermeidung zusätzlicher passiver Maßnahmen, d.h. Verminderung der Anzahl von Betroffenen (WE mit GWÜ) und Verminderung der Anzahl von Immissionspunkten mit Grenzwertüberschreitung (Abb. 1)
- Schallschutz: spürbare Pegelminderung, d.h. mittlere Pegelminderung im

Nachtzeitraum ≥ 3 dB(A) (Abb. 3)

- Bauliche Realisierbarkeit: max. SSW-Höhe 6 m ü. SO lt. Leitfaden [12] Stand der Technik
- Wirtschaftlichkeit: Minimierung der Kosten pro geschützter WE¹¹

9.1 Schalltechnische Abwägung:

Maßnahmen ohne BüG:

Anhand der Berechnungsergebnisse der Schallschutzvarianten V02 bis V06 (ohne BüG) wird deutlich, dass eine Erhöhung der Schallschutzwände alleine nicht zielführend erscheint. Vielmehr zeigt sich, dass eine nennswerte schalltechnische Verbesserung ohne BüG erst mit Variante V06, also ab einer Schallschutzwandhöhe von 8 m über SO zu erzielen ist.

Maßnahmen mit BüG:

Die Schallschutzvariante V07 zeigt, dass allein mit der Maßnahme BüG näherungsweise eine vergleichbare schalltechnische Situation zu erreichen ist, wie mit der Untersuchungsvariante V05 (d.h. wie mit einer baulich realisierbaren Schallschutzwanderhöhung auf 7 m ü. SO ohne BüG). Dies verdeutlicht eindrucksvoll die hohe Effizienz der Maßnahme BüG.

Jede Wanderhöhung um 1 m bewirkt eine Erhöhung der mittleren Pegelminderung um etwa 0,5 dB(A), so dass bei der Kombination aus BüG und einer Schallschutzwandhöhe von 8 m ü. SO (Variante 12) eine mittlere Pegelminderung von 4,5 dB(A) zu erwarten ist.

Die Schallschutzvariante V12 stellt zwar die schalltechnisch wirksamste Situation dar, erscheint aber hinsichtlich dem Kostenverhältnis „aktiv zu passiv“ von deutlich über 7 (vgl. Abb. 4) nicht mehr wirtschaftlich vertretbar.

Nur durch die Kombination aus BüG und Wanderhöhung (vgl. V08 bis V12) lassen sich mittlere Pegelminderungen von mehr als 3 dB(A) erzielen. D.h. erst mit der Schallschutzvariante 09 (SSW-Erhöhung bis auf 5 m ü. SO) ist bei einer mittleren Pegelminderung ≥ 3 dB(A) eine nennswerte und spürbare Verbesserung der schalltechnischen Situation zu erwarten. Dementsprechend ergibt sich erst mit V09 eine Reduzierung der WE mit GWÜ von mehr als 30%.

¹¹ dies entspricht den Kosten je gelöstem Schutzfall [12]

Die Untersuchungen zeigen weiter, dass eine vollständige Einhaltung der Immissionsgrenzwerte unter Berücksichtigung bautechnischer und städtebaulicher Gesichtspunkte nicht zu erreichen ist (vgl. Vollschutzvariante V13).

9.2 Kosten-Nutzen-Abwägung:

Hinsichtlich dem Kosten-Nutzen-Verhältnis stellt die Maßnahme BüG (V07) aus wirtschaftlicher Sicht ein vertretbares Schallschutzkonzept dar. Das BüG ist dabei aus Sicht der Kosten pro gelöstem Schutzfall die wirkungsvollste Alternative. Die schalltechnische Wirksamkeit ist jedoch bei einer mittleren Pegelminderung von nur 2 dB(A) nicht befriedigend. Erst die Kombination von BüG und Erhöhung der Bestandswände auf mindestens 6 m ü. SO (vgl. V10) bewirkt eine nennenswerte schalltechnische Verbesserung mit einer mittleren Pegelminderung von mehr 3 dB(A) (vgl. Abb. 3).

In Anlehnung an [12] zeigt das folgende Diagramm (Abb. 5) als Bewertungskriterium für das Kosten-Nutzen-Verhältnis die „Kosten pro geschützter Wohneinheit“.

b) Kosten pro geschützter Wohneinheit (Variante V02 bis V14)

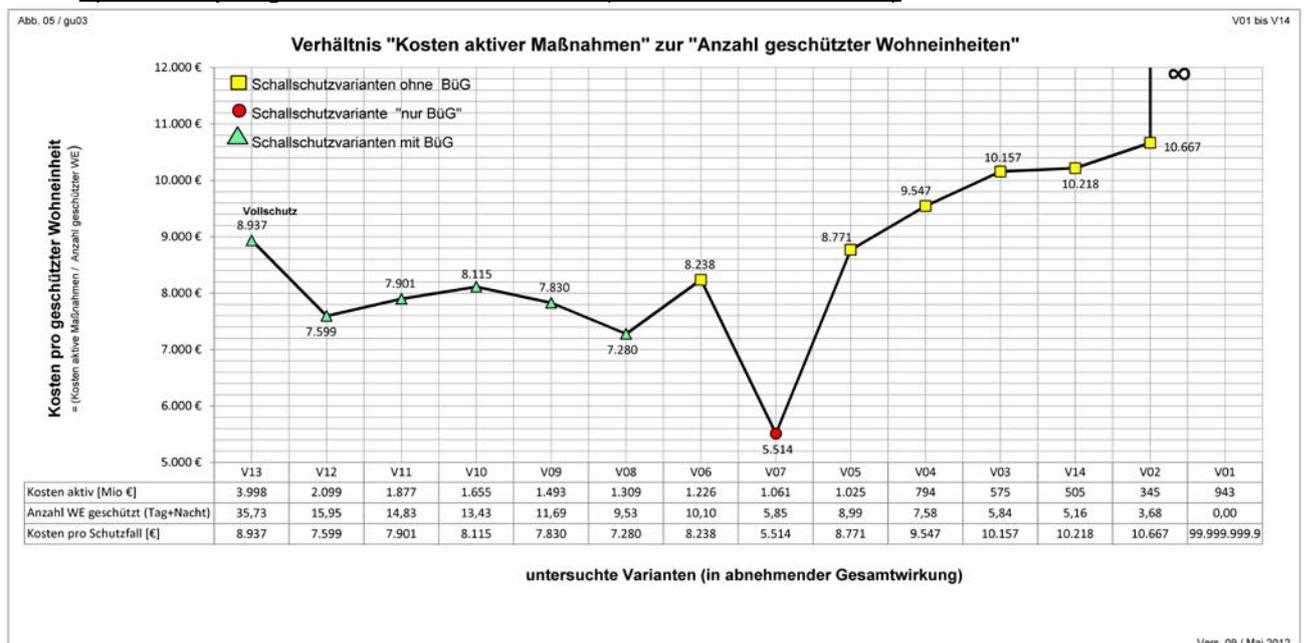


Abb. 5: Kosten pro geschützter Wohneinheit bzgl. der Kosten „aktiver Maßnahmen“ (vgl. Anlage 3)

Es zeigt sich, dass das Verhältnis der Kosten für „aktive Maßnahmen“ zur „Anzahl geschützter Wohneinheiten“ bei der Variante 07 (nur BüG) am geringsten ist. Aus Sicht der

Kosten stellt somit die Maßnahme BüG (V07) die wirkungsvollste Alternative im Vergleich zu deutlich kostenintensiveren Kombinationslösungen aus BüG und SSW-Erhöhung dar. Aus schalltechnischer Sicht ist dabei eine nennenswerte Pegelminderung von i.M. mehr 3 dB(A) erst bei einer Kombination aus BüG und einer Erhöhung der Bestandswände auf mindestens 6 m über SO (V10) zu erwarten.

10 Zusammenfassung

Vor dem Hintergrund einer Vielzahl von bislang erstellten Untersuchungen, Stellungnahmen und Messberichten wurde im Jahr 2007 zusammenfassend eine detaillierte Beurteilung der eisenbahnschalltechnischen Situation für die Ortsdurchfahrt Hockenheim gemäß 16.BImSchV in Verbindung mit der Schall 03 durchgeführt [13]. Hierbei wurde festgestellt, dass die maßgeblichen Immissionsgrenzwerte der 16. BImSchV in weiten Bereichen mit Wohnbebauung bereits für den Lastfall 2006 zum Teil deutlich überschritten werden. Eine darüber hinausgehende Variantenuntersuchung zur Optimierung des Schallschutzes war seinerzeit jedoch nicht Gegenstand der Beauftragung.

Aus diesem Grund sind nunmehr entsprechende Variantenuntersuchungen zur Optimierung und Abwägung potentieller Schallschutzmaßnahmen unter Berücksichtigung des aktualisierten Bundes-Verkehrswegeplans erforderlich. Konkret werden für den Lastfall 2015 anhand von 14 Schallschutzvarianten mögliche Verbesserungen der schalltechnischen Situation untersucht.

Es zeigt sich, dass selbst mit einer Erhöhung der vorhandenen Schallschutzwände auf bis zu 8 m ü. SO östlich der Rheintalbahn die zulässigen Immissionsgrenzwerte der 16. BImSchV im Nachtzeitraum an der bahnnächsten Bebauung im 1. Obergeschoss nicht eingehalten werden. Vielmehr wird deutlich, dass eine wirksame schalltechnische Verbesserung nur durch eine Kombination aus Schallschutzwanderrhöhung und besonders überwachtem Gleis (BüG) zu erzielen ist.

Unter Berücksichtigung bautechnischer und wirtschaftlicher Gesichtspunkte stellt die Schallschutzvariante V07 (nur BüG -, ohne Erhöhung der Bestandswände) die wirtschaftlich effizienteste Alternative im Vergleich zu den schalltechnisch wirksameren aber deutlich kostenintensiveren Kombinationslösungen (BüG + SSW-Erhöhung) dar. Eine mittlere Pegelminderung von mehr 3 dB(A) und somit eine spürbare Verbesserung der

schalltechnischen Situation ist dabei nur mit den Schallschutzkonzepten V10 bis V12 zu erzielen.

Dieser Bericht ist nur für seinen vorgesehenen Zweck bestimmt und darf nur in seiner Gesamtheit, einschließlich aller Anlagen, vervielfältigt, gezeigt oder veröffentlicht werden. Die Veröffentlichung bedarf der Genehmigung durch das Büro hils consult gmbh.

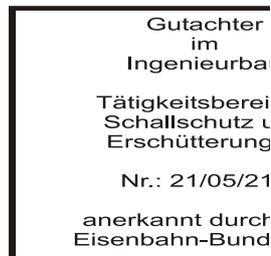
Diese schalltechnische Untersuchung umfasst 45 Seiten inkl. Anhang 1-5 und 5 Anlagen

Kaufering, 01.06.2012

hils consult gmbh



Dr.rer.nat. Th. Hils



i.A. Dipl.Ing.(FH) R.Steinbauer

Literaturverzeichnis

Quellen- und Grundlagenverzeichnis

- [1] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 26.09.2002 (BGBl. I S. 3830)
- [2] 16. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung - 16. BImSchV) vom 12.06.1990 (BGBl. I S. 1036)
- [3] 24. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung - 24. BImSchV) vom 04.02.1997 (BGBl. I S. 172), zuletzt geändert am 23.09.1997 (BGBl. I S. 2329)
- [4] Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm - Geräuschimmissionen - vom 19. August 1970 (Bundesanzeiger Nr. 160 vom 1.9.1970)
- [5] Richtlinie für den Lärmschutz an Straßen (RLS-90); Ausgabe 1990
- [6] Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen an Schienenwegen - Schall 03; Ausgabe 1990
- [7] Richtlinie für die Förderung von Maßnahmen zur Lärmsanierung an bestehenden Schienenwegen der Eisenbahnen des Bundes, Bonn, 07.03.2005
- [8] Verwaltungsvorschrift des Ministeriums für Umwelt und Verkehr zum Verkehrslärmschutz an Straßen (vom 30. Juli 1997) ; Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesstraßen in der Baulast des Bundes (VLärmSchR97)
- [9] Richtlinie 800.2001: Netzinfrastruktur Technik entwerfen; Lärmschutzanlagen an Eisenbahnstrecken, DB Netz 01.01.2000
- [10] Akustik 04 der Deutschen Bahn AG, „Richtlinie für schalltechnische Untersuchungen bei der Planung von Rangier- und Umschlagbahnhöfen“, Ausgabe 1990
- [11] Planfeststellungsbeschluss – Neubaustrecke Mannheim-Stuttgart NBS – km 18,183-23,291; Planfeststellungsbereich 3a; Gemarkungen Hockenheim, Relingen, Neulusheim, Karlsruhe 24.11.1981
- [12] Hinweise zur Erstellung Schalltechnischer Untersuchungen in der eisenbahnrechtlichen Planfeststellung von Neu- oder Ausbaumaßnahmen von Schienenwegen. / Eisenbahn-Bundesamt vom 15.06.2009 („Leitfaden“)
- [13] Schalltechnische Untersuchung vom 30.05.2009 / Beurteilung der Lärmsituation an der Bahnstrecke in Hockenheim für den Lastfall 2006 mit den vorhandenen aktiven Schallschutzmaßnahmen (hils consult gmbh / Proj.-Nr. 06047 / gu01)
- [14] Schalltechnische Untersuchung vom 11.04.2011 / Schalltechnische Situation an der Bahnstrecke in Hockenheim Bewertung verschiedener Schallschutzmaßnahmen (hils consult gmbh / Proj.-Nr. 06047 / gu02)
- [15] Machbarkeitsstudie zur konstruktiven Durchbildung der Verbesserung von Schallschutzanlagen für die Ortsdurchfahrt Hockenheim (Erläuterungsbericht zur Machbarkeitsstudie) Arbeitsfassung von 15.11.2010; Pöyry Infra GmbH, Siegburger Str. 183-187, 50679 Köln
- [16] Prüfbericht Nr. 14.865a zum Schallabsorptionsgrad einer Vorsatzschale für Lärmschutzwände aus 4 cm dicken Betonplatten im Auftrag der Firma Eduard Züblin AG – Karlsruhe-Hagfeld erstellt vom Institut für Schall- und Wärmeschutz Prof. Dr. Dr. Zeller (19.06.1985)

Software:

- [17] Cadna/A Version 4.1.137 Datakustik GmbH, München

Begriffsdefinitionen, Abkürzungen, Indices

Abkürzung	Einheit	Erläuterung
16. BImSchV	-	16. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
24. BImSchV	-	24. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
AG	-	Auftraggeber
AM	-	Wohngebäude im Außenbereich
AVV - Bau	-	Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm
BauNVO	-	Baunutzungsverordnung
BImSchG	-	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BImSchV	-	Bundes-Immissionsschutzverordnung
BüG	-	besonders überwachtes Gleis
dB(A)	-	Dezibel (A-bewertet)
D_{Br}	dB(A)	Brückenzuschlag gemäß Schall03
$D_{Bü}$	dB(A)	Zuschlag für Bahnübergänge gemäß Schall03
D_{Fb}	dB(A)	Zuschlag der Fahrbahnarten gemäß Schall03
DG	-	Dachgeschoss
DIN	-	Deutsches Institut für Normung
D_{Ra}	dB(A)	Zuschlag für den Einfluss von Kurven gemäß Schall03
EG	-	Erdgeschoss
G	-	Gewerbegebiet
GOK	-	Geländeoberkante
GVS	-	Gemeindeverbindungsstraße
GWÜ	-	Grenzwertüberschreitung
GZ	-	Güterzug
i.S.d.F	-	im Sinne der Förderrichtlinie
IGW	dB(A)	Immissionsgrenzwert (hier auch Lärmsanierungsgrenzwert)
IO	-	Immissionsort
KG	-	Kleingartengebiet
$L_{m,E}$	dB(A)	Emissionspegel
L_r	dB(A)	Beurteilungspegel (Immissionspegel)
M	-	Mischgebiet
NBS	-	Schnellbahn- bzw. Schnellfahrstrecke 4080 (Gleis 405, 406)
NBS / ABS	-	Neubaustrecke / Ausbaustrecke (= Schnellfahrstrecke)
NKV	-	Nutzen-Kosten-Verhältnis gemäß Berechnungsformel im Anhang 2 von [7]
OG	-	Obergeschoss
PLF / PFB	-	Planfeststellung / Planfeststellungsbeschluss
RGW	-	Raumgitterwand (aktive Schallschutzmaßnahme)
RTB	-	Rheintalbahn Strecke 4020 (Gleis 401, 402, 403, 404)
$R_{w,erf}$	-	erforderliches Bewertetes Schalldämm-Maß
S	-	Sondergebiet
SO	-	Schienenoberkante
SSK	-	Schallschutzklasse für Fenster
SSM	-	Schallschutzmaßnahme
SSW	-	Schallschutzwand
SSWI	-	Schallschutzwall
Stws	-	Stockwerkseite
v	km/ h	Geschwindigkeit
VDI	-	Verein Deutscher Ingenieure
W	-	Wohngebiet

ANHANG

Anhang 1: Verkehrsmengengerüst / Emission Prognose 2015 (Tab. A1)

Tabelle A1) Emissionen des Schienenverkehrs für den **Prognosehorizont 2015 inkl. Überholgleise**
Stand: 12.10.2010; (ohne Zuschläge gemäß Schall03 / ohne Maßnahme BÜG); vgl. Anhang 4

Strecke 4020 Rheintalbahn Gleis 401_A (linkes Gleis); Prognose 2015 / (km-RTB 19,000 bis 20,500 / bis Weiche 410)								
Zugart	Tag (6-22 Uhr)	Nacht (22-6 Uhr)	Geschwindigkeit	Länge	Scheiben- bremsanteil	Fahrzeugart	Teilemissionspegel (tags) [dB(A)]	Teilemissionspegel (nachts)[dB(A)]
	Anzahl	Anzahl	v max	[m]	[%]	DFz	Lm,E,T	Lm,E,N
SPNV	42	7	140	125	100.0	0.0	59,1	54,3
SGFV	83	63	100	700	3.0	0.0	73,5	75,3
Total	125	70					73,6	75,3
Strecke 4020 Rheintalbahn Gleis 401_B (linkes Gleis); Prognose 2015 / (km-RTB 20,500 bis 22,900 / von Weiche 410 bis 431)								
Zugart	Tag (6-22 Uhr)	Nacht (22-6 Uhr)	Geschwindigkeit	Länge	Scheiben- bremsanteil	Fahrzeugart	Teilemissionspegel (tags) [dB(A)]	Teilemissionspegel (nachts)[dB(A)]
	Anzahl	Anzahl	v max	[m]	[%]	DFz	Lm,E,T	Lm,E,N
SPNV	42	7	140	125	100.0	0.0	59,1	54,3
SGFV	71	56	100	700	3.0	0.0	72,8	74,8
Total	113	63					73,0	74,8
Strecke 4020 Rheintalbahn Gleis 401_C (linkes Gleis); Prognose 2015 / (km-RTB 22,900 bis 23,240 / ab Weiche 431)								
Zugart	Tag (6-22 Uhr)	Nacht (22-6 Uhr)	Geschwindigkeit	Länge	Scheiben- bremsanteil	Fahrzeugart	Teilemissionspegel (tags) [dB(A)]	Teilemissionspegel (nachts)[dB(A)]
	Anzahl	Anzahl	v max	[m]	[%]	DFz	Lm,E,T	Lm,E,N
SPNV	42	7	140	125	100.0	0.0	59,1	54,3
SGFV	83	63	100	700	3.0	0.0	73,5	75,3
Total	125	70					73,6	75,3
Strecke 4020 Rheintalbahn Gleis 402_A (rechtes Gleis); Prognose 2015 / (km-RTB 19,000 bis 20,650 / bis Weiche 411)								
Zugart	Tag (6-22 Uhr)	Nacht (22-6 Uhr)	Geschwindigkeit	Länge	Scheiben- bremsanteil	Fahrzeugart	Teilemissionspegel (tags) [dB(A)]	Teilemissionspegel (nachts)[dB(A)]
	Anzahl	Anzahl	v max	[m]	[%]	DFz	Lm,E,T	Lm,E,N
SPNV	41	8	140	125	100.0	0.0	59,0	54,9
SGFV	77	59	100	700	3.0	0.0	73,2	75,0
Total	118	67					73,3	75,1
Strecke 4020 Rheintalbahn Gleis 402_B (rechtes Gleis); Prognose 2015 / (km-RTB 20,650 bis 20,700 / von Weiche 411 bis 412)								
Zugart	Tag (6-22 Uhr)	Nacht (22-6 Uhr)	Geschwindigkeit	Länge	Scheiben- bremsanteil	Fahrzeugart	Teilemissionspegel (tags) [dB(A)]	Teilemissionspegel (nachts)[dB(A)]
	Anzahl	Anzahl	v max	[m]	[%]	DFz	Lm,E,T	Lm,E,N
SPNV	41	8	140	125	100.0	0.0	59,0	54,9
SGFV	89	66	100	700	3.0	0.0	73,8	75,5
Total	130	74					73,9	75,5
Strecke 4020 Rheintalbahn Gleis 402_C (rechtes Gleis); Prognose 2015 / (km-RTB 20,700 bis 22,720 / von Weiche 412 bis 429)								
Zugart	Tag (6-22 Uhr)	Nacht (22-6 Uhr)	Geschwindigkeit	Länge	Scheiben- bremsanteil	Fahrzeugart	Teilemissionspegel (tags) [dB(A)]	Teilemissionspegel (nachts)[dB(A)]
	Anzahl	Anzahl	v max	[m]	[%]	DFz	Lm,E,T	Lm,E,N
SPNV	41	8	140	125	100.0	0.0	59,0	54,9
SGFV	65	51	100	700	3.0	0.0	72,4	74,4
Total	106	59					72,6	74,4
Strecke 4020 Rheintalbahn Gleis 402_D (rechtes Gleis); Prognose 2015 / (km-RTB 22,720 bis 22,780 / von Weiche 429 bis 430)								
Zugart	Tag (6-22 Uhr)	Nacht (22-6 Uhr)	Geschwindigkeit	Länge	Scheiben- bremsanteil	Fahrzeugart	Teilemissionspegel (tags) [dB(A)]	Teilemissionspegel (nachts)[dB(A)]
	Anzahl	Anzahl	v max	[m]	[%]	DFz	Lm,E,T	Lm,E,N
SPNV	41	8	140	125	100.0	0.0	59,0	54,9
SGFV	89	66	100	700	3.0	0.0	73,8	75,5
Total	130	74					73,9	75,5
Strecke 4020 Rheintalbahn Gleis 402_E (rechtes Gleis); Prognose 2015 / (km-RTB 22,780 bis 23,240 / ab Weiche 430)								
Zugart	Tag (6-22 Uhr)	Nacht (22-6 Uhr)	Geschwindigkeit	Länge	Scheiben- bremsanteil	Fahrzeugart	Teilemissionspegel (tags) [dB(A)]	Teilemissionspegel (nachts)[dB(A)]
	Anzahl	Anzahl	v max	[m]	[%]	DFz	Lm,E,T	Lm,E,N
SPNV	41	8	140	125	100.0	0.0	59,0	54,9
SGFV	77	59	100	700	3.0	0.0	73,2	75,0
Total	118	67					73,3	75,1

Strecke 4020 Überholgleis 403; Prognose 2015 / (km-RTB 19,855 bis 22,720 / Weiche 412 bis 429)								
Zugart	Tag (6-22 Uhr)	Nacht (22-6 Uhr)	Geschwindigkeit	Länge	Scheiben- bremsanteil	Fahrzeugart	Teilemissionspegel (tags) [dB(A)]	Teilemissionspegel (nachts)[dB(A)]
	Anzahl	Anzahl	v max	[m]	[%]	DFz	Lm,E,T	Lm,E,N
SGFV	24	15	100	700	3.0	0.0	68,1	69,1
Total	24	15					68,1	69,1

Strecke 4080 Überholgleis 404; Prognose 2015 / (km-NBS 20,180 bis 21,950/ Weiche 405 bis 442)								
Zugart	Tag (6-22 Uhr)	Nacht (22-6 Uhr)	Geschwindigkeit	Länge	Scheiben- bremsanteil	Fahrzeugart	Teilemissionspegel (tags) [dB(A)]	Teilemissionspegel (nachts)[dB(A)]
	Anzahl	Anzahl	v max	[m]	[%]	DFz	Lm,E,T	Lm,E,N
SGFV	6	10	100	700	3.0	0.0	62,1	67,3
Total	6	10					62,1	67,3

Strecke 4080 Schnellbahnstrecke Gleis 405 A (linkes Gleis); Prognose 2015 / (km-NBS 19,000 bis 19,900 / bis Weiche 405)								
Zugart	Tag (6-22 Uhr)	Nacht (22-6 Uhr)	Geschwindigkeit	Länge	Scheiben- bremsanteil	Fahrzeugart	Teilemissionspegel (tags) [dB(A)]	Teilemissionspegel (nachts)[dB(A)]
	Anzahl	Anzahl	v max	[m]	[%]	DFz	Lm,E,T	Lm,E,N
SPFV	83	16	280	380	100.0	-3.0	70,9	66,8
SGFV	3	9	100	700	3.0	0.0	59,1	66,8
Total	86	25					71,2	69,8

Strecke 4080 Schnellbahnstr. Gleis 405 B (linkes Gleis); Prognose 2015 / (km-NBS 19,900 bis 21,950 / von Weiche 405 bis 442)								
Zugart	Tag (6-22 Uhr)	Nacht (22-6 Uhr)	Geschwindigkeit	Länge	Scheiben- bremsanteil	Fahrzeugart	Teilemissionspegel (tags) [dB(A)]	Teilemissionspegel (nachts)[dB(A)]
	Anzahl	Anzahl	v max	[m]	[%]	DFz	Lm,E,T	Lm,E,N
SPFV	83	16	280	380	100.0	-3.0	70,9	66,8
SGFV	0	4	100	700	3.0	0.0	0,0	63,3
Total	83	20					70,9	68,4

Strecke 4080 Schnellbahnstrecke Gleis 405 C (linkes Gleis); Prognose 2015 / (km-NBS 21,950 bis 22,630 / ab Weiche 442)								
Zugart	Tag (6-22 Uhr)	Nacht (22-6 Uhr)	Geschwindigkeit	Länge	Scheiben- bremsanteil	Fahrzeugart	Teilemissionspegel (tags) [dB(A)]	Teilemissionspegel (nachts)[dB(A)]
	Anzahl	Anzahl	v max	[m]	[%]	DFz	Lm,E,T	Lm,E,N
SPFV	83	16	280	380	100.0	-3.0	70,9	66,8
SGFV	3	9	100	700	3.0	0.0	59,1	66,8
Total	86	25					71,2	69,8

Strecke 4080 Schnellbahnstrecke Gleis 406 (rechtes Gleis); Prognose 2015 / (km-NBS 19,000 bis 22,630 / durchgängig)								
Zugart	Tag (6-22 Uhr)	Nacht (22-6 Uhr)	Geschwindigkeit	Länge	Scheiben- bremsanteil	Fahrzeugart	Teilemissionspegel (tags) [dB(A)]	Teilemissionspegel (nachts) [dB(A)]
	Anzahl	Anzahl	v max	[m]	[%]	DFz	Lm,E,T	Lm,E,N
SPFV	86	14	280	380	100.0	-3.0	71,0	66,2
SGFV	3	9	100	700	3.0	0.0	59,1	66,8
Total	89	23					71,3	69,5

Anhang 2: Verkehrsmengengerüst / Emission Prognose 2025 (Tab. A2)

Tabelle A2) Emissionen des Schienenverkehrs für den Prognosehorizont 2025 inkl. Überholgleise
Stand: 12.10.2010; (ohne Zuschläge gemäß Schall 03 / ohne Maßnahme BüG);

Darstellung für beispielhaften Querschnitt bei Bahn-km 21,800

Strecke 4020 Rheintalbahn Gleis 401 (linkes Gleis); Prognose 2025								
Zugart	Tag (6-22 Uhr)	Nacht (22-6 Uhr)	Geschwindigkeit	Länge	Scheibenbremsanteil	Fahrzeugart	Teilemissionspegel (tags) [dB(A)]	Teilemissionspegel (nachts) [dB(A)]
	Anzahl	Anzahl	v max	[m]	[%]	DFz	Lm,E,T	Lm,E,N
RE	0	0	140	125	100.0	0.0	--	--
RB	29	4	140	140/210	100.0	0.0	59,7	54,1
FGZ	102	48	100	670	3.0	0.0	74,2	73,9
NGZ	0	0	100	500	3.0	0.0	--	--
Total	131	52					74,3	74,0

Strecke 4020 Rheintalbahn Gleis 402 (rechtes Gleis); Prognose 2025								
Zugart	Tag (6-22 Uhr)	Nacht (22-6 Uhr)	Geschwindigkeit	Länge	Scheibenbremsanteil	Fahrzeugart	Teilemissionspegel (tags) [dB(A)]	Teilemissionspegel (nachts) [dB(A)]
	Anzahl	Anzahl	v max	[m]	[%]	DFz	Lm,E,T	Lm,E,N
RE	0	0	140	125	100.0	0.0	--	--
RB	28	5	140	140/210	100.0	0.0	57,3	52,9
FGZ	114	46	100	700	3.0	0.0	74,9	73,9
NGZ	0	0	100	500	3.0	0.0	--	--
Total	142	51					74,9	74,0

Strecke 4080/4020 Überholgleis 403; Prognose 2025								
Zugart	Tag (6-22 Uhr)	Nacht (22-6 Uhr)	Geschwindigkeit	Länge	Scheibenbremsanteil	Fahrzeugart	Teilemissionspegel (tags) [dB(A)]	Teilemissionspegel (nachts) [dB(A)]
	Anzahl	Anzahl	v max	[m]	[%]	DFz	Lm,E,T	Lm,E,N
ICE	0	0	280	380	100.0	-3.0	--	--
IC	0	0	200	290	100.0	0.0	--	--
FGZ	6	2	100	700	3.0	0.0	61,9	60,1
NGZ	0	0	100	500	3.0	0.0	--	--
Total	6	2					61,9	60,1

Strecke 4080/4020 Überholgleis 404; Prognose 2025								
Zugart	Tag (6-22 Uhr)	Nacht (22-6 Uhr)	Geschwindigkeit	Länge	Scheibenbremsanteil	Fahrzeugart	Teilemissionspegel (tags) [dB(A)]	Teilemissionspegel (nachts) [dB(A)]
	Anzahl	Anzahl	v max	[m]	[%]	DFz	Lm,E,T	Lm,E,N
ICE	0	0	280	380	100.0	-3.0	--	--
IC	0	0	200	290	100.0	0.0	--	--
FGZ	15	2	100	700	3.0	0.0	65,9	60,1
NGZ	4	0	100	500	3.0	0.0	58,9	--
Total	19	2					66,7	60,1

Strecke 4080 Schnellbahnstrecke Gleis 405 (linkes Gleis); Prognose 2025								
Zugart	Tag (6-22 Uhr)	Nacht (22-6 Uhr)	Geschwindigkeit	Länge	Scheibenbremsanteil	Fahrzeugart	Teilemissionspegel (tags) [dB(A)]	Teilemissionspegel (nachts) [dB(A)]
	Anzahl	Anzahl	v max	[m]	[%]	DFz	Lm,E,T	Lm,E,N
ICE	76	11	280	380	100.0	-3.0	70,5	65,1
IC	0	0	200	290	100.0	0.0	--	--
FGZ	10	35	100	700	3.0	0.0	64,3	72,7
NGZ	0	0	100	500	3.0	0.0	--	--
Total	86	46					71,4	73,4

Strecke 4080 Schnellbahnstrecke Gleis 406 (rechtes Gleis); Prognose 2025								
Zugart	Tag (6-22 Uhr)	Nacht (22-6 Uhr)	Geschwindigkeit	Länge	Scheibenbremsanteil	Fahrzeugart	Teilemissionspegel (tags) [dB(A)]	Teilemissionspegel (nachts) [dB(A)]
	Anzahl	Anzahl	v max	[m]	[%]	DFz	Lm,E,T	Lm,E,N
ICE	78	10	280	380	100.0	-3.0	70,6	64,7
IC	0	0	200	290	100.0	0.0	--	--
FGZ	10	35	100	700	3.0	0.0	64,3	72,7
NGZ	0	0	100	500	3.0	0.0	--	--
Total	88	45					71,5	73,4

Schalltechnische Situation aus Schienenverkehr in Hockenheim,
 Variantenuntersuchung / Planfeststellung „Anpassung Schallschutz in Hockenheim“
 Beurteilung nach 16.BImSchV, Projekt-Nr.: 06047 gu03

Anhang 3: Variantenübersicht (Tab. A3)

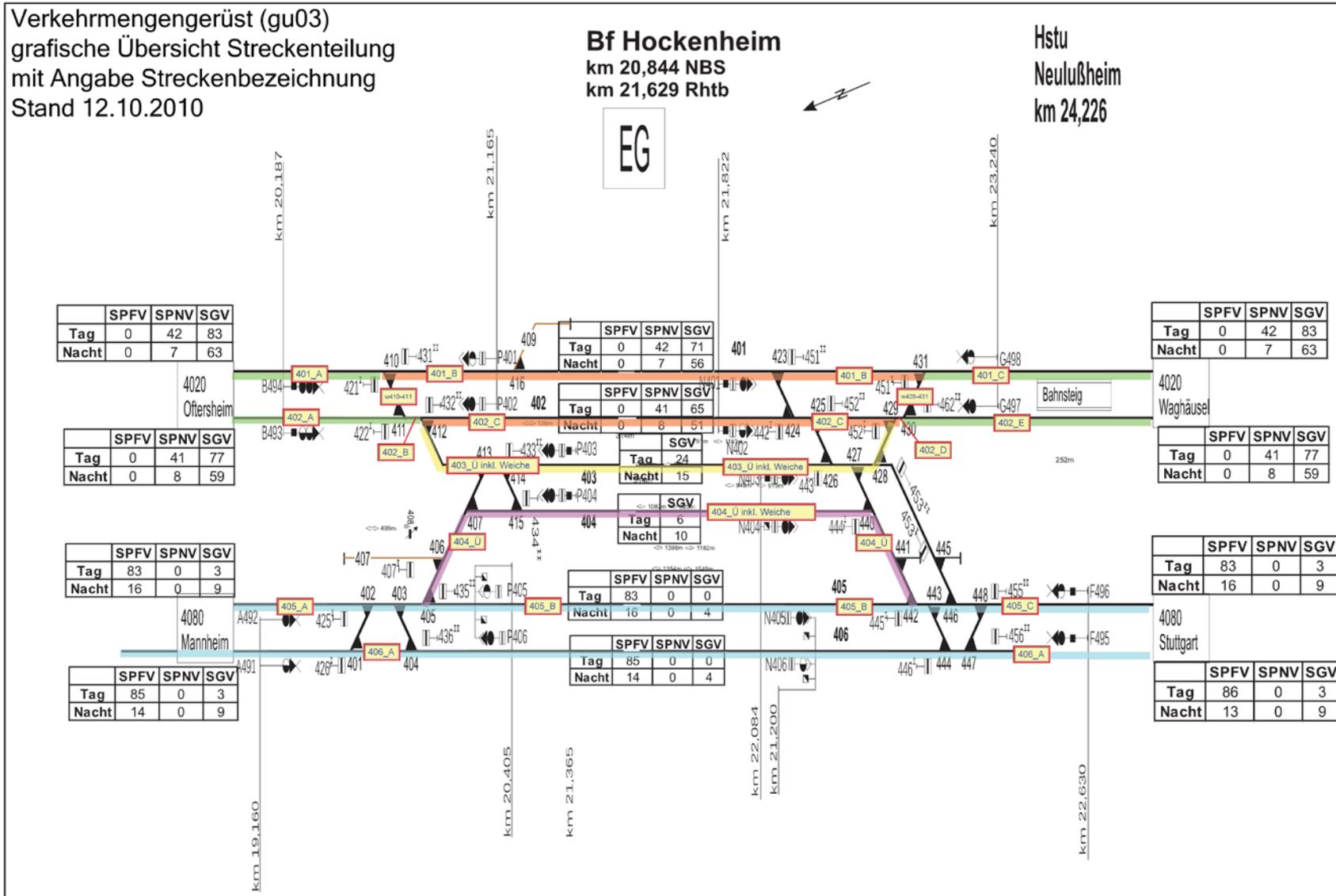
Tabelle A3) Untersuchungsvarianten / Schallschutzwanderhöhlungen ohne und mit BüG

1	2	3	5														17	18	
			Untersuchungsvarianten Schallschutzwanderhöhlungen (Lastfall 2015 / PN = Prognose-Nullfall, PP = Prognose-Planfall)																
			PN	PP	PP	PP	PP	PP	PP	PP	PP	PP	PP	PP	PP	PP			
			V01	V02	V03	V04	V05	V06	V07	V08	V09	V10	V11	V12	V13	V14			
Ifd. Nr.	Bezeichnung der SSW (siehe Lagepläne Anlage 8)	vorhandene Schallschutzwände														Bestand	Bestand ohne Erhöhung		
		schrittweise SSW-Erhöhung ohne BüG auf max.						nur BüG		schrittweise SSW-Erhöhung mit BüG auf max.								Vollschutz	verb. Absorbt. SSW-NBS
		max SSW-Höhe wird begrenzt durch bauliche Realisierbarkeit (N = Neubau, E = Erhöhung, V = Vorsatzschale hochabsorbierend)																	
Lage der SSW-Abschnitte aus Planunterlagen bzw. Vermessung		--	4,0 m	5,0 m	6,0 m	7,0 m	8,0 m	Bestand	4,0 m	5,0 m	6,0 m	7,0 m	8,0 m	14-20 m	Bestand				
Bahn-km (Kilometrierung)		(m ü. SO)	(m ü. SO)	(m ü. SO)	(m ü. SO)	(m ü. SO)	(m ü. SO)	(m ü. SO)	(m ü. SO)	(m ü. SO)	(m ü. SO)	(m ü. SO)	(m ü. SO)	(m ü. SO)	(m ü. SO)				
Schallschutzwände östlich der Rheintalbahn (RTB); Strecke 4020 / Gleis 401 bis 404																			
1	01 RTB	km 19.860,50 - 19.944,78	1,5	4,0 N	4,5 N	4,5 N	4,5 N	4,5 N	Schallschutzwanderhöhlungen analog V01 bis V06 mit "besonders überwachtem Gleis" (BuG)						14	1,5			
2	02 RTB	km 19.944,78 - 20.070,97	2,0	4,0 N	4,5 N	4,5 N	4,5 N	4,5 N							14	2,0			
3	03 RTB	km 20.070,97 - 20.294,82	2,5	4,0 N	4,5 N	4,5 N	4,5 N	4,5 N							14	2,5			
4	04a RTB	km 20.294,82 - 20.535,50	3,0	4,0 N	5,0 N	6,0 N	7,0 N	8,0 N							14	3,0			
5	04b RTB	km 20.535,50 - 21.173,12	3,0	4,0 E	5,0 E	6,0 E	7,0 E	8,0 E							14	3,0			
6	05 RTB	km 21.173,12 - 21.203,87	3,5	4,0 E	5,0 E	6,0 E	7,0 E	8,0 E							14	3,5			
7	06 RTB	km 21.203,87 - 21.244,49	4,0	--	5,0 E	6,0 E	7,0 E	8,0 E							14	4,0			
8	07 RTB	km 21.244,49 - 21.284,49	4,5	--	5,0 E	6,0 E	7,0 E	8,0 E							14	4,5			
9	08a RTB	km 21.284,49 bis Bahnsteig	5,0	--	--	6,0 E	7,0 E	8,0 E							16	5,0			
10	08b RTB	km Bahnsteig - 21.556,76	5,0	--	--	6,0 E	7,0 E	8,0 E							20	5,0			
11	08c RTB	Stützmauer / Betonwände	ca. 5	--	--	--	--	--	Maßnahme BüG (Übersicht)						20	5,0			
12	09a RTB	km 21.564-21.618 (Bhf)	ca. 5	--	--	--	--	--	Gleis		Bahn-km		Länge		20	5,0			
13	09b RTB	km 21.564-21.618 (Bhf)	ca. 5	--	--	--	--	--	von		bis		[m]		20	5,0			
14	09c RTB	km 21.660-21.788 (RGW)	ca 4,60	--	5,0 N	6,0 N	7,0 N	8,0 N	von		bis		[m]		20	5,0			
15	10 RTB	km 21.788,90 - 21.841,51	5,0	--	--	6,0 E	7,0 E	8,0 E	401	19.700	21.405	21.840	23.200	3.065	20	5,0			
16	11 RTB	km 21.841,51 - 21.877,50	4,5	--	5,0 E	6,0 E	6,0 E	6,0 E	402	19.700	21.405	21.840	23.200	3.065	18	4,5			
17	12 RTB	km 21.877,50 - 21.895,50	4,0	--	4,5 E	4,5 E	4,5 E	4,5 E							16	4,0			
18	13 RTB	km 21.895,50 - 21.949,50	3,5	4,0 E	4,5 E	4,5 E	4,5 E	4,5 E	403	20.700	21.405	21.840	22.723	1.588	16	3,5			
19	14 RTB	km 21.949,50 - 21.999,50	3,0	4,0 E	4,5 E	4,5 E	4,5 E	4,5 E	404	20.650	21.405	21.480	22.750	2.025	16	3,0			
20	15 RTB	km 21.999,50 - 22.039,50	3,5	4,0 E	4,5 E	4,5 E	4,5 E	4,5 E							16	3,5			
21	16 RTB	km 22.039,50 - 22.099,50	4,0	--	4,5 E	4,5 E	4,5 E	4,5 E						Gesamtlänge BüG	9.743	16	4,0		
22	17 RTB	km 22.099,50 - 22.119,50	3,5	4,0 E	4,5 E	4,5 E	4,5 E	4,5 E							16	3,5			
23	18a1 RTB	km 22.119,50 - 22.129,50	3,0	4,0 E	5,0 E	6,0 E	6,0 E	6,0 E							16	3,0			
24	18a2 RTB	km 22.129,50 - 22.346,50	3,0	4,0 E	5,0 E	6,0 E	7,0 E	8,0 E							16	3,0			
25	18b RTB	km 22.346,50 - 22.401,83	3,0	4,0 N	5,0 N	6,0 N	7,0 N	8,0 N							15	3,0			
26	19a RTB	km 22.401,83 - 22.482,09	2,5	4,0 N	5,0 N	6,0 N	7,0 N	8,0 N							14	2,5			
27	19b RTB	km 22.482,09 - 22.507,03	2,5	4,0 N	5,0 N	6,0 N	7,0 N	8,0 N							14	2,5			
28	20a RTB	km 22.507,03 - 22.714,50	2,0	4,0 N	5,0 N	6,0 N	7,0 N	8,0 N							16	2,0			
29	20b RTB	km 22.714,50 - 22.723,38	2,0	4,0 E	5,0 E	6,0 E	7,0 E	8,0 E							16	2,0			
30	21a1 RTB	km 22.723,38 - 22.758,25	4,0	--	5,0 E	6,0 E	7,0 E	8,0 E							16	4,0			
31	21a2 RTB	km 22.758,25 - 22.760,00	4,0	--	5,0 E	6,0 E	7,0 E	8,0 E							16	4,0			
32	21b1 RTB	km 22.760,00 - 22.780,00	4,0	--	6,0 E	6,0 E	6,0 E	6,0 E							16	4,0			
33	21b2 RTB	km 22.780,00 - 22.798,25	4,0	--	--	--	--	--							16	4,0			
34	22 RTB	km 22.798,25 - 22.808,25	2,0	3,0 N	3,0 N	3,0 N	3,0 N	3,0 N							16	2,0			
Schallschutzwände östlich der Neubaustrecke (NBS); Strecke 4080 / Gleis 405 und 406																			
35	01 NBS	km 19.101-19.195	2,0	keine Änderung der bestehenden Schallschutzwände ohne "besonders überwachtem Gleis" (BuG)											2,0 V	2,0 V			
36	02 NBS	km 19.195-19.296	3,0												3,0 V	3,0 V			
37	03 NBS	km 19.296-19.397	3,5												3,5 V	3,5 V			
38	04 NBS	km 19.397-19.497	4,0												4,0 V	4,0 V			
39	05 NBS	km 19.497-19.873	4,5												4,5 V	4,5 V			
40	05-06 NBS	km 19.906-20.031* (Versatz)	4,5												4,5	4,5			
41	06a NBS	km 20.027-20.880	4,5												4,5 V	4,5 V			
42	06b NBS	km 20.880-21.492	4,5												4,5 V	4,5 V			
43	07 NBS	km 21.492-21.568	4,0												4,0	4,0			
44	08 NBS	km 21.568-21.610	3,5												3,5	3,5			
45	09 NBS	km 21.610-21.707	3,0	3,0	3,0														

Anmerkung zur Variante 14: Die Mittelwand östlich der NBS erhält eine hochabsorbierende Vorsatzschale von Bahn-km (Kilometrierung RTB) 19,900 bis 20,658 und von 20,843 bis 22,230. Die verbleibenden Bereiche bleiben unverändert.

Anhang 4: Grafische Streckenaufteilung / Lastfall Prog. 2015 (Tab. A4)

Tabelle A4: Grafische Übersicht der Streckenaufteilung zum Verkehrsmengengerüst Prognose 2015



Schalltechnische Untersuchung

Schalltechnische Situation aus Schienenverkehr in Hockenheim,
Variantenuntersuchung / Planfeststellung „Anpassung Schallschutz in Hockenheim“
Beurteilung nach 16.BImSchV, Projekt-Nr.: 06047 gu03

ANLAGEN:

Anlage 1: Übersicht SSW-Abschnitte und Herstellkosten; (DIN A 3)

Anlage 2: Wirksamkeitsanalyse aktiver Schallschutz (akustisch); (DIN A 3)

Anlage 3: Wirksamkeitsanalyse aktiver Schallschutz (Kosten-Nutzen); (DIN A 3)

Anlage 4: Lagepläne (M 1:2000) für V01, V07, V10 (2 Pläne pro Variante); (DIN A 0)

Anlage 5: Immissionsberechnungen für V01, V07, V10 (Din A4 / 747 Seiten)