

2. S-Bahn-Stammstrecke München

neue Anlage

DB ProjektBau GmbH, 29.02.2012
gez.: ppa. Scheller

geändert

DB ProjektBau GmbH, 16.03.2015
gez.: ppa. Scheller *i.v. Holz*

Planfeststellung

Erläuterungsbericht (nachrichtlich)

Ergänzende Schalltechnische Untersuchung zum Baulärm

Planfeststellungsabschnitt 1

Vorhabenträger:



DB Netz AG
Regionalbereich Süd
Richelstraße 3, 80634 München



DB Station & Service AG
Bahnhofsmanagement München
Bayerstraße 10a, 80335 München



DB Energie GmbH
Energieversorgung Süd
Richelstraße 3, 80634 München

München, den 24.02.2012
Erstellt im Auftrag der DB AG

Projektgesellschaft:



DB ProjektBau GmbH
Großprojekt 2. S-Bahn-Stammstrecke München
Arnulfstr. 27, 80335 München, Tel 089/1308-0

Beteiligte Planer und Gutachter:

Planungsgemeinschaft 2. S-Bahn-Stammstrecke München
Gesamtkoordinierung und Generalplanung Los 2 und 4
OBERMEYER Planen+Beraten GmbH / DB – International / PSP Consulting Engineers GmbH

Fachplaner, Gutachter

OBERMEYER Planen+Beraten GmbH
Institut für Umweltschutz und Bauphysik

Recht

~~RA HD – Rechtsanwälte Heinrich und Dörner~~
RA Heinrich, Loth & Partner

	Inhaltsverzeichnis	Seite
1	Allgemeines.....	1
1.1	Projektbeschreibung	1
1.2	Aufgabenstellung	1
1.3	Rechtliche Grundlagen – Baulärm	2
1.4	Berechnungsverfahren.....	4
1.5	Immissionsorte	5
1.6	Emissionen.....	5
1.7	Emissionen durch Baustellenverkehr	7
1.8	Aktive Schallschutzmaßnahmen.....	7
1.9	Passive Schallschutzmaßnahmen	8
2	Baustelle Hauptbahnhof - Bahnhofplatz	9
2.1	Örtliche Gegebenheiten	9
2.2	Vorbelastung durch Schallimmissionen.....	9
2.3	Baustellenablauf.....	9
2.4	Emissionen.....	11
2.5	Bauphase Baugrubenumschließung.....	12
2.6	Schallschutzmaßnahmen.....	12
2.7	Passive Schallschutzmaßnahmen	13
2.8	Sonstige Bauphasen	14
3	Baustelle Hauptbahnhof - Arnulfstraße.....	16
3.1	Örtliche Gegebenheiten	16
3.2	Vorbelastung durch Schallimmissionen.....	16
3.3	Baustellenablauf.....	16
3.4	Emissionen.....	17
3.5	Bauphase Baugrubenumschließung Nukleus – Startschacht 1	17
3.6	Schallschutzmaßnahmen.....	18
3.7	Passive Schallschutzmaßnahmen	19
3.8	Sonstige Bauphasen	20
4	Baustelle Hauptbahnhof - Bayerstraße.....	21
4.1	Örtliche Gegebenheiten	21
4.2	Vorbelastung durch Schallimmissionen.....	21
4.3	Baustellenablauf.....	21
4.4	Emissionen.....	22
4.5	Bauphase Baugrubenumschließung.....	23
4.6	Schallschutzmaßnahmen.....	23
4.7	Passive Schallschutzmaßnahmen	25
4.8	Sonstige Bauphasen	26

5	Baustelle Aufgang Schützenstraße	27
5.1	Örtliche Gegebenheiten	27
5.2	Vorbelastung durch Schallimmissionen	27
5.3	Baustellenablauf.....	27
5.4	Emissionen.....	29
5.5	Bauphase Baugrubenumschließung.....	29
5.6	Schallschutzmaßnahmen.....	30
5.7	Passive Schallschutzmaßnahmen	31
5.8	Sonstige Bauphasen	32
6	Zusammenfassung Baustelle Hauptbahnhof / Schützenstraße	33
6.1	Schallsituation ohne Schallschutzmaßnahmen	33
6.2	Schallschutzmaßnahmen.....	34
6.3	Schallsituation mit Schallschutz.....	34
6.4	Passiver Schallschutz	35
7	Baustelle Rettungsschacht (RS) 2	36
7.1	Örtliche Gegebenheiten	36
7.2	Vorbelastung durch Schallimmissionen	36
7.3	Baustellenablauf.....	36
7.4	Emissionen.....	36
7.5	Bauphase Schachterstellung	38
7.6	Schallschutzmaßnahmen.....	38
7.7	Passive Schallschutzmaßnahmen	39
7.8	Sonstige Bauphasen	39
8	Baustelle Rettungsschacht (RS) 3	40
8.1	Örtliche Gegebenheiten	40
8.2	Vorbelastung durch Schallimmissionen	40
8.3	Baustellenablauf.....	40
8.4	Emissionen.....	41
8.5	Bauphase Schachterstellung	42
8.6	Schallschutzmaßnahmen.....	43
8.7	Bauphase Ausbau Rettungsschacht.....	43
8.8	Schallschutzmaßnahmen.....	43
8.9	Passive Schallschutzmaßnahmen	43
9	Baustelle Rettungsschacht (RS) 4	45
9.1	Örtliche Gegebenheiten	45
9.2	Vorbelastung durch Schallimmissionen	45
9.3	Baustellenablauf.....	45
9.4	Emissionen.....	46
9.5	Bauphase Schachterstellung	47
9.6	Schallschutzmaßnahmen.....	47
9.7	Passive Schallschutzmaßnahmen	48
9.8	Sonstige Bauphasen	48

10	Baustelle Tunnelvortrieb und offene Bauweise	50
10.1	Örtliche Gegebenheiten	50
10.2	Vorbelastung durch Schallimmissionen	50
10.3	Baustellenablauf.....	50
10.4	Emissionen.....	51
10.5	Bauphase Tunnelvortrieb.....	51
10.6	Schallschutzmaßnahmen.....	52
10.7	Sonstige Bauphasen	53
11	Baustraßen zwischen Laim und Richelstraße	55
11.1	Örtliche Gegebenheiten	55
11.2	Emissionen.....	55
11.3	Berechnungsergebnisse für durchschnittliche Arbeitswoche	56
11.4	Berechnungsergebnisse für Wochenendsperrpausen.....	56
11.5	Zufahrt über Eisnergutbogen	56
12	Zusammenfassung	57
	Grundlagenverzeichnis	59

Tabellenverzeichnis

Seite

Tabelle 1: Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm	2
Tabelle 2: Lärmpegelbereiche und Kosten für passiven Schallschutz.....	8
Tabelle 3: Emissionsansatz für Baugrubenumschließung Bahnhofplatz	11
Tabelle 4: Wirksamkeit von aktiven Schallschutzmaßnahmen im Bereich Bahnhofplatz	12
Tabelle 5: Kosten passiver Schallschutz für Bereich Bahnhofplatz	14
Tabelle 6: Pegeldifferenz weiterer Bauphasen.....	14
Tabelle 7: Emissionsansatz für Betonitversorgung/Separierungsanlage Arnulfstraße.....	17
Tabelle 8: Wirksamkeit von aktiven Schallschutzmaßnahmen im Bereich Bahnhofplatz	18
Tabelle 9: Kosten passiver Schallschutz für Bereich Arnulfstraße.....	20
Tabelle 10: Emissionsansatz für Baugrubenumschließung Startschacht 2	22
Tabelle 11: Wirksamkeit von aktiven Schallschutzmaßnahmen im Bereich Bayerstraße	24
Tabelle 12: Kosten passiver Schallschutz für Bereich Bayerstraße.....	25
Tabelle 13: Pegeldifferenz weiterer Bauphasen.....	26
Tabelle 14: Emissionsansatz für Baugrubenumschließung Schützenstraße.....	29
Tabelle 15: Wirksamkeit von aktiven Schallschutzmaßnahmen im Bereich Schützenstraße.....	30
Tabelle 16: Kosten passiver Schallschutz für Bereich Schützenstraße	32
Tabelle 17: Pegeldifferenz weiterer Bauphasen	33
Tabelle 18: Kosten passiver Schallschutz für Gesamtbereich Hauptbahnhof	35
Tabelle 19: Emissionsansatz für Bohrpfahlwand Rettungsschacht 2	37
Tabelle 20: Emissionsansatz für Vortrieb und Ausbau Rettungsschacht 2	38
Tabelle 21: Kosten passiver Schallschutz für Bereich Rettungsschacht 2 - Schachterstellung	39
Tabelle 22: Emissionsansatz für Bohrpfahlwand Rettungsschacht 3	41
Tabelle 23: Emissionsansatz für Vortrieb und Ausbau Rettungsschacht 3	42
Tabelle 24: Kosten passiver Schallschutz für Bereich RS 3	44
Tabelle 19: Emissionsansatz für Bohrpfahlwand Rettungsschacht 4	46
Tabelle 20: Emissionsansatz für Vortrieb und Ausbau Rettungsschacht 4	47
Tabelle 21: Kosten passiver Schallschutz für Bereich Zollstraße	48
Tabelle 22: Emissionsansatz für Tunnelvortrieb	51
Tabelle 29: Emissionsansatz für Bohrpfahlwände Gleisbereich	53
Tabelle 23: Emissionspegel für Baustraßen.....	55

Abkürzungsverzeichnis

A

AVV Baulärm Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm

B

BE Baustelleneinrichtung
Bf Bahnhof
Bft Bahnhofsteil
BlmSchG Bundes-Immissionsschutzgesetz
BlmSchV Bundes-Immissionsschutzverordnung

D

dB (A) Dezibel (A bewerteter Schallpegel)
DB AG Deutsche Bahn AG
DIN® Verbandzeichen des Deutschen Instituts für Normung e.V.

E

EBA Eisenbahn-Bundesamt
EG Erdgeschoss

F

FZ Fußgängerzone (Nutzungsart) für Untersuchung nach AVV Baulärm

G

GE ~~Gewerbegebiet (Nutzungsart) der AVV Baulärm~~
GaT ausschließlich Gewerbe im Tageszeitraum (Nutzungsart) der AVV Baulärm
GEa ausschließlich Gewerbe (Nutzungsart) der AVV Baulärm
GEv vorwiegend Gewerbe (Nutzungsart) der AVV Baulärm
GOK Geländeoberkante

H

h Stunde
Hbf Hauptbahnhof
Hp Haltepunkt
Hz Einheit der Frequenz

I

IO Immissionsort
IRW Immissionsrichtwert

L

L_{AFTm,5} Taktmaximalpegel 5 sec
L_{m,E} Emissionspegel (Mittelungspegel in 25 m Abstand von der Quelle)
L_{WA} Schalleistungspegel
lg Dekadischer Logarithmus (Basis 10)

M

m	Meter
M	Maßstab
MI	Mischgebiet weder vorwiegend Gewerbe noch vorwiegend Wohnungen (Nutzungsart) der AVV Baulärm

O

OG	Obergeschoss
OK	Oberkante
oPva	oberirdische Personenverkehrsanlage

P

P	Antriebsleistung von Baumaschinen
---	-----------------------------------

R

RLS-90	Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen
--------	---

S

SBSS	S-Bahn-Stammstrecke
SSK	Schallschutzklasse für Fenster (gemäß VDI 2719)
S-V	Sondergebiet Verwaltung

T

TA Lärm	Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm
TÖB	Träger öffentlicher Belange

U

UG	Untergeschoss
uPva	unterirdische Personenverkehrsanlage
UVU	Umweltverträglichkeitsuntersuchung
UZ 53	Umweltzeichen 53

V

v	Geschwindigkeit
VDI	Verband Deutscher Ingenieure
VwVfG	Verwaltungsverfahrensgesetz

W

WA	Allgemeines Wohngebiet (Nutzungsart) der AVV Baulärm
WR	Reines Wohngebiet (Nutzungsart) der AVV Baulärm
Wau	ausschließlich Wohnungen (Nutzungsart) der AVV Baulärm
Wvo	vorwiegend Wohnungen (Nutzungsart) der AVV Baulärm

1 Allgemeines

1.1 Projektbeschreibung

Die 2. S-Bahn-Stammstrecke wird von Laim aus zunächst annähernd parallel zur bestehenden 1. S-Bahn-Stammstrecke geführt. An der vorhandenen S-Bahn-Haltestelle Donnersbergerbrücke unterquert die 2. S-Bahn-Stammstrecke die 1. S-Bahn-Stammstrecke und anschließend die Gleisanlagen des Regional- und Fernverkehrs sowie die oPva München Hbf. Im Anschluss an die neu zu errichtende uPva München Hbf werden die bestehenden S-Bahn-Tunnelanlagen zwischen Hbf und Karlsplatz unterfahren. Die neue Strecke führt weiter über die neu herzustellenden uPva Marienhof und uPva Ostbahnhof bis zum Bft Leuchtenbergring (Ostast) (Bft Leuchtenbergring wieder oberirdisch).

1.2 Aufgabenstellung

Der vorliegende Bericht enthält die ergänzende schalltechnische Untersuchung für den Baulärm im Planfeststellungsabschnitt 1. Im Rahmen dieser Untersuchung werden vertiefende Berechnungen für die Baustellen im Bereich Hp Hauptbahnhof-Bahnhofplatz, des Aufgang Schützenstraße, ~~Verlegung des Rettungsschachtes~~ die Rettungsschächte 2 bis 4, die Baustelleneinrichtung Tunnelvortrieb im Bereich der Richelstraße und für die Baustraßen zwischen Laim und Richelstraße durchgeführt.

Bei der Durchführung von Baumaßnahmen ist eine Geräuscherzeugung durch Baumaschinen nicht vermeidbar. Gemäß dem Stand der Technik sind aber in jedem Fall Verfahren oder Geräte anzuwenden, die eine Minimierung der Lärmbelastung für die betroffene Nachbarschaft gewährleisten.

In der vorliegenden Untersuchung werden die Schallwirkungen des Projektes im Sinne der gesetzlichen Regelungen an Hand der AVV Baulärm beurteilt. Für die Baustellen wurden die einzelnen Bauphasen bestimmt und für die voraussichtlich lauteste Bauphase die Beurteilungspegel an den angrenzenden Gebäuden berechnet. Anhand dieser Berechnungsergebnisse wurden aktive und falls notwendig ergänzende passive Schallschutzmaßnahmen untersucht. Neben der lautesten Bauphase werden die Auswirkungen der sonstigen Bauphasen abgeschätzt.

Die in den nachfolgenden Kapiteln aufgeführten Berechnungen dienen der Konkretisierung der Schallbelastungen im Planfeststellungsverfahren und stellen gegenüber der Anlage 19.1A C eine Verfeinerung des Berechnungsmodells dar, weil bereits die Erkenntnisse der Ausführungsplanung Ausschreibungsplanung berücksichtigt werden konnten.

1.3 Rechtliche Grundlagen – Baulärm

Grundlage für die Beurteilung der Schallimmissionen aus dem Baubetrieb ist die „Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm - Geräuschemissionen (AVV Baulärm)“ [7]. Diese Vorschrift gilt für Baustellen und geht grundsätzlich von Messungen aus. Daher ist darin kein Prognoseverfahren vorgeschrieben. In Punkt 3.1.1 dieser Vorschrift sind folgende Immissionsrichtwerte festgelegt festgesetzt:

	Immissionsrichtwerte in dB(A)	
	Tag	Nacht
Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten	45	35
Gebiete in denen ausschließlich Wohnungen untergebracht sind (WR)	50	35
Gebiete in denen vorwiegend Wohnungen untergebracht sind (WA)	55	40
Gebiete mit gewerblichen Anlagen und Wohnungen, in denen weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind (MI)	60	45
Gebiete, in denen vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind (GE)	65	50
Gebiete, in denen nur gewerbliche oder industrielle Anlagen und Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichts- und Bereitschaftspersonal untergebracht sind	70	

Tabelle- 1: Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm

Als Nachtzeitraum gilt die Zeit von 20 Uhr bis 7 Uhr.

Der Immissionsrichtwert für die Nachtzeit ist auch dann überschritten, wenn ein Messwert oder mehrere Messwerte den Immissionsrichtwert um mehr als 20 dB(A) überschreiten.

Die Zuordnung der Gebiete ist entsprechend den Festsetzungen in Bebauungsplänen zu entnehmen. Weicht die tatsächliche Nutzung erheblich von den Festsetzungen im Bebauungsplan ab oder ist kein Bebauungsplan vorhanden, so ist von der tatsächlichen Nutzung auszugehen.

Bei einer Überschreitung der Immissionsrichtwerte um mehr als 5 dB(A) sollen Maßnahmen zur Minderung der Geräusche angeordnet werden. ~~Der um 5 dB(A) erhöhte Richtwert wird in den nachfolgenden Kapiteln „Eingreifwert“ genannt.~~ Folgende Maßnahmen kommen **insbesondere** in Betracht:

- Maßnahmen bei der Einrichtung der Baustelle
- Abschirmung der Baustelle
- Maßnahmen an Baumaschinen
- Verwendung geräuscharmer Baumaschinen
- Anwendung geräuscharmer Bauverfahren
- Beschränkung der Betriebszeit lautstarker Baumaschinen

Nach der AVV Baulärm ist der Schalleistungswirkpegel der Geräusche einer Baumaschine nach dem Taktmaximalpegelverfahren ($L_{AFTm,5}$) mit einer Taktzeit von 5 Sekunden zu bilden. Zur Bildung des Beurteilungspegels sieht die AVV Baulärm **hinsichtlich unter Berücksichtigung** der durchschnittlichen ~~Betriebszeit am Tage (07:00 – 20:00 Uhr)~~ **täglichen Betriebsdauer der Baumaschinen** folgende Zeitkorrektur vor:

Betriebszeit	Zeitkorrektur
bis 2½ h	10 dB(A)
über 2½ h bis 8 h	5 dB(A)
über 8 h	0 dB(A)

und für den Nachtzeitraum (20:00 – 07:00 Uhr)

Betriebszeit	Zeitkorrektur
bis 2 h	10 dB(A)
über 2 h bis 6 h	5 dB(A)
über 6 h	0 dB(A)

Durchschnittliche tägliche Betriebsdauer in der Zeit von		Zeitkorrektur
7 Uhr bis 20 Uhr	20 Uhr bis 7 Uhr	
bis 2½ h	bis 2 h	10 dB(A)
über 2½ h bis 8 h	über 2 h bis 6 h	5 dB(A)
über 8 h	über 6 h	0 dB(A)

Die Zeitkorrektur ist vom ~~Schalleistungswirkpegel~~ **Wirkpegel** abzuziehen.

1.4 Berechnungsverfahren

Wie bereits erwähnt, ist die AVV Baulärm eine Messvorschrift. Um bereits im Vorfeld Aussagen zu den zu erwartenden Lärmimmissionen machen zu können, werden Schallpegelberechnungen mit Hilfe der Berechnungsverfahren der DIN ISO 9613-2 [12] durchgeführt, die auch für Prognosen im Geltungsbereich der TA Lärm [13] zur Anwendung kommt. Diese erlauben, auf der Grundlage von Schalleistungspegeln, die die Abstrahlung der Schallquellen beschreiben, Berechnungen der Beurteilungspegel vor den Fassaden der umliegenden Gebäude. Dabei werden die Einsatzorte und –dauern der einzelnen Arbeiten berücksichtigt. Naturgemäß können zum derzeitigen Zeitpunkt nicht alle Abläufe genau bekannt sein. Auch ist unbekannt, mit welchen Maschinen und Geräten die Bauausführung tatsächlich vorgenommen werden wird. Dennoch ist es möglich, mit plausiblen Annahmen die zu erwartenden Beurteilungspegel soweit vorherzusagen, dass ein entsprechendes Schutzkonzept entwickelt werden kann.

Die Berechnung der Geräuschimmissionen erfolgt mit EDV-Unterstützung. Hierzu wird über das Untersuchungsgebiet ein rechtwinkliges Koordinatensystem gelegt. Die Koordinaten aller schalltechnisch relevanten Elemente werden dreidimensional in die EDV-Anlage eingegeben. Dies sind im vorliegenden Fall:

- Straßen;
- Linien- und Flächenschallquellen;
- Abschirmkanten;
- bestehende und geplante Gebäude; sie werden einerseits als Abschirmkanten berücksichtigt; zum anderen wirken die Fassaden schallreflektierend (angenommener Reflexionsverlust: 2 dB für gegliederte Fassade);
- Immissionsorte

Linienförmige Elemente werden durch Geradenstücke angenähert. Flächen werden durch Polygonzüge nachgebildet. Das eingesetzte Programm unterteilt die Schallquellen in Teilstücke bzw. –flächen, deren Ausdehnungen klein gegenüber dem jeweiligen Abstand zum Immissionsort sind und die daher als Punktschallquellen behandelt werden können.

Bei der Ausbreitungsrechnung werden die Pegelminderungen durch

- Abstandsvergrößerung und Luftabsorption,
- Boden- und Meteorologiedämpfung und
- Abschirmung – z.B. durch bestehende Gebäude (Berücksichtigung auch der Beugung seitlich um Hindernisse herum)

erfasst.

Die Pegelzunahme durch Reflexionen an den eingegebenen Gebäuden wird für alle Geräuscharten bis zur 3. Ordnung berücksichtigt.

Die Ausbreitungsrechnung für Baulärmgeräusche erfolgt entsprechend den Vorschriften der Norm DIN ISO 9613-2 [12] unter folgenden Randbedingungen:

- die Bodendämpfung wird nach Kap. 7.3.2. der Norm DIN ISO 9613-2 („alternatives Verfahren“) ermittelt;
- der standortbezogene Korrekturfaktor wird mit $C_0 = 2$ dB angesetzt;
- es wird eine Schwerpunktsfrequenz von 500 Hz angesetzt.

1.5 Immissionsorte

Für die Berechnungen der Beurteilungspegel aus den Baustellen wurden für die nächstgelegenen Gebäude Immissionsorte (Berechnungspunkte) für die jeweiligen Geschosse der benachbarten Gebäude angeordnet. Zusätzlich wurde für die Gehwegbereiche im Bereich Hauptbahnhof und Schützenstraße ein Raster in 2 m Höhe berechnet, um die Belastungen für Fußgänger zu bestimmen und in Form farbiger Flächen darzustellen.

Die Lage der Berechnungspunkte ist in den Lageplanskizzen ~~in Anlage 4~~ **im Anhang** dargestellt. Dabei ist für jeden Berechnungspunkt der höchste in einem der übereinanderliegenden Geschosse berechnete Beurteilungspegel für den jeweiligen Untersuchungsfall dargestellt. Pro 12 m Fassadenlänge wurde dem Gebäude pro Geschoss eine Wohneinheit/Nutzungseinheit zugeordnet.

1.6 Emissionen

Die Ausgangsgröße für die Schalltechnischen Berechnungen ist der Schallleistungspegel (L_{WA}). Beim Schallleistungspegel handelt es sich um eine Kenngröße, welche die Schallabstrahlung der Maschine beschreibt und Grundlage für nachfolgende Immissionsberechnungen bildet. Damit mit den angesetzten Schallleistungs-

pegeln die messbaren Pegel möglichst realitätsnah prognostiziert werden können, sollten sie Mittelungspegel über die typischen Arbeitszyklen darstellen, ggf. versehen mit den entsprechenden Zuschlägen zur Bewertung einer Impulshaltigkeit.

Informationen über Schalleistungspegel liegen in zahlreichen Untersuchungsberichten [9 10] vor, z.T. können aktuelle Herstellerangaben herangezogen werden oder auch zulässige Höchstwerte: in der Richtlinie 2000/14/EG [11] werden maximale Schalleistungspegel für ab dem 03. Januar 2002 zugelassene Erd- und Straßenbaumaschinen festgesetzt. Dabei gilt für folgende Maschinen der Stufe 1:

(Hydraulik und Seil-) Bagger $L_{WA} = 83 + 11 \cdot \lg P$ [dB(A)]

Mobilkran $L_{WA} = 85 + 11 \cdot \lg P$ [dB(A)]

Planiermaschinen mit ca. 400 kW $L_{WA} = 87 + 11 \cdot \lg P$ [dB(A)]

Mit P als Antriebsleistung in kW bezogen auf $P_0=1$ kW.

Bei Ansatz dieser Schalleistungspegel liegt man auf der schalltechnisch ungünstigen und somit sicheren Seite, sofern es sich um Maschinen der Stufe 1 (Inbetriebnahme nach 3. Januar 2002) handelt.

Die Schalleistungspegel der Maschinen werden gemäß der vorliegenden Messberichte bzw. Richtlinien oder Verwaltungsvorschriften angesetzt.

Die Beschreibung der Schallemissionen der Baufelder erfolgt über A-bewertete Schalleistungspegel der während einer Bautätigkeit angesetzten Maschinen und Geräte unter Berücksichtigung etwaiger Abschlüsse nach AVV Baulärm für die Einsatzzeiten.

Um die Belastungen der Anwohner im Nachtzeitraum im Sinne der AVV Baulärm (6 Uhr bis 7 Uhr und 20 Uhr bis 22 Uhr) zu begrenzen, werden die Randzeiten zur Arbeitsvorbereitung und Beendigung der Arbeiten genutzt. Die tatsächlichen Einsatzzeiten mit störenden Bautätigkeiten lassen sich somit auf weniger als 2 Stunden im Nachtzeitraum begrenzen. Im Tageszeitraum (7 Uhr bis 20 Uhr) wird bis auf Pausenzeiten durchgängig gearbeitet. Dem entsprechend beträgt die Zeitkorrektur gemäß AVV Baulärm Punkt 6.7.1 (siehe auch Kapitel 1.3 – Rechtliche Grundlagen) für den Tageszeitraum generell 0 dB(A) und für die Nachtzeit generell 10 dB(A). In Ausnahmefällen kann es vorkommen, dass andere Bauzeiten notwendig werden, die jedoch hier nicht betrachtet werden.

1.7 Emissionen durch Baustellenverkehr

Die Baustellen werden mittels Lkw ver- und entsorgt.

Der Schallemissionspegel (Mittelungspegel in einem Abstand von 25 m) wurde nach RLS-90 [2] unter der Annahme berechnet, dass ausschließlich schwere Lkw verkehren. Hierzu wurde folgende Berechnungsformel [3] für einen Lkw/h verwendet:

$$L_{m,e} = 24,6 + 12,5 \cdot \lg(v)$$

Als Geschwindigkeit wurde für alle Lkw 50 km/h auf den Fahrwegen außerhalb und innerhalb der Baustelle angesetzt.

1.8 Aktive Schallschutzmaßnahmen

Bei einer absehbaren Überschreitung der ~~Eingriffswerte~~ **Richtwerte** sind Maßnahmen notwendig, um diese zu verhindern. Im ersten wird der Einsatz von lärmarmen Baumaschinen geprüft. Falls dadurch die Überschreitungen nicht vermieden werden können, ist zu prüfen, ob durch aktive Schallschutzmaßnahmen, wie Einhausungen, temporäre Schallschutzwände usw. eine Einhaltung möglich ist. Dabei ist die Verhältnismäßigkeit für den Aufwand der Schallschutzmaßnahmen zu berücksichtigen. Kann auch durch aktive Schallschutzmaßnahmen eine Überschreitung der Richtwerte ~~und Eingriffswerte~~ nicht verhindert werden bzw. ist die Verhältnismäßigkeit nicht gegeben, so müssen passive Schallschutzmaßnahmen oder andere geeignete Schutzmaßnahmen ergriffen werden.

Bei der Beurteilung der Zulässigkeit der Überschreitungen gilt es jedoch zu berücksichtigen, dass zahlreiche Immissionsorte in unmittelbarer Nähe von Verkehrswegen liegen und damit einer Vorbelastung durch Verkehrsgeräusche ausgesetzt sind. Die Baustelleneinrichtungsflächen der Rettungsschächte andererseits sind eng mit der Trassenführung gekoppelt, so dass sich kein anderer Standort finden lässt.

Prinzipiell sind abschirmende Einrichtungen geeignete Schallschutzmaßnahmen, die aber auf Grund der Nähe und der Bauhöhe (mehrgeschossig) der angrenzenden Wohnbebauung sowie der beengten örtlichen Situation häufig nicht realisierbar **oder nahezu unwirksam** sind.

Eine Einschränkung der Betriebszeiten der sehr lauten Baumaschinen könnte in einigen Bauphasen eine Reduzierung der Beurteilungspegel bewirken. Allerdings verlängert sich dann die Gesamtbauzeit und damit auch die Dauer der Lärmbelastung entsprechend, daher ist diese Maßnahme nicht als zielführend anzusehen.

Im Rahmen der Prüfung, ob und in welcher Höhe aktive Schallschutzmaßnahmen vorzusehen sind, wurde als Kostenansatz ein Wert von 345 €/m² Schallschutzwand angesetzt. Dies entspricht den Durchschnittskosten der im Jahr 2010 gebauten Schallschutzwände [14]. Dabei handelt es sich um eine untere Grenze für eine Kostenschätzung, da Besonderheiten wie erschwerte Bedingungen im innerstädtischen Umfeld sowie Zusatzkosten z.B. für den Rückbau der Wände nicht berücksichtigt sind.

1.9 Passive Schallschutzmaßnahmen

Mit aktiven Schallschutzmaßnahmen (Abschirmungen) lässt sich im meist für die Gehweg- und Erdgeschossbereiche die Einhaltung der ~~Eingreifwerte~~ Richtwerte nach AVV Baulärm erreichen. Dennoch werden die ~~Richt- und Eingreifwerte~~ Richtwerte in den oberen Geschossen weiter überschritten, so dass passive Schallschutzmaßnahmen ergriffen werden sollten. Da konkrete passive Schallschutzmaßnahmen unter Berücksichtigung der Nutzung, Bausubstanz und individuellen Beurteilungspegel für jedes Geschoss gesondert bestimmt werden müssen, werden im Rahmen dieser Untersuchung pauschale Annahmen getroffen und die Bemessung von Schallschutzfenstern entsprechend der DIN 4109 [4] abgeschätzt.

Unter der Annahme folgender Standardabmessungen:

- Büro- und Gewerberaum mit 25 m² (5*5m)
- Fensteranteil von 60 %;
- Innenpegel 37 dB(A)

lässt sich die gemäß VDI 2719 [6] im Mittel erforderliche Schallschutzfensterklasse (SSK) abschätzen.

In der nachfolgenden Tabelle sind der Pegelbereich nach DIN 4109, die abgeschätzte erforderliche Schallschutzfensterklasse nach VDI 2719 und erwarteten Kosten der Umsetzung je Wohneinheit/Nutzungseinheit angegeben

Lärmpegelbereich gemäß DIN 4109	Pegelbereich Beurteilungspegel Tag in dB(A)	Schallschutzklasse gemäß VDI 2719	Betrag in € pro Wohneinheit
III	< 66 dB(A)	<2	500 €
IV	66 bis 70 dB(A)	2	1 250 €
V	70 bis 75 dB(A)	3	3 750 €
VI	76 bis 80 dB(A)	4	6 250 €
VII	> 80 dB(A)	5	10 000 €

Tabelle- 2: Lärmpegelbereiche und Kosten für passiven Schallschutz

2 Baustelle Hauptbahnhof - Bahnhofplatz

2.1 Örtliche Gegebenheiten

Der Bereich des Bahnhofsvorplatzes umfasst den Bereich zwischen Elisenstraße/Ecke Luisenstraße und der Bayerstraße und wird im Westen vom Bahnhofsgelände und im Osten vom Bahnhofplatz begrenzt von der Schützenstraße begrenzt. Für den Bereich sind Bebauungspläne der Landeshauptstadt München vorhanden (Nr. 41a, 41b, 41c, 1756). Die Bereiche werden als Misch- und Kerngebiet eingestuft.

Der gesamte Bereich ist von Geschäften und Gewerbe geprägt. Besonders zu beachten sind hierbei der Elisenhof mit Arztpraxen, Büros und Geschäften. Gegenüber dem Bahnhofsgelände befindet sich das Kaufhaus Karstadt und das ehemalige Postgebäude. An der Ecke Arnulfstraße/Dachauer Straße befindet sich ein Hotelkomplex mit 17 Vollgeschossen. Wohnungen sind in diesem Bereich nur vereinzelt in den Obergeschossen anzutreffen. Die Gebietscharakteristik, die für die anzuwendenden Richtwerte (siehe Kapitel 1.3) wichtig ist, entspricht einem Kerngebiet Gebiet in dem vorwiegend gewerbliche Anlagen (GEV) untergebracht sind. Für das Kaufhaus Karstadt wurden die Richt- und Eingreifwerte Richtwerte für Gewerbe ausschließlich gewerbliche Anlagen (GaT) im Tageszeitraum angesetzt, da dort ausschließlich Verkaufsflächen betroffen sind.

2.2 Vorbelastung durch Schallimmissionen

Im Bereich des Bahnhofsvorplatzes wurde keine Vorbelastungsmessung durchgeführt. Zur Beurteilung wird die Messung an der Bayerstraße herangezogen. Die Messung der Vorbelastung [15] ergab im Tageszeitraum einen Pegel von 61,4 dB(A) (60,3 dB(A) bis 63,3 dB(A)) und im Nachtzeitraum von 59,4 dB(A) (55,3 dB(A) bis 61,8 dB(A)).

2.3 Baustellenablauf

Für den Bau des zentralen Zugangsbauwerks zum Hp Hauptbahnhof (Nukleus) sind nach derzeitigem Terminplan insgesamt ca. 4-1/2 4 1/4 Jahre vorgesehen. Aus Gründen der Ausbautechnologie kann auf die Durchführung von Nacht-, Sonn- und Feiertagsarbeiten nicht generell verzichtet werden.

Nach dem vorliegenden Konzept für die Bauleistungen (Anlage 1 und Anlage 14 der Planfeststellungsunterlagen) lassen sich die unterschiedlichen Bautätigkeiten zum derzeitigen Planungsstand wie folgt beschreiben:

- Spartenverlegung
- Teilabriss
- Baugrubenumschließung (Startschacht 1 und Technikgeschoss)
- Aushub und Einbau von Aussteifungen
- Bergmännischer Vortrieb der Tunnelröhren
- Tunnelausbau / Innenausbau
- Neubau Empfangshalle
- Baustellenräumung

Die beschriebenen Bauphasen sind unterschiedlich lang und unterschiedlich lärmin-
tensiv. Im Rahmen der Schalltechnischen Untersuchungen zum Planfeststellungs-
verfahren (Anlage 19.1AC) wurde bereits festgestellt, dass die Bauphase mit der
Herstellung der Baugrubenumschließung, die bis zu ca. 20 Wochen dauert, als lau-
teste Bauphase anzusehen ist. Die Bauarbeiten finden dabei im Innenhof des
Hauptbahnhofes und vor dem Haupteingang statt. Die zweitlauteste Phase dürfte
der Bodenaushub sein. Der Bodenaushub erfolgt sukzessive mit Einbau der Steifen-
lagen. Es sind insgesamt sieben Steifenlagen und sieben Aushubphasen vorgese-
hen mit einer Dauer von jeweils ca. 25 Tagen, also insgesamt ca. 10 Monate. Die
vorliegende ergänzende schalltechnische Untersuchung konzentriert sich als „worst
case“-Betrachtung auf die Bauphase „Baustellenumschließung“.

2.4 Emissionen

Im Rahmen der Baugrubenumschließung werden Schlitzwände erstellt. Zusätzlich wird für das Technikgeschoss eine Bohrpfahlwand erstellt. Nachfolgend ist die Schalleistungsbilanz inklusive Zeitkorrekturen nach AVV Baulärm dargestellt.

Arbeitsgerät	L _{WA}	Betriebsdauer pro Stunde Auslastung	Zeitkorrektur	Anzahl Bau- maschinen	Korrektur Anzahl	Schalleistungswirkpegel
Schlitzwandfräse	114	100%	0.0	1	0.0	114.0
Lkw > 12 t - Fahrbe- wegung	106	5%	-13.0	1	0.0	93.0
Seilbagger (Beweh- rung)	106	5%	-13.0	1	0.0	93.0
Lkw - Betonmischer	103	10%	-10.0	1	0.0	93.0
Betonpumpe	107	5%	-13.0	1	0.0	94.0
Großdrehbohrgerät	119	25%	-6.0	1	0.0	113.0
Radlader	104	5%	-13.0	1	0.0	91.0
Lkw - Beladung Aus- hub	106	10%	-10.0	1	0.0	96.0
Summe Schalleistungswirkpegel :						116.7
Beurteilungszeitraum						Tag
Arbeitszeit pro AT in Stunden						13
Zeitkorrektur gemäß AVV Baulärm (6.7.1) in dB(A)						0
Schalleistungswirkpegel Beurteilungszeitraum in dB(A):						116.7
Beurteilungszeitraum						Nacht
Arbeitszeit pro AT in Stunden						2
Zeitkorrektur gemäß AVV Baulärm (6.7.1) in dB(A)						-10
Schalleistungswirkpegel Beurteilungszeitraum in dB(A):						106.7

Tabelle- 3: Emissionsansatz für Baugrubenumschließung Bahnhofplatz

Neben den Bauarbeiten auf den Baufeldern wird auch die Versorgung der einzelnen Baustellen bei der Berechnung berücksichtigt. Dabei wird angenommen, dass alle Baustellen im Bereich des Hauptbahnhofes in der lautesten Bauphase gleichzeitig in Betrieb sind. Der Gesamtverkehr beträgt 106 Lkw tags bzw. 22 Lkw nachts für den Hauptbahnhof (Emissionspegel 55,0 dB(A) tags / 48,8 dB(A) nachts) und 2 Lkw tags bzw. 1 Lkw nachts für den Bereich Schützenstraße (Emissionspegel 37,7 dB(A) tags / 35,4 dB(A) nachts).

2.5 Bauphase Baugrubenumschließung

Die Ergebnisse der Berechnung zeigen, dass im Bereich des Bahnhofplatzes insgesamt ~~595 Wohn-/Nutzungseinheiten~~ von Überschreitungen der Eingreifwerte der AVV-Baulärm betroffen. Bei ~~53~~ **bei 42** Einheiten werden die Eingreifwerte **Richtwerte** tags und bei ~~542~~ **496** Einheiten die Eingreifwerte **Richtwerte** nachts überschritten werden.

2.6 Schallschutzmaßnahmen

Um die betroffenen Gebäude zu schützen, wurde anstelle des ohnehin notwendigen Bauzauns eine Schallschutzwand angeordnet. Als Mindesthöhe wurden 3 m über Gelände ~~angesetzt und~~ **untersucht. Für zusätzliche Varianten der Schallschutzmaßnahme wurde** die Schallschutzwand um jeweils 1 m bis zur Gesamthöhe von 8 m erhöht. Die Wirksamkeit der Schallschutzwand für die jeweilige Höhe ist in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Variante	aktive Lärm-schutzmaßnahmen	Kosten für aktiven Lärmschutz	gelöste Schutzfälle		Schutzfälle mit verbleiben-der Grenzwertüberschrei-tung			mittlere Pegel-minderung
		[€]	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Gesamt	in dB(A)
-	Ohne	-	0	0	53	542	595	0.0
V3	Vorplatz 3 m	170 775	43	63	10	479	489	-1.7
V4	Vorplatz 4 m	227 700	47	69	6	473	479	-1.9
V5	Vorplatz 5 m	284 625	49	81	4	461	465	-2.1
V6	Vorplatz 6 m	341 550	49	92	4	450	454	-2.3
V7	Vorplatz 7 m	398 475	49	99	4	443	447	-2.4
V8	Vorplatz 8 m	455 400	49	105	4	437	441	-2.6

Variante	aktive Lärm-schutzmaßnahmen	Kosten für aktiven Lärmschutz	gelöste Schutzfälle		Schutzfälle mit verbleiben-der Überschreitung der Im-missionsrichtwerte			mittlere Pegel-minderung
		[€]	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Gesamt	in dB(A)
	Ohne		0	0	42	496	538	0.0
V3	Vorplatz 3 m	170 775	16	42	26	454	480	-1.5
V4	Vorplatz 4 m	227 700	20	51	22	445	467	-1.7
V5	Vorplatz 5 m	284 625	22	64	20	432	452	-1.9
V6	Vorplatz 6 m	341 550	22	70	20	426	446	-2.1
V7	Vorplatz 7 m	398 475	22	80	20	416	436	-2.3
V8	Vorplatz 8 m	455 400	22	85	20	411	431	-2.4

Tabelle- 4: Wirksamkeit von aktiven Schallschutzmaßnahmen im Bereich Bahnhofplatz

Wie in der Tabelle 4 zu erkennen ist, bewirkt eine 3 m hohe Schallschutzwand als Ersatz für den notwendigen Bauzaun eine mittlere Pegelminderung von ~~1,7~~ **1,5** dB(A). Die Eingreifwerte **Richtwerte** können bei ~~43~~ **16** Nutzungseinheiten tags und ~~63~~ **42** Nutzungseinheiten nachts eingehalten werden. Eine weitere Erhöhung der

Schallschutzwand um 1 m auf 4 m führt nur zu einer geringen zusätzlichen Pegelminderung von 0,2 dB(A) bzw. zur zusätzlichen Einhaltung der Eingreifwerte Richtwerte bei ~~10 Wohneinheiten~~ 13 Wohn-/Nutzungseinheiten. Da auch eine weitere Erhöhung zu keiner deutlichen Verbesserung der Schallsituation führt, wird die Höhe der Schallschutzwand als Bauzaun auf 3 m begrenzt.

Für die verbleibenden Wohneinheiten mit Überschreitung der Eingreifwerte Richtwerte werden passive Schallschutzmaßnahmen vorgesehen. Dabei ist zu beachten, dass zahlreiche Nutzungseinheiten keine Wohnungen beinhalten, insofern tatsächlich keine „Schutzfälle“ darstellen. Um die Vorbelastung im Bereich des Hauptbahnhofes angemessen zu berücksichtigen, wurde der Anspruch auf passiven Schallschutz im Nachtzeitraum auf Beurteilungspegel > 55 dB(A) begrenzt. Diese Grenze liegt um ca. 5 dB(A) unter dem Mittelwert der Vorbelastungsmessung.

In Anlage 1 Im Anhang zu dieser Untersuchung ist als Lageplanskizze 1 eine Iso-phononenberechnung für den Bereich Bahnhofplatz dargestellt. Diese Lageplanskizze zeigt den Fußgängerbereich in 2 m Höhe und geht davon aus, dass die lärmintensiven Arbeiten gleichzeitig im Bereich Bahnhofplatz, Arnulfstraße, Bayerstraße und Schützenstraße stattfinden.

2.7 Passive Schallschutzmaßnahmen

Im Bereich Bahnhofplatz werden bei insgesamt ~~10~~ 26 Nutzungseinheiten die Eingreifwerte Richtwerte tags und bei ~~479 Wohneinheiten~~ 454 Nutzungseinheiten die Eingreifwerte Richtwerte nachts überschritten. Bei Ansatz des erhöhten Immissionsrichtwertes nachts von 55 dB(A) auf Grund der Vorbelastung besteht Anspruch auf passiven Schallschutz bei 26 Nutzungseinheiten tags und 100 Nutzungseinheiten nachts. Es Dabei werden folgende Kosten erwartet, wobei die Tabelle bei „Überschreitung Eingreifwert Richtwert Tag“ davon ausgeht, dass bei allen Gebäuden nur eine Tagesnutzung und bei „Überschreitung Eingreifwert Richtwert Nacht“ bei allen Gebäuden eine Nachtnutzung vorliegt.

Lärmpegelbereich nach DIN 4109	Kosten passiver Schallschutz	Überschreitung Eingreifwert Tag		Überschreitung Eingreifwert Nacht	
		WE	Kosten	WE	Kosten
III	— 500.00 €	0	— - €	440	-220.000.00 €
IV	- 1.250.00 €	6	- 3.000.00 €	35	- 17.500.00 €
V	- 3.750.00 €	4	- 2.000.00 €	4	- 2.000.00 €
VI	- 6.250.00 €	0	— - €	0	— - €
VII	- 10.000.00 €	0	— - €	0	— - €
-	-	Gesamtkosten-	- 5.000.00 €	Gesamtkosten-	-239.500.00 €

Lärmpegelbereich nach DIN 4109	Kosten passiver Schallschutz	Überschreitung Richtwert Tag		Überschreitung Richtwert Nacht	
		WE	Kosten	WE	Kosten
III	500.00 €	0	- €	74	37 000.00 €
IV	1 250.00 €	26	13 000.00 €	26	13 000.00 €
V	3 750.00 €	0	- €	0	- €
VI	6 250.00 €	0	- €	0	- €
VII	10 000.00 €	0	- €	0	- €
		Gesamtkosten	13 000.00 €	Gesamtkosten	50 000.00 €

Tabelle- 5: Kosten passiver Schallschutz für Bereich Bahnhofplatz

Unter der Annahme, dass alle ~~Wohn~~ Nutzungseinheiten auch eine Nachtnutzung aufweisen, betragen die erwarteten Kosten für den passiven Schallschutz maximal ~~239~~ 50 Tsd. €. Da im Bereich des Bahnhofplatzes nur wenige Nutzungseinheiten eine Nachtnutzung aufweisen und ein Teil der ermittelten Gebäude auch von anderen Baustellen im Umfeld betroffen werden, liegen die tatsächlichen Kosten deutlich niedriger. Eine Gesamtaufstellung für den Bereich Hauptbahnhof/Schützenstraße ist in Kapitel 6 dargestellt.

2.8 Sonstige Bauphasen

Neben der Baugrubenumschließung finden im Bereich Bahnhofplatz noch weitere lärmintensivere Baumaßnahmen statt. Hierbei handelt es sich um Abrissarbeiten im Empfangsgebäude, die Betonage von Aussteifungen und Decken sowie den Aushub.

Eine Emissionsermittlung für alle drei Bauphasen ergab nachfolgende Werte:

Bauphase	Schalleistungswirkpegel L_{WA} gemäß AVV Baulärm in dB(A)		Differenz der Schalleistungswirkpegel L_{WA} zur Baugrubenumschließung in dB(A)	
	Tag	Nacht	Tag (116,7 dB(A))	Nacht (106,7 dB(A))
Aushub	102,7	92,7	14,0	14,0
Abriss	110,8	100,8	9,9	9,9
Betonagen	104,0	94,0	12,7	12,7

Tabelle- 6: Pegeldifferenz weiterer Bauphasen

Wie aus der Tabelle ersichtlich, beträgt die Differenz zur lautesten Bauphase mindestens 9,9 dB(A). Im Nachzeitraum wären dann nur noch ~~355~~ ca. 100 Nutzungseinheiten betroffen und im Tageszeitraum alle ~~Eingreifwerte~~ Richtwerte eingehalten. Da im Umfeld des Bahnhofplatzes vorwiegend Tagesnutzung zu erwarten ist ~~vorliegt~~, kann angenommen werden, dass die ~~Eingreifwerte~~ Richtwerte überwiegend eingehalten werden.

Die für die Baugrubenumschließung vorgesehenen passiven Schallschutzmaßnahmen sind in jedem Fall ausreichend.

3 Baustelle Hauptbahnhof - Arnulfstraße

3.1 Örtliche Gegebenheiten

Der Bereich der Arnulfstraße umfasst den Bereich zwischen Seidelstraße und Bahnhofplatz/Ecke Dachauer Straße. Für den Bereich sind Bebauungspläne der Landeshauptstadt München vorhanden (Nr. 41b, 41c, 65c, 65h, 65k). Die Bereiche werden als Misch- und Kerngebiet eingestuft.

Der gesamte Bereich ist von Geschäften, Hotels, Büros und in den einzelnen Obergeschossen von Wohnungen geprägt. An der Ecke Arnulfstraße/Dachauer Straße befindet sich ein Hotelkomplex mit 17 Vollgeschossen. Die Gebietscharakteristik, die für die anzuwendenden Richtwerte (siehe Kapitel 1.3) wichtig ist, entspricht einem Kerngebiet Gebiet in dem vorwiegend gewerbliche Anlagen (GEv) untergebracht sind.

3.2 Vorbelastung durch Schallimmissionen

Im Bereich des Bahnhofplatzes wurde keine Vorbelastungsmessung durchgeführt. Zur Beurteilung wird die Messung an der Bayerstraße herangezogen. Die Messung der Vorbelastung [15] ergab im Tageszeitraum einen Pegel von 61,4 dB(A) (60,3 dB(A) bis 63,3 dB(A)) und im Nachtzeitraum von 59,4 dB(A) (55,3 dB(A) bis 61,8 dB(A)).

3.3 Baustellenablauf

Die Baustelleneinrichtungsfläche zwischen Hauptbahnhof und Starnberger Flügelbahnhof südlich der Arnulfstraße wird als Standort für die Bentonitversorgung und Separierungsanlage der Baugrubenumschließung im Bereich Nukleus und Startschacht 1 benötigt. Diese Phase wird ca. 20 Wochen andauern. Nach Abschluss dieser Bauphase dient der Bereich als BE-Fläche ohne lärmintensive Arbeiten. Aus Gründen der Ausbautechnologie kann auf die Durchführung von Nacht-, Sonn- und Feiertagsarbeiten nicht generell verzichtet werden.

3.4 Emissionen

Den bisher geplanten Positionen der Anlagenteile wurden nachfolgende Schalleis-
 tungspegel inklusive Zeitkorrekturen nach AVV Baulärm zugeordnet.

Arbeitsgerät	L _{WA}	Betriebsdauer pro Stunde Auslastung	Zeit- korrektur	Anzahl Bau- maschinen	Korrektur Anzahl	Schalleistungs- wirkpegel
Mischanlage für Bentonit	101	100%	0-0	1	0.0	101.0
Bentonitpumpe	107	100%	0-0	1	0.0	107.0
Separierungsanlage - Anla- genteil BE-250	104	100%	0-0	2	3.0	107.0
Separierungsanlage - Anla- genteil GS-250	106	100%	0-0	1	0.0	106.0
Beurteilungszeitraum						Tag
Arbeitszeit pro AT in Stunden						13
Zeitkorrektur gemäß AVV Baulärm (6.7.1) in dB(A)						0
Beurteilungszeitraum						Nacht
Arbeitszeit pro AT in Stunden						11
Zeitkorrektur gemäß AVV Baulärm (6.7.1) in dB(A)						0

Tabelle- 7: Emissionsansatz für Betonitversorgung/Separierungsanlage Arnulfstraße

Die Emissionen der Anlagen für die Separierung wurden den jeweils geplanten
 Standorten zugeordnet. Für den verbleibenden Teil der Baustelleneinrichtungsfläche
 wurde ein flächenbezogener Schalleistungspegel von 70 dB(A) tags bzw. 55 dB(A)
 nachts in 1 m Höhe angesetzt. Damit wird einer relativ hohen ~~Abstrahlung~~ **Nutzung
 als Baufläche** Rechnung getragen.

Die Anlagen sind aus bautechnologischen Gründen durchgängig in Betrieb.

Neben den Bauarbeiten auf den Baufeldern wird auch die Versorgung der einzelnen
 Baustellen bei der Berechnung berücksichtigt. Dabei wird angenommen, dass alle
 Baustellen im Bereich des Hauptbahnhofes in der lautesten Bauphase gleichzeitig in
 Betrieb sind. Der Gesamtverkehr beträgt 106 Lkw tags bzw. 22 Lkw nachts für den
 Hauptbahnhof (Emissionspegel 55,0 dB(A) tags / 48,8 dB(A) nachts) und 2 Lkw tags
 bzw. 1 Lkw nachts für den Bereich Schützenstraße (Emissionspegel – in 25 m Ab-
 stand – 37,7 dB(A) tags / 35,4 dB(A) nachts).

3.5 Bauphase Baugrubenumschließung Nukleus – Startschacht 1

Die Ergebnisse der Berechnung zeigen, dass im Bereich der Arnulfstraße insgesamt
~~559 Wohneinheiten von Überschreitungen der Eingreifwerte der AVV Baulärm be-~~
~~troffen. Bei 91 Wohneinheiten werden die Eingreifwerte~~ **bei 124 Nutzungseinheiten**
die Richtwerte tags und ~~bei 468 Wohneinheiten die Eingreifwerte~~ **469 Nutzungsein-**
heiten die Richtwerte nachts überschritten **werden.**

3.6 Schallschutzmaßnahmen

Um die betroffenen Gebäude zu schützen wurde anstelle des ohnehin notwendigen Bauzauns eine Schallschutzwand zur Arnulfstraße hin angeordnet. Als Mindesthöhe wurden 3 m über Gelände angesetzt und die Schallschutzwand um jeweils 1 m bis zur Gesamthöhe von 8 m erhöht. Die Wirksamkeit der Schallschutzwand für die jeweilige Höhe ist in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Variante	aktive Lärm-schutzmaßnahmen	Kosten für aktiven Lärmschutz	gelöste Schutzfälle		Schutzfälle mit verbleiben-der Grenzwertüberschrei-tung			mittlere Pegel-minderung
		[€]	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Gesamt	in dB(A)
-	Ohne	-	0	0	91	468	559	0.0
Ar 3	Arnulfstraße 3m	141 450	70	47	21	421	442	-2.5
Ar 4	Arnulfstraße 4m	165 600	70	47	21	421	442	-2.6
Ar 5	Arnulfstraße 5m	189 750	70	47	21	421	442	-2.6
Ar 6	Arnulfstraße 6m	213 900	75	56	16	412	428	-3.0
Ar 7	Arnulfstraße 7m	238 050	86	60	5	408	413	-3.4
Ar 8	Arnulfstraße 8m	262 200	87	63	4	405	409	-3.8
Ar mS	Minderung 5 dB	ea. 172 450	84	60	7	408	415	-3.8

Variante	aktive Lärm-schutzmaßnahmen	Kosten für aktiven Lärmschutz	gelöste Schutzfälle		Schutzfälle mit verbleiben-der Überschreitung der Im-missionsrichtwerte			mittlere Pegel-minderung
		[€]	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Gesamt	in dB(A)
	Ohne		0	0	124	469	593	0.0
Ar 3	Arnulfstraße 3m	141 450	74	48	50	421	471	-2.6
Ar 4	Arnulfstraße 4m	165 600	74	48	50	421	471	-2.6
Ar 5	Arnulfstraße 5m	189 750	74	48	50	421	471	-2.6
Ar 6	Arnulfstraße 6m	213 900	80	56	44	413	457	-3.0
Ar 7	Arnulfstraße 7m	238 050	90	59	34	410	444	-3.5
Ar 8	Arnulfstraße 8m	262 200	91	63	33	406	439	-3.8
Ar mS	Minderung 5 dB	ca. 172 450	104	85	20	384	404	-5.3

Tabelle- 8: Wirksamkeit von aktiven Schallschutzmaßnahmen im Bereich Bahnhofsplatz

Wie in der Tabelle 8 zu erkennen ist, bewirkt eine 3 m hohe Schallschutzwand als Ersatz für den notwendigen Bauzaun eine mittlere Pegelminderung von ~~2,5~~ **2,6** dB(A). Die ~~Eingreifwerte~~ **Richtwerte** können bei ~~70~~ **74** Nutzungseinheiten tags und ~~47~~ **48** Nutzungseinheiten nachts eingehalten werden. Eine weitere Erhöhung der Schallschutzwand um 1 m auf 4 m führt zu keiner zusätzlichen Einhaltung der ~~Eingreifwerte~~ **Richtwerte**. Da auch eine weitere Erhöhung zu keiner deutlichen Verbesserung der Schallsituation führt, wird die Höhe der Schallschutzwand als Bauzaun auf 3 m begrenzt.

Da die Schallsituation durch die Anlagen zur Bentonitversorgung bestimmt wird, wurde geprüft, welche Auswirkungen eine Pegelminderung der einzelnen Anlagenteile um 5 dB(A) in Verbindung mit der Schallschutzwand von 3 m Höhe bewirkt.

Die Ergebnisse zeigen, dass durch Maßnahmen mit einer derartigen Wirkung direkt an den Maschinen ~~das gleiche~~ ein besseres Schutzniveau erzielt werden kann, wie als mit einer 7 8 m hohen Schallschutzwand. Da eine Pegelminderung von 5 dB(A) aus akustischer Sicht realistisch erscheint, wird dieses Szenario der weiteren Untersuchung zugrunde gelegt.

Für die verbleibenden Wohneinheiten mit Überschreitung der Richtwerte werden passive Schallschutzmaßnahmen vorgesehen. Dabei ist zu beachten, dass zahlreiche Nutzungseinheiten keine Wohnungen beinhalten, insofern tatsächlich keine „Schutzfälle“ darstellen. Um die Vorbelastung im Bereich des Hauptbahnhofes angemessen zu berücksichtigen, wurde der Anspruch auf passiven Schallschutz im Nachtzeitraum auf Beurteilungspegel > 55 dB(A) begrenzt. Diese Grenze liegt um ca. 5 dB(A) unter dem Mittelwert der Vorbelastungsmessung.

~~In Anlage 1~~ Im Anhang zu dieser Untersuchung ist als Lageplanskizze 2 eine Iso-phonenberechnung für den Bereich ~~Bahnhofplatz~~ Arnulfstraße dargestellt. Diese Lageplanskizze zeigt den Fußgängerbereich in 2 m Höhe und geht davon aus, dass die lärmintensiven Arbeiten gleichzeitig im Bereich Bahnhofplatz, Arnulfstraße, Bayerstraße und Schützenstraße stattfinden.

3.7 Passive Schallschutzmaßnahmen

Im Bereich der Arnulfstraße werden bei insgesamt 7 20 Nutzungseinheiten die Eingreifwerte Richtwerte tags und bei 408 177 Nutzungseinheiten die Eingreifwerte erhöhten Richtwerte nachts überschritten. Es werden folgende Kosten erwartet, wobei die Tabelle bei „Überschreitung Eingreifwert Richtwert Tag“ davon ausgeht, dass bei allen Gebäuden nur eine Tagesnutzung und bei „Überschreitung Eingreifwert Richtwert Nacht“ bei allen Gebäuden eine Nachtnutzung vorliegt.

Lärmpegelbereich nach DIN 4109	Kosten passiver Schallschutz	Überschreitung Eingreifwert Tag		Überschreitung Eingreifwert Nacht	
		WE	Kosten	WE	Kosten
III	— 500.00 €	0	— - €	376	-188 000.00 €
IV	-1 250.00 €	7	-3 500.00 €	32	-16 000.00 €
V	-3 750.00 €	0	— - €	0	— - €
VI	-6 250.00 €	0	— - €	0	— - €
VII	-10 000.00 €	0	— - €	0	— - €
-	-	Gesamtkosten	-3 500.00 €	Gesamtkosten	-204 000.00 €

Lärmpegelbereich nach DIN 4109	Kosten passiver Schallschutz	Überschreitung Richtwert Tag		Überschreitung Richtwert Nacht	
		WE	Kosten	WE	Kosten
III	500.00 €	0	- €	157	78 500.00 €
IV	1 250.00 €	20	10 000.00 €	20	10 000.00 €
V	3 750.00 €	0	- €	0	- €
VI	6 250.00 €	0	- €	0	- €
VII	10 000.00 €	0	- €	0	- €
		Gesamtkosten	10 000.00 €	Gesamtkosten	88 500.00 €

Tabelle- 9: Kosten passiver Schallschutz für Bereich Arnulfstraße

Unter der Annahme, dass alle Nutzungseinheiten auch eine Nachtnutzung aufweisen, betragen die erwarteten Kosten für den passiven Schallschutz maximal 204 89 Tsd. €. Da dieses im Bereich der Arnulfstraße Bahnhofplatzes nicht der Fall ist und ein Teil der ermittelten Gebäude auch von anderen Baustellen im Umfeld betroffen werden, liegen die tatsächlichen Kosten deutlich niedriger. Eine Gesamtaufstellung für den Bereich Hauptbahnhof/Schützenstraße ist in Kapitel 6 dargestellt.

3.8 Sonstige Bauphasen

Neben der Phase der Bentonitversorgung finden im Bereich der Arnulfstraße noch weitere lärmintensivere Baumaßnahmen statt. Hierbei handelt es sich um Abrissarbeiten von Gebäudeteilen im Bereich des ~~provisorischen~~ geplanten Wertstoffhofes und die Erstellung einer Bohrpfahlwand. Bei beiden Maßnahmen handelt es sich um eine Vorwegmaßnahme zur eigentlichen Baumaßnahme. Eine Kontrollrechnung für die gegenüberliegenden Gebäude ergab, dass die Eingreifwerte Richtwerte während des Abbruchs an 2 Gebäuden mit maximal 67 dB(A) tags um 2 dB(A) überschritten werden. Da diese Bauphase nur 2 Tage dauert werden, keine Schutzmaßnahmen vorgesehen.

Während der Erstellung der Bohrpfahlwand werden die Eingreifwerte Richtwerte eingehalten. Diese Bauphase dauert ca. 10 Tage.

4 Baustelle Hauptbahnhof - Bayerstraße

4.1 Örtliche Gegebenheiten

Der untersuchte Bereich in der Bayerstraße umfasst den Bereich zwischen Paul-Heyse-Unterführung und der Bayerstraße / Ecke Bahnhofplatz. Für den Bereich sind Bebauungspläne der Landeshauptstadt München vorhanden (Nr. 41a, 1756, 1589, 1745, 1622, 1837, 1965). Die Bereiche werden als Misch- und Kerngebiet eingestuft.

Der gesamte Bereich ist von Geschäften, Hotels und Gewerbe geprägt. Wohnungen sind in diesem Bereich nur vereinzelt in den Obergeschossen anzutreffen.

Die Gebietscharakteristik, die für die anzuwendenden Richtwerte (siehe Kapitel 1.3) wichtig ist, entspricht einem Kerngebiet Gebiet in dem vorwiegend gewerbliche Anlagen (GEv) untergebracht sind.

4.2 Vorbelastung durch Schallimmissionen

Die Messung der Vorbelastung [15] ergab im Tageszeitraum einen Pegel von 61,4 dB(A) (60,3 dB(A) bis 63,3 dB(A)) und im Nachtzeitraum von 59,4 dB(A) (55,3 dB(A) bis 61,8 dB(A)).

4.3 Baustellenablauf

Für den Bau des zentralen Zugangsbauwerks zum Hauptbahnhof (Nukleus) sind nach derzeitigem Terminplan insgesamt ca. 4-1/2 4 1/4 Jahre vorgesehen. Aus Gründen der Ausbautechnologie kann auf die Durchführung von Nacht-, Sonn- und Feiertagsarbeiten nicht generell verzichtet werden.

Nach dem vorliegenden Konzept für die Bauleistungen (Anlage 1 und Anlage 14 der Planfeststellungsunterlagen) lassen sich die unterschiedlichen Bautätigkeiten zum derzeitigen Planungsstand wie folgt beschreiben:

- Spartenverlegung
- Baugrubenumschließung (Startschacht 2)
- Aushub und Einbau von Aussteifungen
- Bergmännischer Vortrieb der Tunnelröhren
- Tunnelausbau / Innenausbau
- Baustellenräumung

Die Baustelle befindet sich südlich des Hauptbahnhofes zwischen dem bestehenden Taxistand und dem Hotel „Sofitel Munich Bayerpost“. Die beschriebenen Bauphasen sind unterschiedlich lang und unterschiedlich lärmintensiv. Im Rahmen der Schalltechnischen Untersuchungen zum Planfeststellungsverfahren (Anlage 19.1AC) wurde bereits festgestellt, dass die Bauphase der Herstellung der Baugrubenumschließung, die bis zu ca. 20 Wochen dauert, als lauteste Bauphase anzusehen ist. Die zweitlauteste Phase dürfte der Bodenaushub sein. Der Bodenaushub erfolgt sukzessive mit Einbau der Steifenlagen. ~~Es sind insgesamt ca. sieben Steifenlagen und sieben Aushubphasen vorgesehen mit einer Dauer von jeweils ca. 25 Tagen, also insgesamt ca. 10 Monate.~~ Für den Aushub ist eine Zeitdauer von ca. 5 Monate vorgesehen. Die vorliegende ergänzende schalltechnische Untersuchung konzentriert sich als „worst case“ Betrachtung auf die Bauphase „Baustellenumschließung“.

4.4 Emissionen

Im Zuge der Baugrubenumschließung werden Schlitzwände erstellt. Nachfolgend ist die Schalleistungsbilanz inklusive Zeitkorrekturen nach AVV Baulärm dargestellt.

Arbeitsgerät	L _{WA}	Betriebsdauer pro Stunde Auslastung	Zeitkorrektur	Anzahl Bau- maschinen	Korrektur Anzahl	Schalleistungswirk- pegel
Schlitzwandfräse	114	100%	0,0	1	0,0	114,0
Lkw > 12 t - Fahr- bewegung	106	5%	-13,0	1	0,0	93,0
Seilbagger (Be- wehrung)	106	5%	-13,0	1	0,0	93,0
Lkw - Betonmi- scher	103	10%	-10,0	1	0,0	93,0
Betonpumpe	107	5%	-13,0	1	0,0	94,0
Summe Schalleistungswirkpegel :						114,1
Beurteilungszeitraum						Tag
Arbeitszeit pro AT in Stunden						13
Zeitkorrektur gemäß AVV Baulärm (6.7.1) in dB(A)						0
Schalleistungswirkpegel Schlitzwand Beurteilungszeitraum in dB(A):						114,1
Schalleistungswirkpegel Bentonitversorgung Beurteilungszeitraum in dB(A):						106,8
Schalleistungswirkpegel Beurteilungszeitraum in dB(A):						114,8
Beurteilungszeitraum						Nacht
Arbeitszeit pro AT in Stunden						2
Zeitkorrektur gemäß AVV Baulärm (6.7.1) in dB(A)						-10
Schalleistungswirkpegel Schlitzwand Beurteilungszeitraum in dB(A):						104,1
Schalleistungswirkpegel Bentonitversorgung Beurteilungszeitraum in dB(A):						106,8
Schalleistungswirkpegel Beurteilungszeitraum in dB(A):						108,9

Tabelle 10: Emissionsansatz für Baugrubenumschließung Startschacht 2

Zusätzlich ist während der Schlitzwanderstellung noch eine Betonitversorgung mit Separationsanlage auf der BE-Fläche vorhanden. Diese Anlage entspricht den Annahmen unter Punkt 3.3 und wird ebenfalls um 5 dB(A) gedämpft. Die Anlage läuft aus bautechnologischen Gründen 24h am Tag.

Der Gesamtschalleistungswirkpegel als L_{WA} erhöht sich deshalb am Tag auf 114,8 dB(A) und in der Nacht auf 108,9 dB(A).

Neben den Bauarbeiten auf den Baufeldern wird auch die Versorgung der einzelnen Baustellen bei der Berechnung berücksichtigt. Dabei wird angenommen, dass alle Baustellen im Bereich des Hauptbahnhofes in der lautesten Bauphase gleichzeitig in Betrieb sind. Der Gesamtverkehr beträgt 106 Lkw tags bzw. 22 Lkw nachts für den Hauptbahnhof (Emissionspegel 55,0 dB(A) tags / 48,8 dB(A) nachts) und 2 Lkw tags bzw. 1 Lkw nachts für den Bereich Schützenstraße (Emissionspegel 37,7 dB(A) tags / 35,4 dB(A) nachts).

4.5 Bauphase Baugrubenumschließung

Die Ergebnisse der Berechnung zeigen, dass im Bereich der Bayerstraße ~~insgesamt 697 Nutzungseinheiten von Überschreitungen der Eingreifwerte der AVV Baulärm betroffen.~~ Bei **bei** 65 Nutzungseinheiten werden die Eingreifwerte **Richtwerte** tags und bei 632 Wohneinheiten die Eingreifwerte **Richtwerte** nachts überschritten **werden**.

4.6 Schallschutzmaßnahmen

Um die betroffenen Gebäude zu schützen wurde anstelle des notwendigen Bauzauns eine Schallschutzwand berücksichtigt. Als Mindesthöhe wurden 3 m über Gelände angesetzt und die Schallschutzwand um jeweils 1 m bis zur Gesamthöhe von 8 m erhöht. Die Wirksamkeit der Schallschutzwand für die jeweilige Höhe ist in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Variante	aktive Lärm- schutzmaßnahmen	Kosten für aktiven Lärmschutz [€]	gelöste Schutzfälle		Schutzfälle mit verbleiben- der Grenzwertüberschrei- tung			mittlere Pegel- minderung in dB(A)
			Tag	Nacht	Tag	Nacht	Gesamt	
-	Ohne	-	0	0	56	562	618	0,0
S2-3	Startschacht 2 - 3m	124 200	17	46	39	516	555	-1,0
S2-4	Startschacht 2 - 4m	165 600	27	64	29	498	527	-1,2
S2-5	Startschacht 2 - 5m	207 000	32	84	24	478	502	-1,5
S2-6	Startschacht 2 - 6m	248 400	37	96	19	466	485	-1,7
S2-7	Startschacht 2 - 7m	289 800	40	108	16	454	470	-1,8
S2-8	Startschacht 2 - 8m	331 200	43	113	13	449	462	-2,0

Variante	aktive Lärm- schutzmaßnahmen	Kosten für aktiven Lärmschutz [€]	gelöste Schutzfälle		Schutzfälle mit verbleiben- der Überschreitung der Im- missionsrichtwerte			mittlere Pegel- minderung in dB(A)
			Tag	Nacht	Tag	Nacht	Gesamt	
	Ohne		0	0	65	632	697	0,0
S2-3	Bayerstr. - 3m	124 200	20	42	45	590	635	-0,7
S2-4	Bayerstr. - 4m	165 600	32	47	33	585	618	-0,9
S2-5	Bayerstr. - 5m	207 000	39	57	26	575	601	-1,1
S2-6	Bayerstr. - 6m	248 400	42	70	23	562	585	-1,3
S2-7	Bayerstr. - 7m	289 800	47	84	18	548	566	-1,6
S2-8	Bayerstr. - 8m	331 200	51	97	14	535	549	-1,8

Tabelle 11: Wirksamkeit von aktiven Schallschutzmaßnahmen im Bereich Bayerstraße

Wie in der Tabelle 11 zu erkennen ist, bewirkt eine 3 m hohe Schallschutzwand als Ersatz für den notwendigen Bauzaun eine mittlere Pegelminderung von ~~1,0~~ **0,7** dB(A). Die ~~Eingreifwerte~~ **Richtwerte** können bei ~~17~~ **20** Nutzungseinheiten tags und ~~46~~ **42** Nutzungseinheiten nachts eingehalten werden. Eine weitere Erhöhung der Schallschutzwand um 1 m auf 4 m führt nur zu einer geringen zusätzlichen Pegelminderung von 0,2 dB(A) bzw. zur zusätzlichen Einhaltung der ~~Eingreifwerte~~ **Richtwerte** bei ~~38 Wohnheiten~~ **12 Nutzungseinheiten** tags bzw. **5 Nutzungseinheiten** nachts. Da auch eine weitere Erhöhung zu keiner deutlichen Verbesserung der Schallsituation führt, wird die Höhe der Schallschutzwand als Bauzaun auf 3 m begrenzt.

Für die verbleibenden Nutzungseinheiten mit Überschreitung der ~~Eingreifwerte~~ **Richtwerte** werden passive Schallschutzmaßnahmen vorgesehen.

Dabei ist zu beachten, dass zahlreiche Nutzungseinheiten keine Wohnungen beinhalten, insofern tatsächlich keine „Schutzfälle“ darstellen. Um die Vorbelastung im Bereich des Hauptbahnhofes angemessen zu berücksichtigen, wurde der Anspruch auf passiven Schallschutz im Nachtzeitraum auf Beurteilungspegel > 55 dB(A) begrenzt. Diese Grenze liegt um ca. 5 dB(A) unter dem Mittelwert der Vorbelastungsmessung.

In Anlage 1 **Im Anhang** zu dieser Untersuchung ist als Lageplanskizze 3 eine Iso-phonenberechnung für den Bereich Bayerstraße dargestellt. Diese Lageplanskizze zeigt den Fußgängerbereich in 2 m Höhe und geht davon aus, dass die lärmintensiven Arbeiten gleichzeitig im Bereich Bahnhofplatz, Arnulfstraße, Bayerstraße und Schützenstraße stattfinden.

4.7 Passive Schallschutzmaßnahmen

Im Bereich der Bayerstraße werden bei insgesamt ~~10~~ **45** Nutzungseinheiten die Eingreifwerte **Richtwerte** tags und bei ~~479~~ **262** Nutzungseinheiten die Eingreifwerte **Richtwerte** nachts überschritten. Es werden folgende Kosten erwartet, wobei die Tabelle bei „Überschreitung Richtwert Tag“ davon ausgeht, dass bei allen Gebäuden nur eine Tagesnutzung und bei „Überschreitung Richtwert Nacht“ bei allen Gebäuden eine Nachtnutzung vorliegt.

Lärmpegelbereich nach DIN 4109	Kosten passiver Schallschutz	Überschreitung Eingreifwert Tag		Überschreitung Eingreifwert Nacht	
		WE	Kosten	WE	Kosten
III	500.00 €	0	— €	545	272 500.00 €
IV	1 250.00 €	45	22 500.00 €	45	22 500.00 €
V	3 750.00 €	0	— €	0	— €
VI	6 250.00 €	0	— €	0	— €
VII	10 000.00 €	0	— €	0	— €
-	-	Gesamtkosten	22 500.00 €	Gesamtkosten	295 000.00 €

Lärmpegelbereich nach DIN 4109	Kosten passiver Schallschutz	Überschreitung Richtwert Tag		Überschreitung Richtwert Nacht	
		WE	Kosten	WE	Kosten
III	500.00 €	0	- €	217	108 500.00 €
IV	1 250.00 €	45	22 500.00 €	45	22 500.00 €
V	3 750.00 €	0	- €	0	- €
VI	6 250.00 €	0	- €	0	- €
VII	10 000.00 €	0	- €	0	- €
-	-	Gesamtkosten	22 500.00 €	Gesamtkosten	131 000.00 €

Tabelle 12: Kosten passiver Schallschutz für Bereich Bayerstraße

Unter der Annahme, dass alle Nutzungseinheiten auch eine Nachtnutzung aufweisen, betragen die erwarteten Kosten für den passiven Schallschutz maximal **295 153** Tsd. €. Da im Bereich der Bayerstraße ein großer Anteil von Gebäuden keine Nachtnutzung (Bürogebäude) aufweist und ein Teil der ermittelten Gebäude auch von anderen Baustellen im Umfeld betroffen werden, liegen die tatsächlichen Kosten deutlich niedriger. Eine Gesamtaufstellung für den Bereich Hauptbahnhof / Schützenstraße ist in Kapitel 6 dargestellt.

4.8 Sonstige Bauphasen

Neben der Baugrubenumschließung finden im Bereich Bahnhofplatz noch weitere lärmintensivere Baumaßnahmen statt. Hierbei handelt es sich um Abrissarbeiten im Empfangsgebäude, die Betonage von Aussteifungen und Decken sowie den Aushub.

Eine Emissionsermittlung für alle drei Bauphasen ergab nachfolgende Werte:

Bauphase	Schalleistungswirkpegel L_{WA} gemäß AVV Baulärm in dB(A)		Differenz der Schalleistungswirkpegel L_{WA} zur Baugrubenumschließung in dB(A)	
	Tag	Nacht	Tag (114,8 dB(A))	Nacht (108,9 dB(A))
Aushub	102,7	92,7	14,0	14,0
Betonagen	104,0	94,0	10,8	14,9

Tabelle- 13: Pegeldifferenz weiterer Bauphasen

Wie aus der Tabelle ersichtlich, beträgt die Differenz zur lautesten Bauphase mindestens 10,8 dB(A) tags bzw. 14,0 dB(A) nachts. ~~Im Nachzeitraum wären dann nur noch 72 Nutzungseinheiten betroffen und im Tageszeitraum alle Eingreifwerte eingehalten. Da im Umfeld der Bayerstraße vorwiegend Tagesnutzung zu erwarten ist, kann angenommen werden, dass die Eingreifwerte überwiegend~~ Die Ergebnisse zeigen, dass während der sonstigen Bauphasen die Richtwerte der AVV Baulärm eingehalten werden.

~~Die für die Baugrubenumschließung vorgesehenen passiven Schallschutzmaßnahmen sind in jedem Fall ausreichend.~~

5 Baustelle Aufgang Schützenstraße

5.1 Örtliche Gegebenheiten

Die Schützenstraße ist die kürzeste fußläufige Verbindung zwischen dem Hauptbahnhof und dem Karlsplatz. Auf ihrer größten Länge, zwischen Luitpoldstraße und der Einmündung in die Bayerstraße, handelt es sich um eine Fußgängerzone. Für den Bereich sind Bebauungspläne der Landeshauptstadt München vorhanden (Nr. 41b, 41c, 1756). Die Bereiche werden als Misch- und Kerngebiet eingestuft.

Beiderseits der Schützenstraße steht 6- bis 7-geschossige Blockbebauung. An der Nordseite erstrecken sich von Osten kommend bis zur Luitpoldstraße Arkaden. Die Straße ist beidseitig von Geschäften und Hotels gesäumt, wobei auf der Nordseite das Kaufhaus Karstadt den größten Teil einnimmt. Der östliche, neuere Teil des Kaufhauses hat eine nahezu fensterlose Fassade, die dementsprechend akustisch eher „unempfindlich“ erscheint. Im Übrigen enthalten die Häuser neben den bereits erwähnten Hotels zahlreiche Arztpraxen, Kanzleien und Büros. Wohnungen sind nur vereinzelt – in den Dachgeschossen – vertreten.

Die Gebietscharakteristik, die für die anzuwendenden Richtwerte (s. Kap. 4.4 1.3) wichtig ist, entspricht einem Kerngebiet Gebiet in dem vorwiegend gewerbliche Anlagen (GEv) untergebracht sind. Für das Kaufhaus Karstadt wurden die Richt- und Eingreifwerte für Gewerbe angesetzt, da dort ausschließlich Verkaufsflächen betroffen sind.

5.2 Vorbelastung durch Schallimmissionen

Die Messung der Vorbelastung [15] ergab im Tageszeitraum einen Pegel von 62,7 dB(A) (60,7 dB(A) bis 68,2 dB(A)) und im Nachtzeitraum von 60,2 dB(A) (55,0 dB(A) bis 63,5 dB(A)).

5.3 Baustellenablauf

Für den Bau des Aufgangs Schützenstraße sind nach derzeitigem Terminplan insgesamt ca. 4 1/2 Jahre mit einer Unterbrechung von 1 3/4 Jahren vorgesehen. Aus Gründen der Ausbautechnologie kann auf die Durchführung von Nacht-, Sonn- und Feiertagsarbeiten nicht generell verzichtet werden.

Nach dem vorliegenden Konzept für die Bauleistungen (Anlage 1 und Anlage 14 der Planfeststellungsunterlagen) lassen sich die unterschiedlichen Bautätigkeiten zum derzeitigen Planungsstand wie folgt beschreiben:

- Spartenverlegung
- Herstellen der Baustellenumschließung
- Aushub und Einbau von Aussteifungen
- Bergmännischer Vortrieb zum Querstollen
- Herstellung der Tunnel-Innenschale
- Tunnelausbau
- Verfüllung Baugrube
- Baustellenräumung

Die beschriebenen Bauphasen sind unterschiedlich lang und unterschiedlich lärmin-
tensiv. Zwischen den Phasen „bergmännischer Vortrieb“ und „Tunnel-Innenschale“
liegt eine Phase von $1\frac{1}{2}$ bis $1\frac{3}{4}$ Jahren ohne nennenswerte Lärmemissionen. Im
Rahmen der Schalltechnischen Untersuchungen zum Planfeststellungsverfahren
(Anlage 19.1AC) wurde bereits festgestellt, dass die Bauphase der Herstellung der
Baustellenumschließung, die bis zu ca. 10 Wochen dauert, als lauteste Bauphase
anzusehen ist. Die zweitlauteste Phase dürfte der Bodenaushub sein. Der Bo-
denaushub erfolgt sukzessive mit Einbau der Steifenlagen. Es sind insgesamt vier
Steifenlagen und vier Aushubphasen vorgesehen mit einer Dauer von jeweils ca.
4 Tagen, also insgesamt ca. 3 Wochen. Die vorliegende ergänzende schalltechni-
sche Untersuchung konzentriert sich als „worst case“ Betrachtung auf die Bauphase
„Baustellenumschließung“.

5.4 Emissionen

Im Rahmen der Baugrubenumschließung werden Bohrpfähle erstellt. Nachfolgend ist die Schalleistungsbilanz inklusive Zeitkorrekturen nach AVV Baulärm dargestellt.

Arbeitsgerät	LWA	Betriebsdauer pro Stunde Auslastung	Zeitkorrektur	Anzahl Baumaschinen	Korrektur Anzahl	Schalleistungswirkpegel
Großdrehbohrgerät	119	20%	-7,0	1	0,0	112,0
Lkw - Beladung Aushub	106	3%	-16,0	1	0,0	90,0
Seilbagger (Bewehrung)	106	5%	-13,0	1	0,0	93,0
Lkw - Betonmischer	103	3%	-16,0	1	0,0	87,0
Betonpumpe	107	5%	-13,0	1	0,0	94,0
Summe Schalleistungswirkpegel :						112,2
Beurteilungszeitraum						Tag
Arbeitszeit pro AT in Stunden						13
Zeitkorrektur gemäß AVV Baulärm (6.7.1) in dB(A)						0
Schalleistungswirkpegel Beurteilungszeitraum in dB(A):						112,2
Beurteilungszeitraum						Nacht
Arbeitszeit pro AT in Stunden						2
Zeitkorrektur gemäß AVV Baulärm (6.7.1) in dB(A)						-10
Schalleistungswirkpegel Beurteilungszeitraum in dB(A):						102,2

Tabelle- 14: Emissionsansatz für Baugrubenumschließung Schützenstraße

Neben den Bauarbeiten auf den Baufeldern wird auch die Versorgung der einzelnen Baustellen bei der Berechnung berücksichtigt. Dabei wird angenommen, dass alle Baustellen im Bereich des Hauptbahnhofes in der lautesten Bauphase gleichzeitig in Betrieb sind. Der Gesamtverkehr beträgt 106 Lkw tags bzw. 22 Lkw nachts für den Hauptbahnhof (Emissionspegel 55,0 dB(A) tags / 48,8 dB(A) nachts) und 2 Lkw tags bzw. 1 Lkw nachts für den Bereich Schützenstraße (Emissionspegel 37,7 dB(A) tags / 35,4 dB(A) nachts).

5.5 Bauphase Baugrubenumschließung

Die Ergebnisse der Berechnung zeigen, dass im Bereich der Schützenstraße insgesamt 418 Wohneinheiten von Überschreitungen der Eingreifwerte der AVV Baulärm betroffen. Bei 212 bei 210 Nutzungseinheiten werden die Eingreifwerte Richtwerte tags und bei 206 Nutzungseinheiten die Eingreifwerte Richtwerte nachts überschritten werden. Die hohe Anzahl der Überschreitungen der Eingreifwerte Richtwerte im Tageszeitraum ist vor allem auf die engen Platzverhältnisse im Bereich der Schüt-

zenstraße zurückzuführen. Im Bereich der Schützenstraße 1 bis 7 ist zwischen Bauzaun und Gebäude nur noch ein schmaler Fußweg vorhanden, so dass die Immissionen direkt von dem Großdrehbohrgerät bestimmt werden. Der maximale Beurteilungspegel beträgt 80 dB(A) am Gebäude Schützenstr. 3 und 5.

5.6 Schallschutzmaßnahmen

Um die Fußgängerbereiche zu schützen wurde anstelle des notwendigen Bauzauns eine Schallschutzwand berücksichtigt. Als Mindesthöhe wurden 3 m über Gelände angesetzt und die Schallschutzwand um jeweils 1 m bis zur Gesamthöhe von 8 m erhöht. Die Wirksamkeit der Schallschutzwand für die jeweilige Höhe ist in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Variante	aktive Lärm-schutzmaßnahmen	Kosten für aktiven Lärmschutz	gelöste Schutzfälle		Schutzfälle mit verbleiben-der Grenzwertüberschrei-tung			mittlere Pegel-minderung
		[€]	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Gesamt	in dB(A)
-	Ohne	-	0	0	212	206	418	0,0
Sz 3	Schützenstr. 3m	207 000	25	19	187	187	374	-1,1
Sz 4	Schützenstr. 4m	276 000	46	27	166	179	345	-1,8
Sz 5	Schützenstr. 5m	345 000	67	37	145	169	314	-2,5
Sz 6	Schützenstr. 6m	414 000	83	45	129	161	290	-3,2
Sz 7	Schützenstr. 7m	483 000	95	58	117	148	265	-3,9
Sz 8	Schützenstr. 8m	552 000	110	65	102	141	243	-4,6

Variante	aktive Lärm-schutzmaßnahmen	Kosten für aktiven Lärmschutz	gelöste Schutzfälle		Schutzfälle mit verbleiben-der Überschreitung der Im-missionsrichtwerte			mittlere Pegel-minderung
		[€]	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Gesamt	in dB(A)
	Ohne		0	0	210	206	416	0,0
Sz 3	Schützenstr. 3m	207 000	23	19	187	187	374	-1,1
Sz 4	Schützenstr. 4m	276 000	46	28	164	178	342	-1,8
Sz 5	Schützenstr. 5m	345 000	70	40	140	166	306	-2,6
Sz 6	Schützenstr. 6m	414 000	89	49	121	157	278	-3,4
Sz 7	Schützenstr. 7m	483 000	103	67	107	139	246	-4,2
Sz 8	Schützenstr. 8m	552 000	121	76	89	130	219	-4,7

Tabelle 15: Wirksamkeit von aktiven Schallschutzmaßnahmen im Bereich Schützenstraße

Wie in der Tabelle 15 zu erkennen ist, bewirkt eine 3 m hohe Schallschutzwand als Ersatz für den notwendigen Bauzaun eine mittlere Pegelminderung von 1,1 dB(A). Die Eingriffswerte **Richtwerte** können bei 25 23 Nutzungseinheiten tags und 19 Nutzungseinheiten nachts eingehalten werden. Eine weitere Erhöhung der Schallschutzwand bewirkt neben der positiven Wirkung auf die Immissionspegel auch ein starke Beeinträchtigung des Umfeldes, da teilweise eine neue „Fassade“ im geringem Abstand entstehen würde, ohne in den darüber liegenden Geschossen zu einer deutlichen Verbesserung der Schallsituation zu führen. Da diese Bauphase nur 10

Wochen dauert wird die Höhe der „Schallschutzwand als Bauzaun“ auf 3 m begrenzt.

Für die verbleibenden Wohneinheiten mit Überschreitung der ~~Eingriffwerte~~ **Richtwerte** werden passive Schallschutzmaßnahmen vorgesehen. **Dabei ist zu beachten, dass zahlreiche Nutzungseinheiten keine Wohnungen beinhalten, insofern tatsächlich keine „Schutzfälle“ darstellen. Um die Vorbelastung im Bereich der Schützenstraße angemessen zu berücksichtigen, wurde der Anspruch auf passiven Schallschutz im Nachtzeitraum auf Beurteilungspegel > 55 dB(A) begrenzt. Diese Grenze liegt um mehr als 5 dB(A) unter dem Mittelwert der Vorbelastungsmessung.**

~~In Anlage 1~~ **Im Anhang** zu dieser Untersuchung ist als Lageplanskizze 4 eine Iso-phononenberechnung für den Bereich Schützenstraße dargestellt. Diese Lageplanskizze zeigt den Fußgängerbereich in 2 m Höhe und berücksichtigt, dass die lärmintensiven Arbeiten gleichzeitig im Bereich Bahnhofplatz, Arnulfstraße, Bayerstraße und Schützenstraße stattfinden.

5.7 Passive Schallschutzmaßnahmen

Im Bereich der Schützenstraße werden bei insgesamt 187 Nutzungseinheiten die ~~Eingriffwerte~~ **Richtwerte** tags und bei ~~187~~ **154** Nutzungseinheiten die ~~Eingriffwerte~~ **erhöhten Richtwerte** nachts überschritten. Es werden folgende Kosten erwartet, wobei die Tabelle bei „Überschreitung ~~Eingriffwert~~ **Richtwert** Tag“ davon ausgeht, dass bei allen Gebäuden nur eine Tagesnutzung und bei „Überschreitung ~~Eingriffwert~~ **Richtwert** Nacht“ bei allen Gebäuden eine Nachtnutzung vorliegt.

Lärmpegelbereich nach DIN 4109	Kosten passiver Schallschutz	Überschreitung Eingreifwert Tag		Überschreitung Eingreifwert Nacht	
		WE	Kosten	WE	Kosten
III	— 500.00 €	0	— €	30	— 15 000.00 €
IV	— 1 250.00 €	68	— 34 000.00 €	68	— 34 000.00 €
V	— 3 750.00 €	119	— 59 500.00 €	89	— 44 500.00 €
VI	— 6 250.00 €	0	— €	0	— €
VII	— 10 000.00 €	0	— €	0	— €
-	-	Gesamtkosten	— 93 500.00 €	Gesamtkosten	— 93 500.00 €

Lärmpegelbereich nach DIN 4109	Kosten passiver Schallschutz	Überschreitung Richtwert Tag		Überschreitung Richtwert Nacht	
		WE	Kosten	WE	Kosten
III	500.00 €	0	- €	0	- €
IV	1 250.00 €	68	34 000.00 €	65	32 500.00 €
V	3 750.00 €	119	59 500.00 €	89	44 500.00 €
VI	6 250.00 €	0	- €	0	- €
VII	10 000.00 €	0	- €	0	- €
		Gesamtkosten	93 500.00 €	Gesamtkosten	77 000.00 €

Tabelle- 16: Kosten passiver Schallschutz für Bereich Schützenstraße

Unter der Annahme, dass alle ~~Wohneinheiten~~ Nutzungseinheiten auch eine Nachtnutzung aufweisen, betragen die erwarteten Kosten für den passiven Schallschutz maximal 94 77 Tsd. €. Da im Bereich der Schützenstraße ein Teil der Nutzungseinheiten keine Nachtnutzung aufweisen und ein Teil der ermittelten Gebäude auch von anderen Baustellen im Umfeld betroffen werden, liegen die tatsächlichen Kosten niedriger. Eine Gesamtaufstellung für den Bereich Hauptbahnhof / Schützenstraße ist in Kapitel 6 dargestellt.

5.8 Sonstige Bauphasen

Neben der Baugrubenumschließung finden im Bereich Schützenstraße noch weitere lärmintensivere Baumaßnahmen statt. Hierbei handelt es sich um die Betonage von Aussteifungen sowie den Aushub der Baugrube.

Eine Emissionsermittlung für alle drei Bauphasen ergab nachfolgende Werte:

Bauphase	Schalleistungswirkpegel L_{WA} gemäß AVV Baulärm in dB(A)		Differenz der Schalleistungswirkpegel L_{WA} zur Baugrubenumschließung in dB(A)	
	Tag	Nacht	Tag (112,2 dB(A))	Nacht (102,2 dB(A))
Aushub	102,7	92,7	9,5	9,5
Betonagen	104,0	94,0	8,2	8,2

Tab~~elle~~- 17: Pegeldifferenz weiterer Bauphasen

Wie aus der Tabelle ersichtlich, beträgt die Differenz zur lautesten Bauphase mindestens 8,2 dB(A) tags bzw. 8,2 nachts. Im Nachzeitraum wären ~~weiterhin 187~~ **58** Nutzungseinheiten betroffen. Im Tageszeitraum reduziert sich die Anzahl auf ~~76~~ **55** Nutzungseinheiten. Da im Umfeld der Schützenstraße teilweise nur Tagesnutzung zu erwarten ist, werden die ~~Eingriffswerte teilweise~~ **Richtwerte überwiegend** eingehalten werden.

Die für die Baugrubenumschließung vorgesehenen passiven Schallschutzmaßnahmen sind in jedem Fall ausreichend.

6 Zusammenfassung Baustelle Hauptbahnhof / Schützenstraße

In den Kapiteln 2 bis 5 wurden die einzelnen Baustellen im Bereich Hauptbahnhof beurteilt. Da die Baustellen gleichzeitig in Betrieb sind wurden die Einflüsse der benachbarten Baustellen ~~jeweils~~ **zusammenfassend** berücksichtigt. Nachfolgend sind die Ergebnisse für den gesamten Bereich des Hauptbahnhofes dargestellt.

Der Bereich umfasst folgende Baustellen:

- Bahnhofplatz
- Arnulfstraße
- Bayerstraße
- Schützenstraße

6.1 Schallsituation ohne Schallschutzmaßnahmen

Die Berechnungen für den Bereich Hauptbahnhof ergaben, dass ~~die Eingriffswerte der AVV Baulärm an insgesamt 1809 Nutzungseinheiten überschritten werden. Hierbei handelt es sich um 327 Überschreitungen im Tageszeitraum~~ **339 Überschreitungen** bzw. ~~im Nachtzeitraum 1482~~ **1379 Überschreitungen im Nachtzeitraum**

der Richtwerte der AVV Baulärm auftreten. Der maximale Beurteilungspegel beträgt 80 dB(A) tags bzw. 70 dB(A) nachts im Bereich der Schützenstraße.

6.2 Schallschutzmaßnahmen

Als Schutzmaßnahmen für die Baustellen werden anstelle der ohnehin notwendigen Bauzäune jeweils eine 3 m hohe Schallschutzwand vorgesehen. Diese Schutzmaßnahmen bewirken eine mittlere Pegelminderung von 0,8 dB(A). Sie wirken jedoch deutlich besser für die fußläufigen Wegbeziehungen sowie die Erdgeschoss- und schützen somit die Passanten vor übermäßigem Baulärm. Hier werden Pegelminderungen von 1,5 dB(A) im Mittel erreicht. Maximal werden noch höhere Pegel erzielt.

6.3 Schallsituation mit Schallschutz

Die Berechnungen ergaben, dass durch die Schallschutzwand als Bauzaun bei 68 69 Nutzungseinheiten tags bzw. 94 68 Nutzungseinheiten nachts die Eingriffswerte Richtwerte eingehalten werden. Es verbleiben 259 270 Wohneinheiten Nutzungseinheiten mit Überschreitung der Eingriffswerte Richtwerte tags bzw. 1388 Wohneinheiten 1311 Nutzungseinheiten nachts. Für diese werden passive Schallschutzmaßnahmen vorgesehen. Tatsächlich sind wegen der überwiegend gewerblichen Nutzungen in den betrachteten Kerngebieten Bereichen (Büro, Arztpraxen, Kanzleien, Geschäften) während der Nachtzeit erheblich weniger Objekte von Überschreitungen betroffen. Hierzu werden noch weitere Erhebungen durchgeführt.

Um eine Vorbelastung in den Bereichen Hauptbahnhof, Arnulfstraße, Bayerstraße und Schützenstraße angemessen zu berücksichtigen, wurde der Anspruch auf passiven Schallschutz im Nachtzeitraum auf Beurteilungspegel > 55 dB(A) begrenzt. Diese Grenze liegt um mehr als 5 dB(A) unter dem Mittelwert der Vorbelastungsmessung.

In Anlage 1 – Tabelle 1 Im Anhang sind die Berechnungsergebnisse für alle Gebäude im Bereich Hauptbahnhof dargestellt.

6.4 Passiver Schallschutz

Im Bereich der Hauptbahnhof, Arnulfstraße, Bayerstraße und Schützenstraße werden unter Berücksichtigung der Schallschutzwände bei insgesamt 259 270 Nutzungseinheiten die Eingreifwerte Richtwerte tags und bei 1388 692 Nutzungseinheiten die Eingreifwerte erhöhten Richtwerte nachts überschritten. Es werden folgende Kosten erwartet, wobei die Tabelle bei „Überschreitung Eingreifwert Richtwert Tag“ davon ausgeht, dass bei allen Gebäuden nur eine Tagesnutzung und bei „Überschreitung Eingreifwert Richtwert Nacht“ bei allen Gebäuden eine Nachtnutzung vorliegt.

Lärmpegelbereich nach DIN 4109	Kosten passiver Schallschutz	Überschreitung Eingreifwert Tag		Überschreitung Eingreifwert Nacht	
		WE	Kosten	WE	Kosten
III	— 500.00 €	0	— €	1089	— 544 500.00 €
IV	— 1 250.00 €	141	— 70 500.00 €	181	— 90 500.00 €
V	— 3 750.00 €	118	— 59 000.00 €	118	— 59 000.00 €
VI	— 6 250.00 €	0	— €	0	— €
VII	— 10 000.00 €	0	— €	0	— €
-	-	Gesamtkosten	— 129 500.00 €	Gesamtkosten	— 694 000.00 €

Lärmpegelbereich nach DIN 4109	Kosten passiver Schallschutz	Überschreitung Richtwert Tag		Überschreitung Richtwert Nacht	
		WE	Kosten	WE	Kosten
III	500.00 €	0	- €	455	227 500.00 €
IV	1 250.00 €	152	76 000.00 €	149	74 500.00 €
V	3 750.00 €	118	59 000.00 €	88	44 000.00 €
VI	6 250.00 €	0	- €	0	- €
VII	10 000.00 €	0	- €	0	- €
		Gesamtkosten	135 000.00 €	Gesamtkosten	346 000.00 €

Tabelle- 18: Kosten passiver Schallschutz für Bereich Schützenstraße Hauptbahnhof Gesamtbereich

Unter der Annahme, dass alle Nutzungseinheiten auch eine Nachtnutzung aufweisen, betragen die erwarteten Kosten für den passiven Schallschutz maximal 694 346 Tsd. €. Da im Bereich des Hauptbahnhofs/, Arnulfstraße, Bayerstraße und Schützenstraße nicht alle Nutzungseinheiten eine Nachtnutzung aufweisen liegen die tatsächlichen Kosten im Bereich zwischen 129 Tsd. € und 694 Tsd. € niedriger.

7 Baustelle Rettungsschacht (RS) 2

7.1 Örtliche Gegebenheiten

Der Ausgang zum Rettungsschacht 2 befindet sich im Bereich südlich der Gewerbebebauung an der Erika-Mann-Straße. Für den Bereich ist ein Bebauungsplan der Landeshauptstadt München vorhanden (Nr. 1873). Die Bereiche werden als Misch- und Kerngebiet eingestuft.

Die Gebietscharakteristik, die für die anzuwendenden Richtwerte (siehe Kapitel 1.3) wichtig ist, entspricht einem Gebiet, in dem ausschließlich gewerbliche Anlagen (GEa) untergebracht sind.

7.2 Vorbelastung durch Schallimmissionen

Die Messung der Vorbelastung [15] ergab im Tageszeitraum einen Pegel von 58,7 dB(A) (55,6 dB(A) bis 60,2 dB(A)) und im Nachtzeitraum von 55,3 dB(A) (50,4 dB(A) bis 59,1 dB(A)).

7.3 Baustellenablauf

Nach dem vorliegenden Konzept für die Baulogistik (Anlage 1 und Anlage 14 der Planfeststellungsunterlagen) lassen sich die unterschiedlichen Bautätigkeiten zum derzeitigen Planungsstand wie folgt beschreiben:

- Vorbereitung Baufeld
- Herstellen des Schachtes
- Aushub
- Bergmännischer Vortrieb Rettungsschacht
- Ausbau Rettungsschacht
- Baustellenräumung

7.4 Emissionen

Nach Vorbereitung des Baufeldes und der Schachterstellung findet der Bau des Rettungsschachtes unterirdisch statt. Auf der Baustelleneinrichtungsfläche befinden sich Maschinen zur Aufrechterhaltung der unterirdischen Baustelle. Dabei handelt es sich um ein eventuell notwendiges Förderband für den Aushub, einen Turmdrehkran und Betonsilos mit Mischanlage. Für die Drucklufthaltung im Stollen können je nach Tunnelgeometrie und geologischer Beschaffenheit bis zu 4 Kompressoren

notwendig sein. Da sich die Baustelleneinrichtungsflächen in unmittelbarer Nähe von Bebauung befinden, wird vorausgesetzt, dass ausschließlich „superschallgedämpfte“ Kompressoren eingesetzt werden. Da sich die BE-Fläche in unmittelbarer Nähe zur Bürobebauung befindet, wird angenommen, dass durch Einhausungen die anzusetzenden Schalleistungspegel auf 95 dB(A) je Kompressor beschränkt werden. Trotz dieser Festsetzung bestimmen diese den Schalleistungspegel weiter.

Nachfolgend ist die Schalleistungsbilanz inklusive Zeitkorrekturen nach AVV Baulärm dargestellt. Es wird angenommen, dass die Schachterstellung ausschließlich im Tageszeitraum stattfindet.

Arbeitsgerät	L _{WA}	Auslastung	Anzahl Baumaschinen	Korrektur Anzahl	Schalleistungswirkpegel
Großdrehbohrgerät	119	25%	1	0.0	113.0
Lkw - Betonmischer	103	10%	1	0.0	93.0
Seilbagger (Bewehrung)	106	5%	1	0.0	93.0
Betonpumpe	107	5%	1	0.0	94.0
Summe Schalleistungswirkpegel :					113.1
Beurteilungszeitraum					Tag
Arbeitszeit pro AT in Stunden					13
Zeitkorrektur gemäß AVV Baulärm (6.7.1) in dB(A)					0
Schalleistungswirkpegel Beurteilungszeitraum in dB(A):					113.1

Tabelle 1: Emissionsansatz für Bohrfahrlwand Rettungsschacht 2

Die nachfolgende Emissionstabelle zeigt den Vortrieb des Rettungsschachtes.

Arbeitsgerät	L _{WA}	Auslastung	Anzahl Baumaschinen	Korrektur Anzahl	Schalleistungswirkpegel
Förderband	99	10%	1	0.0	89.0
Turmdrehkran	99	10%	1	0.0	89.0
Betonsilo mit Mischanlage	101	25%	1	0.0	95.0
Lkw > 12 to	106	5%	1	0.0	93.0
Druckluftanlage	95	100%	4	6.0	101.0
Summe Schalleistungswirkpegel :					102.9
Beurteilungszeitraum					Tag
Arbeitszeit pro AT in Stunden					13
Zeitkorrektur gemäß AVV Baulärm (6.7.1) in dB(A)					0
Schalleistungswirkpegel Beurteilungszeitraum in dB(A):					102,9
Beurteilungszeitraum					Nacht
Arbeitszeit pro AT in Stunden					11
Zeitkorrektur gemäß AVV Baulärm (6.7.1) in dB(A)					0
Schalleistungswirkpegel Beurteilungszeitraum in dB(A):					102.9

Tabelle 2: Emissionsansatz für Vortrieb und Ausbau Rettungsschacht 2

7.5 Bauphase Schachterstellung

Die Ergebnisse der Berechnung zeigen, dass am Gebäude Erika-Mann-Str. 61 bis 69 die Richtwerte der AVV Baulärm während der Schachterstellung erheblich überschritten werden. Bei beiden Gebäuden werden die Richtwerte tags in allen Geschossen auf der Südseite und beim Gebäude Erika-Mann-Str. 69 auf der Süd- und Ostfassade überschritten. Der maximale Beurteilungspegel beträgt 82 dB(A) am Gebäude Erika-Mann-Str. 63 auf der Südfassade. Der Abstand des Gebäudes Erika-Mann-Str. 63 zum Rettungsschacht 2 beträgt 10 m. Bei den betroffenen Gebäuden handelt es sich um gewerbliche Nutzung.

7.6 Schallschutzmaßnahmen

Da der Abstand zwischen Gebäude und Rettungsschacht so gering ist, bewirkt eine Schallschutzwand mit 3 m Höhe nur eine mittlere Pegelminderung von 0,5 dB(A). Der Maximalpegel wird auf 80 dB(A) gesenkt. Bei Kosten von ca. 133 Tsd. € für eine Schallschutzwand wird diese als unverhältnismäßig angesehen. Für die betroffenen Nutzungseinheiten werden passive Schallschutzmaßnahmen vorgesehen.

Da die Vorbelastung [15] im Bereich des Rettungsschachtes 2 deutlich unter den Richtwerten der AVV Baulärm liegt, wird keine Anpassung der Richtwerte vorgenommen.

Im Anhang sind die Berechnungsergebnisse für alle Gebäude im Bereich Erika-Mann-Str. 61 bis 69 dargestellt.

7.7 Passive Schallschutzmaßnahmen

In den Gebäuden Erika-Mann-Str. 63 bis 69 werden bei insgesamt ca. 33 Nutzungseinheiten Richtwerte tags überschritten. Es werden folgende Kosten erwartet, wobei die Tabelle bei „Überschreitung Richtwert Tag“ davon ausgeht, dass bei allen Gebäuden nur eine Tagnutzung vorliegt.

Lärmpegelbereich nach DIN 4109	Kosten passiver Schallschutz	Überschreitung Richtwert Tag	
		WE	Kosten
III	500.00 €	0	- €
IV	1 250.00 €	0	- €
V	3 750.00 €	33	16 500.00 €
VI	6 250.00 €	0	- €
VII	10 000.00 €	0	- €
		Gesamtkosten	16 500.00 €

Tabelle 3: Kosten passiver Schallschutz für Bereich Rettungsschacht 2 - Schachterstellung

Im Rahmen des Bebauungsplans 1873 der Landeshauptstadt München werden für die südliche Baugrenze/Fassade die Lärmpegelbereiche III, IV und V festgelegt. Es ist somit anzunehmen, dass die vorhandenen Außenbauteile den Anforderungen der VDI 2719 [6] während der Bauzeit entsprechen. Eine Überprüfung der vorhandenen Umfassungsbauteile findet im Rahmen der Umsetzung des passiven Schallschutzes statt.

7.8 Sonstige Bauphasen

Neben der Schachterstellung finden im Bereich des Rettungsschachtes 2 noch der Vortrieb und Ausbau des Rettungsschachtes statt. Die Berechnung ergab, dass die Richtwerte der AVV Baulärm im Tages- und Nachtzeitraum an einem Fassadenteil des Gebäudes Erika-Mann-Str. 63 überschritten werden. Der maximale Beurteilungspegel beträgt 72 dB(A) tags. Auf Grund der Festsetzungen im Bebauungsplan 1873 und da keine Nachnutzung vorliegt, ist anzunehmen, dass die Außenbauteile den Anforderungen der VDI 2719 [6] entsprechen.

8 Baustelle Rettungsschacht (RS) 3

8.1 Örtliche Gegebenheiten

Der Zugang zum Rettungsschacht 3 befindet sich im Bereich südlich der Erika-Mann-Straße und der Kreuzung mit der Grete-Mosheim-Straße. Für den Bereich ist ein Bebauungsplan der Landeshauptstadt München vorhanden (Nr. 1873). Die Bereiche werden als Misch- und Kerngebiet eingestuft.

Die Gebietscharakteristik, die für die anzuwendenden Richtwerte (siehe Kapitel 1.3) wichtig ist, entspricht östlich der Grete-Mosheim-Straße einem Gebiet, in dem ausschließlich gewerbliche Anlagen (GEa) untergebracht sind und westlich der Grete-Mosheim-Straße einem Gebiet, in dem weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind (MI).

8.2 Vorbelastung durch Schallimmissionen

Die Messung der Vorbelastung [15] ergab im Tageszeitraum einen Pegel von 58,7 dB(A) (55,6 dB(A) bis 60,2 dB(A)) und im Nachtzeitraum von 55,3 dB(A) (50,4 dB(A) bis 59,1 dB(A)).

8.3 Baustellenablauf

Nach dem vorliegenden Konzept für die Baulogistik (Anlage 1 und Anlage 14 der Planfeststellungsunterlagen) lassen sich die unterschiedlichen Bautätigkeiten zum derzeitigen Planungsstand wie folgt beschreiben:

- Vorbereitung Baufeld
- Herstellen des Schachtes
- Aushub
- Bergmännischer Vortrieb Rettungsschacht
- Ausbau Rettungsschacht
- Baustellenräumung

8.4 Emissionen

Nach Vorbereitung des Baufeldes und der Schachterstellung findet der Bau des Rettungsschachtes unterirdisch statt. Auf der Baustelleneinrichtungsfläche befinden sich Maschinen zur Aufrechterhaltung der unterirdischen Baustelle. Dabei handelt es sich um ein eventuell notwendiges Förderband für den Aushub, einen Turmdrehkran und Betonsilos mit Mischanlage. Für die Drucklufthaltung im Stollen können je nach Tunnelgeometrie und geologischer Beschaffenheit bis zu 4 Kompressoren notwendig sein. Da sich die Baustelleneinrichtungsflächen in unmittelbarer Nähe von Bebauung befinden, wird vorausgesetzt, dass ausschließlich „superschallgedämpfte“ Kompressoren eingesetzt werden. Da sich die BE-Fläche in unmittelbarer Nähe zur Wohnbebauung befindet, wird angenommen, dass durch Einhausungen die anzusetzenden Schalleistungspegel auf 65 dB(A) je Kompressor beschränkt werden.

Nachfolgend ist die Schalleistungsbilanz inklusive Zeitkorrekturen nach AVV Baulärm dargestellt. Es wird angenommen, dass die Schachterstellung ausschließlich im Tageszeitraum stattfindet.

Arbeitsgerät	L _{WA}	Auslastung	Anzahl Baumaschinen	Korrektur Anzahl	Schalleistungswirkpegel
Großdrehbohrgerät	119	25%	1	0.0	113.0
Lkw - Betonmischer	103	10%	1	0.0	93.0
Seilbagger (Bewehrung)	106	5%	1	0.0	93.0
Betonpumpe	107	5%	1	0.0	94.0
Summe Schalleistungswirkpegel :					113.1
Beurteilungszeitraum					Tag
Arbeitszeit pro AT in Stunden					13
Zeitkorrektur gemäß AVV Baulärm (6.7.1) in dB(A)					0
Schalleistungswirkpegel Beurteilungszeitraum in dB(A):					113.1

Tabelle 4: Emissionsansatz für Bohrfahrlwand Rettungsschacht 3

Die nachfolgende Emissionstabelle zeigt den Vortrieb des Rettungsschachtes.

Arbeitsgerät	L _{WA}	Auslastung	Anzahl Baumaschinen	Korrektur Anzahl	Schalleistungswirkpegel
Förderband	99	10%	1	0.0	89.0
Turmdrehkran	99	10%	1	0.0	89.0
Betonsilo mit Mischanlage	101	25%	1	0.0	95.0
Lkw > 12 to	106	5%	1	0.0	93.0
Druckluftanlage	65	100%	4	6.0	71.0
Summe Schalleistungswirkpegel :					98.3
Beurteilungszeitraum					Tag
Arbeitszeit pro AT in Stunden					13
Zeitkorrektur gemäß AVV Baulärm (6.7.1) in dB(A)					0

Arbeitsgerät	L _{WA}	Auslastung	Anzahl Baumaschinen	Korrektur Anzahl	Schalleistungswirkpegel
Förderband	99	10%	1	0.0	89.0
Turmdrehkran	99	10%	1	0.0	89.0
Betonsilo mit Mischanlage	101	25%	1	0.0	95.0
Druckluftanlage	65	100%	4	6.0	71.0
Summe Schalleistungswirkpegel :					96.3
Beurteilungszeitraum					Nacht
Arbeitszeit pro AT in Stunden					11
Zeitkorrektur gemäß AVV Baulärm (6.7.1) in dB(A)					0
Schalleistungswirkpegel Beurteilungszeitraum in dB(A):					96.8

Tabelle 5: Emissionsansatz für Vortrieb und Ausbau Rettungsschacht 3

8.5 Bauphase Schachterstellung

Die Ergebnisse der Berechnung zeigen, dass an den Gebäuden im Nahbereich der Baustelle die Richtwerte der AVV Baulärm während der Schachterstellung erheblich überschritten werden. Beim nächstgelegenen Wohngebäude (Erika-Mann-Str. 17) werden die Richtwerte tags in allen Geschossen auf der Südseite und Ostseite und beim Bürogebäude Erika-Mann-Str. 11 auf der Süd- und Westfassade überschritten. Der maximale Beurteilungspegel beträgt 76 dB(A) am Gebäude Erika-Mann-Str. 17 auf der Südfassade. Der Abstand des Gebäudes zum Rettungsschacht 3 beträgt ca. 20 m. Durch die Lage der Baustelle treten auch im Bereich der Grete-Molheim-Str. noch Überschreitungen der Richtwerte im Tageszeitraum auf. Die Beurteilungspegel betragen zwischen 61 und 65 dB(A) tags.

8.6 Schallschutzmaßnahmen

Da der Abstand zwischen Gebäude und Rettungsschacht so gering ist, wurde eine Schallschutzwand an der nördlichen Begrenzung der BE-Fläche mit 3 m untersucht. Diese Schallschutzwand bewirkt nur eine mittlere Pegelminderung von 0,7 dB(A). Der Maximalpegel wird dabei nicht gesenkt. Die Richtwerte der AVV Baulärm werden bei 6 Nutzungseinheiten im Bereich der Grete-Molheim-Str. eingehalten. Da eine Schallschutzwand auch im Bereich der nächstgelegenen Gebäude zu einer Verdeckung der dortigen Fenster führen würde, wurden keine zusätzlichen Schallschutzvarianten untersucht. Bei Kosten von ca. 36 Tsd. € für eine Schallschutzwand an der nördlichen Begrenzung der BE-Fläche wird diese als unverhältnismäßig angesehen, da keine Verbesserung der Schallsituation auftritt. Für die betroffenen Nutzungseinheiten werden passive Schallschutzmaßnahmen vorgesehen.

Im Anhang sind die Berechnungsergebnisse für alle Gebäude im Bereich Rettungsschacht 3 dargestellt.

8.7 Bauphase Ausbau Rettungsschacht

Während des Ausbaus des Rettungsschachtes ist es bautechnologisch notwendig, dass die Druckluftanlagen durchgängig in Betrieb sind. Die Ergebnisse der Berechnung zeigen, dass im Bereich des Rettungsschachtes 3 die Richtwerte an 14 Nutzungseinheiten im Tageszeitraum und an 201 Nutzungseinheiten im Nachtzeitraum überschritten werden. Der Abstand des Gebäudes zum Rettungsschacht 3 beträgt ca. 20 m.

8.8 Schallschutzmaßnahmen

Die Anordnung einer Schallschutzwand erscheint nicht möglich, da der Abstand zwischen Schallschutzwand und Gebäude teilweise weniger als 2 m beträgt, so dass eine Nutzung der Wohnungen durch Verdeckung der Fenster eingeschränkt wird.

8.9 Passive Schallschutzmaßnahmen

Im Bereich des Rettungsschachtes 3 sind während der Schachterstellung 210 Nutzungseinheiten von Überschreitungen der Richtwerte im Tageszeitraum betroffen. Während des Ausbaus reduziert sich die Anzahl der Nutzungseinheiten auf 28 im Tageszeitraum. Im Nachtzeitraum sind 233 Nutzungseinheiten betroffen.

Die Messung der Vorbelastung [15] im Bereich des Rettungsschachtes 3 (Messung Richelstraße) ergab eine Vorbelastung von 58,7 dB(A) tags und 55,3 dB(A) nachts.

Da die Schachterstellung nur ca. 2 Monate und der Ausbau ca. 10 Monate in Anspruch nimmt wird für die Umsetzung vorgeschlagen, passive Schallschutzmaßnahmen bei folgenden Randbedingungen anzuwenden:

- Beurteilungspegel ≥ 70 dB(A) tags bei Schachterstellung
- Überschreitung der Richtwerte ab einem Beurteilungspegel von 55 dB(A) nachts

Der Ansatz des Richtwertes von 55 dB(A) für den Nachtzeitraum erscheint unter dem Gesichtspunkt der Vorbelastung und der Dauer von 10 Monaten zumutbar.

In der nachfolgenden Tabelle sind die erwarteten Kosten für den passiven Schallschutz aufgeführt.

Lärmpegelbereich nach DIN 4109	Kosten passiver Schallschutz	Überschreitung 70 dB(A) Tag		Überschreitung Beurteilungspegel 55 dB(A) Nacht	
		WE	Kosten	WE	Kosten
III	1 250.00 €	0	- €	32	16 000.00 €
IV	3 750.00 €	0	- €	1	500.00 €
V	6 250.00 €	106	53 000.00 €	0	- €
VI	10 000.00 €	0	- €	0	- €
VII	20 000.00 €	0	- €	0	- €
		Gesamtkosten	53 000.00 €	Gesamtkosten	16 500.00 €

Tabelle 6: Kosten passiver Schallschutz für Bereich RS 3

Die Gesamtkosten für den passiven Schallschutz betragen voraussichtlich ca. 70 Tsd. € für den Rettungsschacht 3.

Eine Gesamtaufstellung der betroffenen Gebäude für den Bereich ist im Anhang dargestellt.

9 Baustelle Rettungsschacht (RS) 4

9.1 Örtliche Gegebenheiten

Der ~~Aufgang zum~~ Rettungsschacht 4 befindet sich im Bereich östlich des Gebäudes Zollstraße 2 b / 4. Südlich befindet sich das Verwaltungsgericht München, das Versorgungsamt und das Referat für Gesundheit und Umwelt der Stadt München. Westlich der Zollstraße befindet sich das Europäische Patentamt und im Anschluss daran Wohnbebauung. Für den Bereich ist ein Bebauungsplan der Landeshauptstadt München vorhanden (Nr. 1358). Die Bereiche werden als Misch- und Kerngebiet eingestuft.

Die Gebietscharakteristik, die für die anzuwendenden Richtwerte (s. Kap. 4.4 1.3) wichtig ist, entspricht einem ~~Kerngebiet mit teilweise ausschließlicher Tagesnutzung (Verwaltung)~~ Gebiet mit vorwiegend gewerblichen Anlagen (GEv/Verwaltung).

9.2 Vorbelastung durch Schallimmissionen

Im Bereich der Zollstraße wurde keine Vorbelastungsmessung durchgeführt. Zur Beurteilung wird die Messung an der Richelstraße herangezogen, da im Bereich Zollstraße ebenfalls umfangreicher Bahnverkehr in Richtung Hauptbahnhof stattfindet. Die Messung der Vorbelastung [15] ergab dort im Tageszeitraum einen Pegel von 58,7 dB(A) (55,6 dB(A) bis 60,2 dB(A)) und im Nachtzeitraum von 55,3 dB(A) (50,4 dB(A) bis 59,1 dB(A)).

9.3 Baustellenablauf

Nach dem vorliegenden Konzept für die Baulogistik (Anlage 1 und Anlage 14 der Planfeststellungsunterlagen) lassen sich die unterschiedlichen Bautätigkeiten zum derzeitigen Planungsstand wie folgt beschreiben:

- Vorbereitung Baufeld
- Herstellen des Schachtes
- Aushub
- Bergmännischer Vortrieb Rettungsschacht
- Ausbau Rettungsschacht
- Baustellenräumung

9.4 Emissionen

Nach Vorbereitung des Baufeldes und der Schachterstellung findet der Bau des Rettungsschachtes unterirdisch statt. Auf der Baustelleneinrichtungsfläche befinden sich Maschinen zur Aufrechterhaltung der unterirdischen Baustelle. Dabei handelt es sich um **eventuell notwendiges** ein Förderband für den Aushub, einen Turmdrehkran und Betonsilos mit Mischanlage. Für die Drucklufthaltung im Stollen können je nach Tunnelgeometrie und geologischer Beschaffenheit bis zu 4 Kompressoren notwendig sein. Da sich die Baustelleneinrichtungsflächen in unmittelbarer Nähe von Bebauung befinden, wird vorausgesetzt, dass ausschließlich „superschallgedämpfte“ Kompressoren eingesetzt werden. ~~Da sich die BE-Fläche in unmittelbarer Nähe zur Wohnbebauung befindet wird angenommen, dass~~ **und** durch Einhausungen die anzusetzenden Schalleistungspegel auf 95 dB(A) je Kompressor beschränkt werden. Trotz dieser Festsetzung bestimmen diese den Schalleistungspegel weiter.

Nachfolgend ist die Schalleistungsbilanz inklusive Zeitkorrekturen nach AVV Baulärm dargestellt. Es wird angenommen, dass die Schachterstellung ausschließlich im Tageszeitraum stattfindet.

Arbeitsgerät	L _{WA}	Betriebsdauer pro Stunde Auslastung	Zeitkorrektur	Anzahl Baumaschinen	Korrektur Anzahl	Schalleistungswirkpegel
Großdrehbohrgerät	119	25%	-6.0	1	0.0	113.0
Lkw - Betonmischer	103	10%	-10.0	1	0.0	93.0
Seilbagger (Bewehrung)	106	5%	-13.0	1	0.0	93.0
Betonpumpe	107	5%	-13.0	1	0.0	94.0
Summe Schalleistungswirkpegel :						113.1
Beurteilungszeitraum						Tag
Arbeitszeit pro AT in Stunden						13
Zeitkorrektur gemäß AVV Baulärm (6.7.1) in dB(A)						0
Schalleistungswirkpegel Beurteilungszeitraum in dB(A):						113.1

Tabelle 19: Emissionsansatz für Bohrpfahlwand Rettungsschacht 4

Die nachfolgende Emissionstabelle zeigt den Vortrieb des Rettungsschachtes.

Arbeitsgerät	L _{WA}	Betriebsdauer pro Stunde Auslastung	Zeitkorrektur	Anzahl Bau- maschinen	Korrektur Anzahl	Schalleistungswirkpegel
Förderband	99	10%	-10,0	1	0,0	89,0
Turmdrehkran	99	10%	-10,0	1	0,0	89,0
Betonsilo mit Mischanlage	101	25%	-6,0	1	0,0	95,0
Lkw > 12 to	106	5%	-13,0	1	0,0	93,0
Druckluftanlage	95	100%	0,0	4	6,0	101,0
Summe Schalleistungswirkpegel :						102,9
Beurteilungszeitraum						Tag
Arbeitszeit pro AT in Stunden						13
Zeitkorrektur gemäß AVV Baulärm (6.7.1) in dB(A)						0
Schalleistungswirkpegel Beurteilungszeitraum in dB(A):						102,9
Beurteilungszeitraum						Nacht
Arbeitszeit pro AT in Stunden						11
Zeitkorrektur gemäß AVV Baulärm (6.7.1) in dB(A)						0
Schalleistungswirkpegel Beurteilungszeitraum in dB(A):						102,9

Tabelle. 20: Emissionsansatz für Vortrieb und Ausbau Rettungsschacht 4

9.5 Bauphase Schachterstellung

Die Ergebnisse der Berechnung zeigen, dass am Gebäude Zollstraße 2b und 4 die Eingriffswerte **Richtwerte** der AVV Baulärm während der Schachterstellung erheblich überschritten werden. Bei beiden Gebäuden werden die Eingriffswerte **Richtwerte** tags in allen Geschossen auf der Ost- und Nordfassade überschritten. Der maximale Beurteilungspegel beträgt 80 dB(A) am Gebäude Zollstraße 4 auf der Ostfassade. Der Abstand des Gebäudes zum Rettungsschacht 4 beträgt 8 m. Bei dem Doppelhaus handelt es sich um ein Wohngebäude.

9.6 Schallschutzmaßnahmen

Da der Abstand zwischen Gebäude und Rettungsschacht so gering ist, bewirkt eine Schallschutzwand mit 3 m Höhe nur eine mittlere Pegelminderung von 0,4 dB(A). Der Maximalpegel wird auf 79 dB(A) gesenkt. Bei Kosten von ca. 50 Tsd. € für eine Schallschutzwand wird diese als unverhältnismäßig angesehen. Für die betroffenen Wohneinheiten sollten Schutzmaßnahmen vorgesehen werden. ~~Die Dauer der Baumaßnahme wird mit ca. 4 Arbeitswochen abgeschätzt.~~

In Anlage 1 – Tabelle 2 **Im Anhang** sind die Berechnungsergebnisse für alle Gebäude im Bereich Zollstraße dargestellt.

9.7 Passive Schallschutzmaßnahmen

Im Gebäude Zollstraße 2b und 4 werden bei insgesamt ca. **16 25 Wohneinheiten** die Eingreifwerte **Richtwerte** tags überschritten. Es werden folgende Kosten erwartet, wobei die Tabelle bei „Überschreitung Eingreifwert Tag“ davon ausgeht, dass bei allen Gebäuden nur eine Tagesnutzung und bei „Überschreitung Eingreifwert Nacht“ bei allen Gebäuden eine Nachtnutzung vorliegt.

Lärmpegelbereich nach DIN 4109	Kosten passiver Schallschutz	Überschreitung Eingreifwert Tag		Überschreitung Eingreifwert Nacht	
		WE	Kosten	WE	Kosten
III	500.00 €	0	- €	0	- €
IV	1 250.00 €	1	500.00 €	0	- €
V	3 750.00 €	15	7 500.00 €	0	- €
VI	6 250.00 €	0	- €	0	- €
VII	10 000.00 €	0	- €	0	- €
-	-	Gesamtkosten	8 000.00 €	Gesamtkosten	- €

Lärmpegelbereich nach DIN 4109	Kosten passiver Schallschutz	Überschreitung Richtwert Tag		Überschreitung Richtwert Nacht	
		WE	Kosten	WE	Kosten
III	500.00 €	9	4 500.00 €	0	- €
IV	1 250.00 €	1	500.00 €	0	- €
V	3 750.00 €	15	7 500.00 €	0	- €
VI	6 250.00 €	0	- €	0	- €
VII	10 000.00 €	0	- €	0	- €
-	-	Gesamtkosten	12 500.00 €	Gesamtkosten	- €

Tabelle 21: Kosten passiver Schallschutz für Bereich Zollstraße

9.8 Sonstige Bauphasen

Neben der Schachterstellung finden im Bereich des Rettungsschachtes 4 noch der Vortrieb und Ausbau des Rettungsschachtes statt. Die Berechnung ergab, dass die Eingreifwerte **Richtwerte** der AVV Baulärm im Tages- und Nachtzeitraum eingehalten werden **an einem Gebäude (Zollstraße 4) an der Nordfassade überschritten werden. Der maximale Beurteilungspegel beträgt 48 dB(A) nachts.**

Zur Beurteilung der notwendigen passiven Schallschutzmaßnahmen wird die Messung der Vorbelastung im Bereich der Richelstraße herangezogen. Im Nachtzeitraum ergibt sich ein Mittelungspegel von 55,3 dB(A). Selbst wenn man annimmt, dass durch den Bahnsteigbereich des Holzkirchner Flügelbahnhofes vor dem betroffenen Gebäude der Beurteilungspegel um 5 dB(A) niedriger ist als im Bereich

Richelstraße, so liegt der Beurteilungspegel nachts der Baustelle noch um 2 dB(A) unter dieser angenommenen Vorbelastung. Unter Berücksichtigung dieser Gesichtspunkte sind keine passiven Schallschutzmaßnahmen notwendig.

10 Baustelle Tunnelvortrieb und offene Bauweise

10.1 Örtliche Gegebenheiten

Die Startbaustelle für den Tunnelvortrieb und die Tunnelbaustelle in offener Bauweise befindet sich südlich der Richelstraße auf Bahngelände. Für den Bereich ist ein Bebauungsplan der Landeshauptstadt München vorhanden (Nr. 1926a). Die Bereiche im Bereich der Startbaustelle werden als Grünflächen ausgewiesen. Für die nächstgelegene Bebauung liegt kein Bebauungsplan vor.

Bei der nächstgelegenen Bebauung handelt es sich um ein Mischgebiet mit ausschließlich um gewerbliche Anlagen, speziell Verwaltungseinrichtungen (Deutsche Bahn AG und Sozialgericht). Nördlich der Richelstraße befindet sich ein allgemeines Wohngebiet Gebiet mit vorwiegend Wohnungen (Wvo).

Die Baustelleneinrichtungsfläche südlich der Gebäude der Deutschen Bahn AG dienen dient als Containerstellplatz und Lagerfläche.

10.2 Vorbelastung durch Schallimmissionen

Die Messung der Vorbelastung [15] ergab im Tageszeitraum einen Pegel von 58,7 dB(A) (55,6 dB(A) bis 60,2 dB(A)) und im Nachtzeitraum von 55,3 dB(A) (50,4 dB(A) bis 59,1 dB(A)).

10.3 Baustellenablauf

Nach dem vorliegenden Konzept für die Baulogistik (Anlage 1 und Anlage 14 der Planfeststellungsunterlagen) lassen sich die unterschiedlichen Bautätigkeiten zum derzeitigen Planungsstand wie folgt beschreiben:

- Vorbereitung Baufeld
- Herstellung Baugrubenumschließung
- Tunnelvortrieb
- Erstellung Tunnel offene Bauweise
- Ausbau und Ausrüstung Tunnel
- Baustellenräumung

10.4 Emissionen

Die Baustelleneinrichtungsfläche für den Tunnelvortrieb umfasst mehr als 20 000 m². Eine genaue Lokalisierung der notwendigen Anlagen liegt zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht vor.

Die nachfolgende Aufstellung zeigt die notwendigen Anlagen zum Tunnelvortrieb mit Bahnverladung.

Arbeitsgerät	LWA	Betriebsdauer pro Stunde Auslastung	Zeitkorrektur	Anzahl Baumaschinen	Korrektur Anzahl	Schalleistungswirkpegel
Mischanlage für Bentonit	101	100%	0,0	3	4,8	105,8
Bentonitpumpe	107	100%	0,0	3	4,8	111,8
Separierungsanlage - Anlagenteil BE-250	104	100%	0,0	6	7,8	111,8
Separierungsanlage - Anlagenteil GS-250	106	100%	0,0	3	4,8	110,8
Verladestation Bahntransport	110	100%	0,0	1	0,0	110,0
Förderband	99	50%	-3,0	2	3,0	99,0
Betonsilo und Mischanlage	101	50%	-3,0	2	3,0	101,0
Radlader	109	25%	-6,0	1	0,0	103,0
Turmdrehkran 16 kW	99	25%	-6,0	1	0,0	93,0
Lkw > 12 to	106	25%	-6,0	2	3,0	103,0
Summe Schalleistungswirkpegel :						117,8
Beurteilungszeitraum						Tag
Arbeitszeit pro AT in Stunden						13
Zeitkorrektur gemäß AVV Baulärm (6.7.1) in dB(A)						0
Schalleistungswirkpegel Beurteilungszeitraum in dB(A):						117,8
Beurteilungszeitraum						Nacht
Arbeitszeit pro AT in Stunden						11
Zeitkorrektur gemäß AVV Baulärm (6.7.1) in dB(A)						0
Schalleistungswirkpegel Beurteilungszeitraum in dB(A):						117,8

Tabelle 22: Emissionsansatz für Tunnelvortrieb

10.5 Bauphase Tunnelvortrieb

Unter Berücksichtigung des Emissionsansatzes werden die Eingriffswerte Richtwerte der AVV Baulärm im Tageszeitraum an den Gebäuden 2 Nutzungseinheiten nördliche der Richelstraße eingehalten überschritten. Die maximalen Beurteilungspegel betragen 63 dB(A) am Gebäude der Deutschen Bahn AG bzw. 56 dB(A) am Wohngebäude Richelstraße 30. Im Nachtzeitraum werden die Eingriffswerte Richtwerte der AVV Baulärm für allgemeine Wohngebiete Bereiche, in denen vorwiegend Woh-

nungen untergebracht sind, von ~~45~~ 40 dB(A) im Bereich nördlich der Richelstraße überschritten.

Insgesamt sind ca. ~~113 Wohneinheiten~~ 134 Nutzungseinheiten betroffen.

10.6 Schallschutzmaßnahmen

Zur Prüfung der Wirksamkeit einer Schallschutzwand wurde eine ~~3~~ 4 m Höhe hohe Wand nördlich der BE-Fläche geprüft. Diese Schallschutzwand bewirkt eine mittlere Pegelminderung von ~~2,4~~ 2,2 dB(A) und begrenzt die Beurteilungspegel im allgemeinen Wohngebiet auf 53 dB(A) nachts am Gebäude Richelstraße 30.

Der Richtwert im Nachtzeitraum wird trotz dieser Schallschutzmaßnahme noch an 113 Nutzungseinheiten überschritten. Berücksichtigt man die Vorbelastung im Nachtzeitraum von ca. 55 dB(A), so erscheint eine Anhebung des Richtwertes projektbezogen im Bereich der Richelstraße auf 53 dB(A) angemessen. Der projektbezogene Richtwert wäre überall eingehalten. Die Kosten der Schallschutzwand betragen 676 Tsd. €.

Da die Lage der Anlagen auf der BE-Fläche zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht feststeht, empfiehlt es sich, für die BE-Fläche einen maximalen Gesamtschalleistungspegel festzulegen, bei dem die Eingreifwerte Richtwerte eingehalten werden. Hierzu wird der Schalleistungspegel so weit abgesenkt, dass die Eingreifwerte der projektbezogene Richtwert noch eingehalten werden wird.

Die Kontrollrechnung ergab, dass hierfür der Gesamtschalleistungspegel auf ~~107,3~~ 117 dB(A) im Tageszeitraum bzw. 115 dB(A) im Nachtzeitraum begrenzt werden muss. Dies entspricht einer Pegelminderung von ~~10,5~~ 1 dB(A) tags und 3 dB(A) nachts. Um dies zu erreichen, müssten die pegelbestimmenden Anlagen wie z.B. die Pumpen der Bentonitversorgung, die Separationsanlage und die Betonmischanlage um ca. ~~15~~ dB(A) gedämmt werden.

Da eine Pegelminderung von ~~15~~ bis zu 3 dB(A), durch Einhausung Dämmung der pegelbestimmenden Pumpen Anlagen, aus akustischer Sicht realistisch erscheint, wird davon ausgegangen, dass die Eingreifwerte projektbezogene Richtwerte im Bereich nördlich der Richelstraße von 55 dB(A) tags und 53 dB(A) nachts durch Minderungsmaßnahmen und Anordnung der Anlagenteile und eventuell einer eingehalten werden können. Auf eine Schallschutzwand als Ersatz anstelle des Bauzauns eingehalten kann dann verzichtet werden.

10.7 Sonstige Bauphasen

Neben der Bauphase des Tunnelvortriebs finden ~~im~~ **in diesem** Bereich noch weitere lärmintensivere Baumaßnahmen statt. Hierbei handelt es sich um die Baugrubenumschließung sowie die Baumaßnahme „Tunnel offene Bauweise“. ~~Beide Baumaßnahmen finden im Tageszeitraum statt.~~ **Da sich die notwendigen Großdrehbohrmaschinen im Bereich der bestehenden Oberleitung befinden, müssen die Arbeiten teilweise während einer nächtlichen Sperrpause stattfinden. Die Arbeiten werden dabei auf 6 Stunden begrenzt.**

~~Bei beiden Bauphasen ist der Einsatz der Großdrehbohrmaschinen die pegelbestimmende Baumaschine. Die Emissionsberechnung des Einsatzes dieser Geräte ergibt, dass der Ansatz für den Tunnelvortrieb um ca. 5 dB(A) über dieser Maßnahme liegt. Da die Eingreifwerte im Tageszeitraum bereits für den Tunnelvortrieb eingehalten werden, treten auch für diese Bauphasen keine Überschreitungen der Eingreifwerte auf.~~

In der nachfolgenden Tabelle ist der Emissionsansatz angegeben

Arbeitsgerät	L _{WA}	Auslastung	Anzahl Baumaschinen	Korrektur Anzahl	Schalleistungswirkpegel
Großdrehbohrgerät	119	25%	1	0.0	113.0
Lkw - Betonmischer	103	10%	1	0.0	93.0
Seilbagger (Bewehrung)	106	5%	1	0.0	93.0
Betonpumpe	107	5%	1	0.0	94.0
Summe Schalleistungswirkpegel :					113.1
Beurteilungszeitraum					Tag
Arbeitszeit pro AT in Stunden					13
Zeitkorrektur gemäß AVV Baulärm (6.7.1) in dB(A)					0
Schalleistungswirkpegel Beurteilungszeitraum in dB(A):					113.1
Beurteilungszeitraum					Nacht
Arbeitszeit pro AT in Stunden					6
Zeitkorrektur gemäß AVV Baulärm (6.7.1) in dB(A)					-5
Schalleistungswirkpegel Beurteilungszeitraum in dB(A):					108.1

Tabelle 7: Emissionsansatz für Bohrfahlwände Gleisbereich

Die Berechnungen an den nächstgelegenen Bürogebäuden und der Wohnbebauung an der Richelstraße ergaben, dass die projektspezifischen Richtwerte im Tages- und Nachtzeitraum eingehalten werden. Der maximale Beurteilungspegel beträgt 51 dB(A) tags bzw. 46 dB(A) nachts am Wohngebäude Richelstr. 26. Es sind keine Schallschutzmaßnahmen notwendig.

Sollte die Notwendigkeit bestehen, im Nachtzeitraum durchgängig zu arbeiten, wird der projektspezifische Richtwert für den Nachtzeitraum von 53 dB(A) ebenfalls eingehalten.

11 Baustraßen zwischen Laim und Richelstraße

11.1 Örtliche Gegebenheiten

Die oberirdischen Baustellen werden abhängig von der jeweiligen Bauphase durch eine Baustraße zwischen Friedenheimer Brücke und Wotanstraße ver- und entsorgt. Die Baustraße verläuft parallel zu den Bahnanlagen und liegt südlich der Bebauungspläne Birketweg (1926a) und Nymphenburg Süd (1925). Die Ausweisung im Rahmen der Bebauungspläne umfasst allgemeine Wohngebiete und sowie Misch- und Kerngebiete.

11.2 Emissionen

Der Verkehr auf den Baustraßen im PFA 1 findet im Normalfall während des Tageszeitraums statt. An voraussichtlich 6 Wochenenden im Jahr werden im Rahmen von Gleissperrungen umfangreiche Gleisbauarbeiten durchgeführt. Hierbei werden die Baustellen über 24 h betrieben.

Um ausschließlich die verkehrenden Lkws auf den Baustraßen zu berücksichtigen, muss eine Trennung des Verkehrsmix im Schwerverkehrsanteil der RLS-90 [2] erfolgen. Dieses wurde gemäß einer Veröffentlichung[16] durchgeführt und der resultierende Emissionspegel für schwere Lkw bei 50 km/h wie folgt berechnet:

$$L_{m,e 25 m} = 24,6 + 12,5 \cdot \log(50) = 45,8 \text{ dB(A) für 1 Ereignis pro Stunde}$$

Mit diesem Ansatz ergeben sich folgende Emissionspegel für die Baustraßen:

	Durchschnitt		Wochenendsperrpause			
	Anzahl Tag	Lme Tag	Anzahl Tag	Anzahl Nacht	Lme Tag	Lme Nacht
westlich Wotanstr.	160	56.7	320	140	59.7	56.9
Zufahrt Wotanstr.	120	55.5	210	110	57.9	55.8
Wotanstr. - Wilh.-Hale-Str./Birketweg	170	57.0	340	150	60.0	57.2
Richel-Tunnelvortrieb-Außenreinigung	110	55.1	220	100	58.1	55.4
Richelstr. - Reitknechtstr.-Birketweg	380	60.5	760	330	63.5	60.6
Abfahrt Wilh.-Hale-Str. Birketweg	470	61.4	940	400	64.4	61.4

Tabelle- 23: Emissionspegel für Baustraßen

11.3 Berechnungsergebnisse für durchschnittliche Arbeitswoche

Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass die Eingreifwerte Richtwerte der AVV Baulärm aus dem Verkehr auf den Baustraßen überwiegend eingehalten werden. Im Bereich der Abfahrten von der Friedenheimer Brücke zur Wilhelm-Hale-Straße und westlich der Laimer Unterführung über die Margarethe-Danzi-Str. zur Wotanstraße treten entlang der öffentlichen Straßen Beurteilungspegel von bis zu 67 dB(A) im Bereich der Wilhelm-Hale-Straße bzw. 61 dB(A) im Bereich der Margarethe-Danzi-Straße auf. Da öffentlich gewidmete Straßen nicht unter die AVV Baulärm fallen, sind keine Schutzmaßnahmen notwendig.

11.4 Berechnungsergebnisse für Wochenendsperrpausen

An 6 Wochenenden pro Jahr finden umfangreiche Baumaßnahmen jeweils während einer Sperrpause statt. In diesen Zeiträumen verkehren die Lkw durchgängig über 24 h. Die Ergebnisse der Berechnung zeigen, dass die Eingreifwerte Richtwerte am Tage entlang der Baustraßen überschritten werden. Im Nachtzeitraum dehnen sich die Überschreitungen auch auf die zweite und teilweise ~~3~~ dritte Bebauungsreihe aus. Die Beurteilungspegel zeigen jedoch, dass die Belastung entlang der Bahnanlagen im Bereich Nymphenburg Süd und Birketweg mit ca. 59 bis 60 dB(A) unter den Beurteilungspegeln aus dem Schienenverkehr liegt. Da während der Wochenendsperrpausen der Schienenverkehr auf den Gleisen mit Bauarbeiten entfällt, tritt voraussichtlich keine Verschlechterung der Schallsituation gegenüber dem Normalzustand auf. Zusätzliche Schutzmaßnahmen sind nicht notwendig.

Im Bereich der Abfahrt Friedenheimer Brücke/Wilhelm-Hale-Straße zur Baustraße treten mit bis zu 67 dB(A) an 2 Gebäuden im Bebauungsplan Birketweg MK7 mit 67 dB(A) nachts die höchsten Beurteilungspegel auf. Der Baustellenverkehr wird an den betroffenen Gebäuden auf öffentlich gewidmeten Straßen abgewickelt. Da öffentlich gewidmete Straßen nicht unter die AVV Baulärm fallen, sind keine Schutzmaßnahmen notwendig.

11.5 Zufahrt über Eisnergutbogen

Die Planungen zu den Baustraßen sieht vor, dass die bestehende Zufahrt zur Außenreinigungsanlage über den Eisnergutbogen in Notsituationen auch für den Baustellenverkehr genutzt wird. Diese Zufahrt ist jedoch nur als Behelfszufahrt für Notfälle bzw. als Entlastung vorgesehen.

Im Rahmen der Untersuchung wurde geprüft, welche Beurteilungspegel auftreten, wenn der gesamte Baustellenverkehr durch das Wohngebiet verläuft, weil die Zufahrt über die Wilhelm-Hale-Straße nicht passierbar ist. Die Ergebnisse zeigen, dass Beurteilungspegel von bis zu 63 dB(A) am Tage auftreten können. Da diese Situation nur in Ausnahmefällen und voraussichtlich nicht für einen ganzen Tag anhalten wird, werden keine Schutzmaßnahmen ~~besonderen Schutzmaßnahmen~~ notwendig.

12 Zusammenfassung

Für den Baulärm im Bereich des PFA 1 wurden ergänzende schalltechnische Untersuchungen durchgeführt. Bei der Durchführung von Baumaßnahmen ist eine Geräuscherzeugung durch Baumaschinen nicht vermeidbar. Gemäß dem Stand der Technik sind aber in jedem Fall Verfahren oder Geräte anzuwenden, die eine Minimierung der Lärmbelastung für die betroffene Nachbarschaft gewährleisten.

In der vorliegenden Untersuchung werden die Schallwirkungen des Projektes anhand der AVV Baulärm beurteilt. Für die Baustellen Hp Hauptbahnhof-Bahnhofplatz, Arnulfstraße, Bayerstraße, Schützenstraße, Rettungsschacht 2, 3 und 4, BE-Fläche zum Tunnelvortrieb und die Baustraßen wurden ergänzende Berechnungen auf Grundlage der Ausführungsplanung durchgeführt.

Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass während der lautesten Bauphase (Schlitzwanderstellung bzw. Bohrpfahlwand) im Bereich Hauptbahnhof die ~~Eingreifwerte~~ Richtwerte der AVV Baulärm überschritten werden. Zum Schutz der Bebauung wird jeweils der Bauzaun durch eine 3 m hohe Schallschutzwand ersetzt. Für die verbleibenden Überschreitungen werden passive Schallschutzmaßnahmen unter Berücksichtigung der Vorbelastung vorgesehen.

Bei der Erstellung des Rettungsschachtes 3 und 4 werden für die Schachterstellung die ~~Eingreifwerte~~ Richtwerte zeitweise tags erheblich überschritten. Aktive Schallschutzmaßnahmen sind wegen des geringen Abstandes von ~~weniger als 8 m~~ weniger Metern nicht wirksam. Es werden passive Schallschutzmaßnahmen unter Berücksichtigung der Vorbelastung vorgesehen. ~~Während des Tunnelvortriebs werden die Eingreifwerte eingehalten.~~

Für die BE-Fläche zum Tunnelvortrieb wurde festgestellt, dass die ~~Eingreifwerte~~ Richtwerte tags eingehalten werden. Im Nachtzeitraum werden die ~~Eingreifwerte im allgemeinen Wohngebiet~~ projektspezifischen Richtwerte geringfügig überschritten. Gegenüber der Tageszeitraum müssen die Immissionen um ~~10,5~~ 3 dB(A) abgesenkt werden. Hierzu ~~sollten können~~ die Pumpen der Bentonitversorgung, ~~der~~ Separati-

onsanlage bzw. der Betonmisanlage um ~~15 dB(A)~~ gemindert werden. Im Rahmen der detaillierten Positionierung der Anlagen können noch zusätzliche Schallschutzmaßnahmen zur Pegelminderung angeordnet werden. Die Einhaltung der ~~Eingreifwerte~~ projektspezifischen Richtwerte erscheint durch diese Maßnahmen realisierbar, so dass auf eine alternative Schallschutzwand anstelle des Bauzauns verzichtet werden könnte.

Für den ~~Betrieb~~ Betrieb der Baustraßen wurde festgestellt, dass die ~~Eingreifwerte~~ Richtwerte der AVV Baulärm entlang der Bebauungspläne Nymphenburg Süd bzw. Birketweg eingehalten werden. Im Bereich der Zufahrten (Friedenheimer Brücke / Wotanstraße) werden Beurteilungspegel von mehr als 60 dB(A) tags entlang öffentlich gewidmeter Straßen erwartet. Während der 6 Wochenendsperrpausen pro Jahr werden die ~~Eingreifwerte~~ Richtwerte überschritten. Die Höhe der auftretenden Beurteilungspegel entspricht in etwa den normalerweise vorhandenen Pegeln aus dem Bahnbetrieb, so dass keine zusätzlichen Belastungen auftreten, da während der Sperrpausen nur ein geringerer Bahnverkehr stattfindet. Die für die Belastung durch den Bahnverkehr vorgesehenen Schutzmaßnahmen sind ausreichend.

OBERMEYER Planen+Beraten GmbH
Institut für Umweltschutz und Bauphysik



i.V. Dr. rer. nat. W. Herrmann



i.V. Dipl.-Ing. (FH) M. Schweiger

Grundlagenverzeichnis

- 1 Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) vom 14.05.1990 in der aktuell gültigen Fassung
- 2 Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen RLS-90; Ausgabe 1990
- 3 Dr. S. Ullrich – Bundesanstalt für Straßenwesen: „Die Berechnung der Geräuschemissionen einer Straße aus den Emissionen der einzelnen Fahrzeuge“; Zeitschrift für Lärmbekämpfung 38 (1991)
- 4 DIN 4109; Schallschutz im Hochbau– Anforderungen und Nachweise/Änderung A1; November 1989/Januar 2001
- 5 Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (Baunutzungsverordnung – BauNVO) in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. Januar 1990 (BGBl.1 S. 132), zuletzt geändert am 22. April 1993 (BGBl.1 S. 466)
- 6 VDI 2719; Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen; August 1987
- 7 Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm - Geräuschimmissionen – vom 19. August 1970
- 8 Zweiunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, 32. BImSchV – Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung vom 29.08.2002
- 9 Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Baumaschinen, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Heft 2 – 2004
- 10 Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Baumaschinen, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Heft 247 – 1998
- 11 Richtlinie 2000/14/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 8.Mai 2000
- 12 DIN ISO 9613-2 – Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien – Februar 1999
- 13 Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm) vom August 1998
- 14 Statistik des Lärmschutzes an Bundesfernstraßen 2010, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
- 15 Messbericht – Schallmessungen zur Vorbelastung im Bereich der geplanten Baustellen der 2. S-Bahn-Stammstrecke (PfA 1) – vom 16.04.2013