

**Institut für Umweltschutz
und Bauphysik**

VMPA anerkannte Schallschutzprüfstelle für
Güteprüfungen nach DIN 4109 –
Messstelle nach § 29b BImSchG

Unterlage 01 C

Erläuterungsbericht Planänderung Tunnel

Anlage 2.1 – Immissionsschutzkonzept Baulärm

Bauvorhaben: Neubau Riederwaldtunnel Frankfurt/Main

Auftraggeber: Hessen Mobil

Projekt-Nr.: 22623

Datum: 12.10.2017



OBERMEYER Planen + Beraten GmbH

Hauptsitz: Hansastr. 40 • 80686 München

Tel.: +49 89 57 99-635 • Fax: +49 89 57 99-666

E-Mail: info@opb.de • www.opb.de

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung	1
2	Grundlagen der Untersuchung.....	2
2.1	Rechtliche Grundlagen – Baulärm	2
2.1.1	Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm (AVV Baulärm).2	
2.1.2	32. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes	3
2.2	Berechnungsgrundlagen.....	3
2.3	Berechnungsverfahren.....	4
3	Beschreibung des Untersuchungsgebietes.....	5
3.1	Einstufung der Bebauung gemäß Bauleitplanung	5
3.2	Projektspezifische Richtwerte	6
3.3	Gebäude und Immissionsorte	6
4	Emissionen der einzelnen Bauphasen.....	7
4.1	Gesamtbauablauf Riederwaldtunnel.....	7
4.2	Regelbauablauf der einzelnen Bauabschnitte	7
4.3	Schallleistungswirkpegel der einzelnen Bauphasen	8
4.4	Zuordnung Schallleistungswirkpegel	9
5	Ermittlung des Schallschutzkonzeptes.....	10
5.1	Vollschutz – Einhausung - mobile Schallschutzmaßnahmen	10
5.2	Ablauf der Untersuchungen zum Schallschutz	10
5.2.1	Kosten für Entschädigungsleistungen	11
5.2.2	Kosten für passiven Schallschutz	11
5.3	Bereich Baugrube E3 bis T1 südlich des Tunnels	12
5.3.1	Kosten der als verhältnismäßig anzusehenden Schallschutzmaßnahme	13
5.3.2	Wirksamkeit der untersuchten Schallschutzmaßnahmen – Gesamtkosten.....	13
5.3.3	Vorschlag Schallschutz für den Bereich E3 bis T1 südlich Tunnel.....	14
5.4	Bereich Baugrube T2.1 südlich des Tunnels	15
5.4.1	Kosten der als verhältnismäßig anzusehenden Schallschutzmaßnahme	15
5.4.2	Wirksamkeit der untersuchten Schallschutzmaßnahmen – Gesamtkosten.....	16
5.4.3	Vorschlag Schallschutz für den Bauabschnitt T2.1 südlich Tunnel	16
5.5	Bereich Baugrube T2.2 südlich des Tunnels	17
5.5.1	Kosten der als verhältnismäßig anzusehenden Schallschutzmaßnahme	17
5.5.2	Wirksamkeit der untersuchten Schallschutzmaßnahmen – Gesamtkosten.....	18
5.5.3	Vorschlag Schallschutz für den Bereich T2.2 südlich Tunnel.....	18
5.6	Bereich Baugrube T3 südlich des Tunnels	19
5.6.1	Kosten der als verhältnismäßig anzusehenden Schallschutzmaßnahme	20
5.6.2	Wirksamkeit der untersuchten Schallschutzmaßnahmen – Gesamtkosten.....	20
5.6.3	Vorschlag Schallschutz für den Bereich T3 südlich Tunnel.....	20

5.7	Bereich Baugrube T4 – Bohrpfahlwand südlich des Tunnels	21
5.7.1	Kosten der als verhältnismäßig anzusehenden Schallschutzmaßnahme	21
5.7.2	Wirksamkeit der untersuchten Schallschutzmaßnahmen – Gesamtkosten.....	22
5.7.3	Vorschlag Schallschutz für den Bereich T4-Bohrpfahlwand südlich Tunnel.....	22
5.8	Bereich Baugrube T4 südlich des Tunnels	23
5.8.1	Kosten der als verhältnismäßig anzusehenden Schallschutzmaßnahme	24
5.8.2	Wirksamkeit der untersuchten Schallschutzmaßnahmen – Gesamtkosten.....	24
5.8.3	Vorschlag Schallschutz für den Bereich T4-Tunnel südlich Tunnel.....	24
5.9	Bereich T5 südöstlich des Tunnels	25
5.9.1	Kosten der als verhältnismäßig anzusehenden Schallschutzmaßnahme	26
5.9.2	Wirksamkeit der untersuchten Schallschutzmaßnahmen – Gesamtkosten.....	26
5.9.3	Vorschlag Schallschutz für den Bereich T5 südöstlich Tunnel	26
5.10	Bereich Baugrube T6.1 östlich Tunnel.....	28
5.11	Bereich Baugrube T6.2 östlich des Tunnels	28
5.12	Bereich Baugrube T7 und B1 östlich Tunnel	28
5.13	Bereich Baugrube B2 östlich Tunnel.....	29
5.14	Bereich B3 östlich Tunnel	30
5.15	Bereich Baugrube T6.1 westlich Tunnel	31
5.16	Bereich Baugrube T6.2 / T7 westlich Tunnel	31
5.17	Bereich Baugrube B1 bis B3 westlich Tunnel	31
5.18	Bereich nördlich Tunnel – Vorbereitende Baumaßnahmen – Tunnel T2.2 bis T3 ...	32
5.18.1	Kosten der als verhältnismäßig anzusehenden Schallschutzmaßnahme	33
5.18.2	Wirksamkeit der untersuchten Schallschutzmaßnahmen – Gesamtkosten.....	33
5.18.3	Vorschlag Schallschutz für den Bereich nördlich Tunnel.....	35
5.19	Bereich Baugrube T4 nördlich Tunnel	35
5.19.1	Kosten der als verhältnismäßig anzusehenden Schallschutzmaßnahme	36
5.19.2	Wirksamkeit der untersuchten Schallschutzmaßnahmen – Gesamtkosten.....	36
5.19.3	Vorschlag Schallschutz für den Bereich T5 südöstlich Tunnel	37
5.20	Bereich Baugrube T5 nördlich Tunnel	37
5.21	Bereich Baugrube T2.1 nördlich Tunnel	38
5.21.1	Kosten der als verhältnismäßig anzusehenden Schallschutzmaßnahme	39
5.21.2	Wirksamkeit der untersuchten Schallschutzmaßnahmen	39
5.21.3	Vorschlag Schallschutz für den Bereich T2.1 nördlich Tunnel	40
5.22	Bereich Baugrube T1 nördlich Tunnel	40
6	Besonders schutzbedürftige Gebäude	42
6.1	Kindergarten Lauterbacher Straße 18	43
6.2	Seniorenwohnanlage - Am Erlenbruch 24 und 28	44
6.3	Seniorenwohnanlage – Vatterstraße 48	45

6.4	Pestalozzischule – Haenischstraße 16-18.....	47
6.5	Kindergarten – Vatterstraße 5.....	52
7	Temporäre Schallschutzmaßnahmen während der Bauzeit	54
7.1	Schallschutzfolien	55
7.2	Passiver Schallschutz	55
7.3	Entschädigung	55
8	Berechnungen mit aktiven Schallschutzmaßnahmen	56
9	Gesamtlärmuntersuchung	57
9.1	Methodik	57
9.2	Ermittlung der quellspezifischen Lärmbelastung	58
9.2.1	Ermittlung des Straßen- und Schienenlärms	58
9.2.2	Ermittlung des Baulärms.....	58
9.3	Ergebnisse des Vergleiches zum Gesamtlärm	59
10	Zusammenfassung	60
	Literaturverzeichnis	61

1 Aufgabenstellung

Das Institut für Umweltschutz und Bauphysik von OBERMEYER Planen+Beraten wurde beauftragt, ein Immissionsschutzkonzept für die Bauphase des Riederwaldtunnels zu erstellen.

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 im Rahmen des technisch Möglichen und des wirtschaftlich Zumutbaren Minimierung der Lärmbelastung für die betroffene Nachbarschaft gewährleisten.

Ziel des vorliegenden Gutachtens ist es, anhand des voraussichtlichen Bauablaufs die Emissionen der einzelnen Bautätigkeiten zu bestimmen und die Immissionsbelastung an der nächstgelegenen Bebauung zu berechnen. Bei Überschreitung der auf der Grundlage der AVV Baulärm [6] ermittelten projektspezifischen Richtwerte werden geeignete Maßnahmen zur Minderung der Schallbelastung geprüft und ein Schallschutzkonzept erarbeitet um die Beeinträchtigungen der Anwohner soweit möglich zu minimieren.

Zusätzlich zur Ermittlung der Beeinträchtigungen allein durch Baulärm werden auf der Grundlage einer Gesamtlärmuntersuchung die Auswirkungen von Baulärm und bauzeitliche Verkehrsverlegung von Straßen- und Schienenverkehr sowie der bestehenden Lärmbelastung kumulativ betrachtet.

Die in den nachfolgenden Kapiteln aufgeführten Berechnungen dienen der Konkretisierung der Schallbelastungen im Planfeststellungsverfahren, da die Untersuchungen die Erkenntnisse der Ausführungsplanung berücksichtigen können.

2 Grundlagen der Untersuchung

2.1 Rechtliche Grundlagen – Baulärm

2.1.1 Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm (AVV Baulärm)

Grundlage für die Beurteilung der Schallimmissionen aus dem Baubetrieb ist die „Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm - Geräuschimmissionen (AVV Baulärm)“[6]. 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:

	Immissionsrichtwerte in dB(A)	
	Tag	Nacht
Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten (SK/SA)	45	35
Gebiete in denen ausschließlich Wohnungen untergebracht sind (Wa)	50	35
Gebiete in denen vorwiegend Wohnungen untergebracht sind (Wv)	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 (Gv)	65	50
Gebiete, in denen nur gewerbliche oder industrielle Anlagen und Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichts- und Betriebspersonal untergebracht sind (Gi)	70	

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 (Spitzenpegel gemäß AVV Baulärm) 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 (Nr. 4.1.1 AVV Baulärm). Folgende Maßnahmen kommen 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 Schallleistungspegel 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 der durchschnittlichen Betriebszeit am Tage (07:00 – 20:00 Uhr) folgende Zeitkorrekturen vor:

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 jeweilige Zeitkorrektur ist vom Schallleistungspegel abzuziehen.

2.1.2 32. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes

Die 32. Verordnung zur Durchführung des Bundes - Immissionsschutzgesetzes (Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung – 32. BImSchV) [8] gilt für Geräte und Maschinen, die nach Artikel 2 der Richtlinie 2000/14/EG des Europäischen Parlaments und des Rates [7] zur Verwendung im Freien vorgesehen sind. In Abschnitt 3 der Verordnung wird in § 7 der Betrieb in Wohngebieten geregelt. Demnach dürfen bestimmte Geräte und Maschinen in reinen, allgemeinen und besonderen Wohngebieten, Kleinsiedlungsgebieten, Sondergebieten (Erholungs-, Kur- und Klinikgebieten, Gebieten für die Fremdenbeherbergung) sowie auf dem Gelände von Krankenhäusern und Pflegeanstalten an Sonn- und Feiertagen ganztägig sowie an Werktagen in der Zeit von 20 Uhr bis 7 Uhr nicht betrieben werden. Für Ruhezeiten im Zeitraum zwischen 7 Uhr und 20 Uhr gelten zusätzliche Betriebsbeschränkungen für bestimmte Geräte und Maschinen, welche jedoch für den Baubetrieb nicht relevant sind. Gemäß § 7 Abs. 1 der Verordnung gelten die Einschränkungen der Betriebszeiten nicht für Bundesfernstraßen und Schienenwege von Eisenbahnen des Bundes. Die betroffenen Maschinen sind im Anhang der Verordnung aufgeführt. Bei diesen handelt es sich überwiegend um Baumaschinen. In § 7 Abs. 2 der 32. BImSchV [8] ist geregelt, dass die nach dem Landesrecht zuständige Behörde im Einzelfall Ausnahmen von den Einschränkungen zulassen kann, wenn dies im öffentlichen Interesse erforderlich ist. Nach § 7 Abs. 3 und § 8 der 32. BImSchV können weitergehende Regelungen der Länder zum Schutz von lärmempfindlicher Nutzung erfolgen. In Hessen gibt es hierzu keine gesonderten Regelungen.

2.2 Berechnungsgrundlagen

Dem schalltechnischen Variantenvergleich liegen folgende Grundlagen zugrunde:

- Unterlage 15.4.4.1 der Planänderungsunterlagen (Bauphasenpläne)
- Bauablaufplan – Hessen Mobil
- Aufstellflächen Schallschutz – Hessen Mobil
- Bauleitplanung der Stadt Frankfurt

2.3 Berechnungsverfahren

Die AVV Baulärm enthält keine Angabe bzgl. der Schallausbreitungsberechnung. Analog zur TA Lärm wird das Berechnungsverfahren der DIN ISO 9613-2 [3] angewendet. Hierzu wurde mit Hilfe der Software CadnaA der Firma DataKustik, Version „2017 MR 1“, ein dreidimensionales Rechenmodell erstellt.

Das Programm berücksichtigt Linien- und Flächenquellen, die in Teilstücke bzw. Teilflächen unterteilt werden, 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,
- die Boden- und Meteorologiedämpfung und
- Abschirmungen – z.B. durch Gebäude (dabei Einbeziehung auch der Beugung seitlich um Hindernisse herum)

berücksichtigt. Die Pegelzunahme durch Reflexionen, z.B. an Gebäuden, wird bis zur 3. Reflexionsordnung erfasst.

Die Ausbreitungsrechnung für Baustellengeräusche erfolgt entsprechend der Norm DIN ISO 9613-2 [3] unter folgenden Randbedingungen:

- Bodendämpfung entsprechend Kap. 7.3.2 der DIN ISO 9613-2 („alternatives Verfahren“)
- Schwerpunktfrequenz von 500 Hz.

Den Kosten für aktive Schallschutzmaßnahmen liegen folgende Angaben zugrunde:

- portable Schallschutzwand mit 326 €/m² (Herstellerangaben)
- Umsetzung einer portablen Schallschutzwand mit 400 € je laufenden Meter
- Kosten einer Schallschutzwand mit bis zu 10 m Höhe nördlich der bauzeitlichen Straßenbahntrasse

3 Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Die Bebauung im Bereich der Baumaßnahme ist durch mehrgeschossige Wohnbebauung entlang der Straßen Am Erlenbruch und Vatterstraße geprägt. In unmittelbarer Nachbarschaft zur Wohnbebauung befindet sich ein Industriegebiet im Bereich der Wächtersbacher Straße und entlang der Borsigallee. Auch nördlich der Vatterstraße ist umfangreiche Gewerbebebauung vorhanden. Nördlich des Industriegebietes an der Wächtersbacher Straße befindet sich Reihenhausbau und Geschosswohnungsbau entlang der Lauterbacher Straße. Zusätzlich befinden sich im Bereich zwischen den einzelnen Bauungen noch Kleingartenanlagen (Am Erlenbruch, Haenischstraße, Stadion Riederwald und Lauterbacher Straße).

Weiter sind im Untersuchungsraum eine Schule (Pestalozzischule), zwei Kindergärten (Vatterstraße und Lauterbacher Straße) sowie zwei Seniorenwohnanlagen (Vatterstraße und Am Erlenbruch) zu beachten.

Insgesamt umfasst der gesamte Untersuchungsbereich die direkte Nachbarschaft von Wohnen und Gewerbe.

3.1 Einstufung der Bebauung gemäß Bauleitplanung

Die Bebauung im Bereich der Baumaßnahme Riederwaldtunnel kann in mehrere Untersuchungsbereiche unterteilt werden. Zur Einstufung der Schutzbedürftigkeit wurde die Bauleitplanung der Stadt Frankfurt am Main herangezogen. Details hierzu sind in Anlage 2.2 – Erschütterungstechnische Untersuchung zur Bauphase – Anhang 4 dokumentiert.

Für den Bereich der Vatterstraße gelten die Bebauungspläne („Fluchtlinienplan“) „F 1682“ von 1955, „F 1287“ von 1931 und „Am Erlenbruch“ (NO 22b Nr.1) von 1963. Da in keinem dieser Bebauungspläne eine Festsetzung bezüglich der Gebietsnutzung gemacht wird, wird das Gebiet anhand einer Ortsbesichtigung als Gebiet mit vorwiegend Wohnungen gemäß AVV Baulärm eingestuft. Für die Wohnbebauung an der Lauterbacher Straße liegt ein Bebauungsplan (NO 43d Nr.1) mit der Einstufung als reines Wohngebiet vor. Das Gewerbe zwischen Lahmeyerstraße und Wächtersbacher Straße ist gemäß Bebauungsplan (Nr. 849) als ausschließlich Gewerbe gemäß AVV Baulärm einzustufen. Für die Gewerbebebauung zwischen der Kreuzung Am Erlenbruch und Friesstraße liegt kein Bebauungsplan vor. Da ausschließlich Gewerbebebauung vorliegt, wurde die entsprechende Schutzkategorie der AVV Baulärm herangezogen. Dem U-Bahn-Betriebshof an der Gustav-Behringer-Straße wurde als Schutzkategorie ausschließlich Gewerbe zugeordnet.

Den Sportanlagen im Bereich des Riederwaldstadions sowie der P+R-Anlage an der Borsigallee wurde keine Schutzbedürftigkeit im Sinne der AVV Baulärm zugeordnet.

Den Kleingärten im Bereich der Baumaßnahme wurde als Schutzkategorie weder Wohnen noch Gewerbe zugeordnet. Die Schutzbedürftigkeit wurde mit einem Richtwert von 65 dB(A) tags angenommen.

Die Einstufung des Untersuchungsbereiches sind in den schalltechnischen Lageplänen (Anlage 2.1 Blatt 1 und 2) dargestellt.

3.2 Projektspezifische Richtwerte

In Einklang mit der Rechtsprechung [9] können die Richtwerte der AVV Baulärm maßvoll angehoben werden, wenn bereits die Vorbelastung die Richtwerte überschreitet. Der Bereich der Bebauung ist durch den Straßenverkehr (Borsigallee und Am Erlenbruch), sowie U-Bahn (U4: Bockenheimer Warte-Enkheim/ U7: Hausen-Enkheim) und zahlreiche Gewerbebetriebe lärmtechnisch vorbelastet. Für die betroffene Bebauung wurden projektspezifische Richtwerte jedoch nur anhand der bestehenden Vorbelastung aus Straßen- und Schienenverkehr ausgewiesen, da die Belastung durch Gewerbelärm nur äußerst aufwendig zu bestimmen ist.

Bei der Festlegung der angehobenen Richtwerte (projektspezifischer Richtwert) wurden folgende Gesichtspunkte berücksichtigt:

- Der projektspezifische Richtwert im Tageszeitraum liegt um mindestens 3 dB(A) unter dem ermittelten Wert der Vorbelastung (Geschoss mit der geringsten Belastung)
- Bei Vorbelastung von mehr als 70 dB(A) tags, wird der projektspezifische Richtwert auf 67 dB(A) tags begrenzt.
- Liegt die Vorbelastung nicht höher als 3 dB(A) über dem Richtwert der AVV Baulärm, wird der Richtwert der AVV Baulärm herangezogen.
- Für Schulen und Kindergärten wurde als projektspezifischer Richtwert 55 dB(A) festgelegt.
- Die Bebauung an der Lauterbacher Straße (H_001 bis H_013) liegt im Bereich eines Bebauungsplans (NO 43d Nr.1) mit der Einstufung als reines Wohngebiet. Da der Bereich südlich und westlich der Bebauung als Industriegebiet anzusehen ist, wurde für die Bauphase ein projektspezifischer Richtwert von 55 dB(A) tags festgelegt.
- Liegt keine Vorbelastung vor, wurde der Richtwert der AVV-Baulärm im Tageszeitraum herangezogen.
- Für Seniorenwohnanlagen wurde der projektspezifische Richtwert (55 dB(A) ohne Vorbelastung) analog der Wohnbebauung bestimmt.

3.3 Gebäude und Immissionsorte

Im Bereich der Baumaßnahme wurden für insgesamt 154 Gebäude sowie 162 Immissionsorte (Spielplätze und Kleingärten) Berechnungen durchgeführt. Die Bezeichnung der Gebäude und Immissionsorte sind als Anhang 1 zu dieser Unterlage dokumentiert. Es sind folgende Informationen vermerkt:

- ID (Bezeichnung)
- Adresse
- Nutzung
- Richtwert nach AVV Baulärm
- Projektspezifischer Richtwert für Baumaßnahme Riederwaldtunnel

Die Lage der untersuchten Gebäude und Immissionsorte sind in den schalltechnischen Lageplänen (Anlage 2.1 Blatt 1 und 2) dargestellt.

4 Emissionen der einzelnen Bauphasen

Grundlage der Berechnungen sind Kennwerte für die berücksichtigten Baumaschinen bzw. Bauverfahren. Die Ansätze zur Schallabstrahlung von Baumaschinen beruhen auf Herstellerangaben oder Messergebnissen, die in der Regel als Schallleistungspegel (L_{WA}) angegeben werden. Der Schallleistungspegel L_{WA} ist eine Kenngröße, welche die Schallabstrahlung von Schallquellen beschreibt und die Grundlage für Immissionsberechnungen bildet.

Die maximalen Schallleistungspegel für Erd- und Straßenbaumaschinen werden nach der Richtlinie 2000/14/EG [7] für ab dem 03. Januar 2002 zugelassene Maschinen der Stufe 1 begrenzt. Inzwischen stehen jedoch auch zahlreiche Maschinen und Geräte mit geringerer Schallleistung zur Verfügung.

Die Schallleistungspegel wurden verschiedenen Messberichten bzw. Richtlinien oder Verwaltungsvorschriften [10] [11] [12] [13] entnommen. Darin sind in der Regel Mittelungspegel über ganze Arbeitszyklen erfasst.

Nachfolgend ist die Herleitung der angesetzten Schallleistungspegel für die einzelnen Bauphasen und –abschnitte beschrieben.

4.1 Gesamtbauablauf Riederwaldtunnel

Für die Beschreibung des Bauablaufes wurde von Hessen Mobil ein Bauablauf [14] über die gesamte Bauzeit übergeben. Die Gesamtbauzeit umfasst 95 Monate. In Anhang 2 zu dieser Untersuchung ist der zeitliche Ablauf der einzelnen Bauabschnitte während der Gesamtbauzeit dargestellt.

Voruntersuchungen zur Baulärmuntersuchung ergaben, dass eine Aufteilung in einzelne Baumonate ein zu pauschaler Ansatz für die Bestimmung der Beeinträchtigung durch Baulärm ist. Unter diesen Gesichtspunkten wurde der Bauablauf während der einzelnen Baumonate nochmals in jeweils 4 Bauwochen à 6 Arbeitstagen unterteilt. Über die Bauzeit von insgesamt 95 Baumonaten (380 Wochen) wurden die Emissionen für 378 Bauwochen bestimmt und in das Berechnungsmodell übernommen. In den Bauwochen 1 und 2 finden vorbereitende Arbeiten statt, so dass keine Berechnungsmodelle erstellt wurden.

4.2 Regelbauablauf der einzelnen Bauabschnitte

Die einzelnen Bauabschnitte der Trogbauwerke (BG-E3 bis BG-E5, BG-B1 bis BG-B3) und der Tunnelsegmente (BG-T1 bis BG-T7) lassen sich in der Regel in folgende Hauptbautätigkeiten einteilen:

- Einrichten BE-Fläche
- Baugelände freimachen
- Kampfmittelfreiheit Spundwandachse
- Austauschbohrungen
- Spundwände einbringen
- Öffnen Spundwandschott – nicht bei allen Bauabschnitten nötig
- Erdaushub

- Ankerarbeiten
- Betonsteife herstellen
- Sohlfilter horizontal einbringen
- Sauberkeitsschicht betonieren
- Betonierarbeiten (Sohle, Wände, Decke – nur Tunnel)
- Abdichtung und Wurzelschutzbahn
- Flächenfilter vertikal einbringen
- Überschüttung - Tunnel
- Spundwände ziehen

Zusätzlich zu diesen Bauarbeiten finden an der Oberfläche Anpassungen der Verkehrswege von Straße und Stadtbahn in den jeweiligen Bauphasen statt. Hierbei handelt es sich um folgende Hauptbautätigkeiten:

- Erdbauarbeiten – Erstellung Planum Straße und Schiene
- Gleisbauarbeiten
- Asphaltierung Straßen/Parkplätze

4.3 Schalleistungswirkpegel der einzelnen Bauphasen

Für die in Kapitel 4.2 aufgeführten typischen und schalltechnisch relevanten Bauverfahren bzw. -tätigkeiten wurden Ansätze ermittelt, die von allen eingesetzten lärmtechnisch relevanten Geräten zusammen erzeugt werden. Die mittlere Schalleistung dieser Geräte wurde als Grundlage für die Immissionsberechnungen angesetzt. Dabei werden A-bewertete Schalleistungspegel [7][10][11][12][13] der Baumaschinen entsprechend dem zeitlichen Anteil ihrer Einsatzzeiten an dem Gesamtgeräusch, das während einer Bautätigkeit erzeugt wird und entsprechend der Anzahl gleichartiger Maschinen, die zum Einsatz kommen, berechnet. Die Zeitkorrektur der AVV Baulärm wurde im Rahmen der Berechnungen nicht berücksichtigt, da nicht ausgeschlossen werden kann, dass während des gesamten Tageszeitraums (13 Stunden) Bautätigkeiten stattfinden.

Die Schalleistungspegel der einzelnen Baumaschinen/-tätigkeiten werden in Tabellen angegeben und für das Baufeld zu „Schalleistungswirkpegeln“ zusammengefasst. In der nachfolgenden Tabelle sind die ermittelten Schalleistungswirkpegel für die einzelnen Bautätigkeiten angegeben. Eine detaillierte Aufstellung der angesetzten Baumaschinen und Einsatzzeiten der jeweiligen Bautätigkeiten sind in Anhang 2 dieser Untersuchung dokumentiert.

Bautätigkeit	Schalleistungswirkpegel in dB(A)
Einrichten BE-Fläche	je nach Größe der BE-Fläche mit $L_{w''} = 70$ dB
Baugelände freimachen	je nach Größe der BE-Fläche mit $L_{w''} = 70$ dB
Kampfmittelfreiheit Spundwandachse	107,9
Austauschbohrungen	110,5
Spundwände einbringen	111,1
Öffnen Spundwandschott	102,0
Erdaushub	111,4
Ankerarbeiten	119,2
Betonsteife herstellen	109,8
Sohlfiler einbringen	110,1
Sauberkeitsschicht betonieren	109,8
Betonierarbeiten Tunnel (Sohle, Wände, Deckel)	110,7
Abdichtung und Wurzelschutzbahn	101,4
Flächenfilter vertikal einbringen	115,1
Überschüttung Tunnel	112,7
Spundwände ziehen	111,1
Erdbauarbeiten (Planum für Straße und Schiene)	107,3
Gleisbauarbeiten	103,3
Asphaltierung Straßen und Parkplätze	100,6
$L_{w''}$: flächenbezogener Schalleistungspegel	

4.4 Zuordnung Schalleistungswirkpegel

Die ermittelte Gesamtschalleistung wird als Flächenschallquelle in das Rechenprogramm eingesetzt. Das bedeutet, dass die einzelnen Schallquellen nicht genau lokalisiert werden, sondern über die Fläche verteilt angesetzt werden, was einer zeitlichen Mittelung über die Beurteilungszeit entspricht, während der sich die Lage der Schallquellen ändert. Für örtlich begrenzte Bauflächen wie z.B. Voraushub wird die Flächenschallquelle auf der Teilfläche angeordnet.

5 Ermittlung des Schallschutzkonzeptes

Für die zu untersuchenden 378 Bauwochen wurden Berechnungen ohne Schallschutzmaßnahmen durchgeführt. Für die einzelnen Bereiche wurden die Bauwochen mit den höchsten Belastungen ermittelt und ein Schallschutzkonzept für die angrenzende Bebauung erarbeitet.

5.1 Vollschutz – Einhausung - mobile Schallschutzmaßnahmen

Um an der angrenzenden Bebauung einen Vollschutz, also die Einhaltung der projektspezifischen Richtwerte zu gewährleisten, müsste die Baustelle großräumig mit einer Einhausung versehen werden. Da sich die Baumaschinen in dieser Einhausung bewegen müssen, sind Höhen von bis zu 20 m notwendig. Dies stellt ein massives Bauwerk dar, welches nach Fertigstellung eines Bauabschnittes abgerissen und an neuer Stelle wiedererrichtet werden müsste. Wegen der immensen Kosten und der zusätzlichen Bauzeit (Erstellung und Rückbau Einhausung) wird eine Einhausung der Baustelle als unverhältnismäßig angesehen.

Im Zuge der Erarbeitung des Schallschutzkonzeptes werden in der Regel mobile Schallschutzwände angesetzt, welche je nach Bauabschnitt versetzt werden. Die Höhe dieser Schallschutzwände wird einerseits durch die Überschreitung der projektspezifischen Richtwerte und andererseits durch örtliche Gegebenheiten bestimmt. So benötigen die mobilen Schallschutzwände ein Fundament, welches als Betonplatte ausgebildet wird. Je höher die mobile Schallschutzwand ist, umso breiter ist diese Betonplatte. Wegen der beengten Platzverhältnisse zwischen Tunnelbaustelle und bauzeitlicher Umfahrung können in Teilbereichen nur Höhen zwischen 2 m und 10 m angeordnet werden. Höhen von mehr als 10 m wurden nicht untersucht, da der Aufwand für die notwendigen Fundamente stark steigt und eine mobile Schallschutzwand mit dieser Höhe ein massives Bauwerk (Höhe entspricht 3 Vollgeschossen) darstellt.

5.2 Ablauf der Untersuchungen zum Schallschutz

Um einheitliche Kriterien für mögliche Schallschutzmaßnahmen und deren Kosten zu bestimmen, wurden Kostenschätzungen nach einem festgelegten Ablauf durchgeführt.

In einem ersten Schritt werden für die einzelnen Bauphasen die Kosten für mögliche Entschädigungszahlungen und passiven Schallschutz bestimmt. Hierbei werden die höchsten Beurteilungspegel während der Bauphase ermittelt und bestimmt, in wie vielen Arbeitswochen der projektspezifische Richtwert überschritten wird.

Gemäß Festlegung im Rahmen dieses Projektes werden diese Kosten mit dem Faktor 5 multipliziert und als Kostenrahmen für den aktiven Schallschutz festgelegt. Der sich ergebende Kostenrahmen wird mit den Kosten für konkrete aktive Schallschutzmaßnahmen verglichen. Aktive Schallschutzmaßnahmen mit geringeren Kosten werden in einem ersten Schritt grundsätzlich als verhältnismäßig angesehen. Es wird also davon ausgegangen, dass die fünffachen Kosten für passiven Schallschutz und Entschädigung einen Anhaltspunkt für die Grenze der wirtschaftlichen Angemessenheit für aktive Schallschutzmaßnahmen darstellen.

Bei allen Schallschutzmaßnahmen, welche innerhalb des Kostenrahmens für aktiven Schallschutz liegen, werden die Kosten für aktive Maßnahmen und Entschädigung/ passiver

Schallschutz addiert und unter Berücksichtigung der Wirksamkeit die Vorzugsvariante bestimmt. Hierbei sind die Gesamtkosten im Rahmen der Abwägung zu beachten.

5.2.1 Kosten für Entschädigungsleistungen

Als Grundlage für die Ermittlung von Entschädigungsleistungen wurde der aktuelle Mietspiegel der Stadt Frankfurt am Main [16] herangezogen.

Es wurden folgende Ansätze verwendet:

Miete:

- Baujahr 1978 – 1994
- Zuschlag für Küche, Bad, Balkon und Aufzug
- 9,44 €/m² gemäß Mietspiegel
- Ansatz 80 m² je Wohneinheit = 755,20 € → für die weitere Berechnung wurden 800 €/WE herangezogen

Berechnung der Entschädigung:

- Überschreitung des projektspezifischen Richtwertes < 2,1 dB(A) – geringe Belastung = 10 % Entschädigung der Miete = 80 € im Monat bzw. 20 € pro Woche
- Überschreitung des projektspezifischen Richtwertes ≥ 2,1 dB(A) bzw. > 67 dB(A) – erhebliche Belastung = 25 % Entschädigung der Miete = 200 € pro Monat bzw. 50 € je Woche

Im Rahmen der Ermittlung der Entschädigung werden die Anzahl der Wochen mit Überschreitung des projektspezifischen Richtwertes sowie die Beurteilungspegel den Wohneinheiten zugeordnet. Im Rahmen der Auswertung wird der höchste Beurteilungspegel im Zeitraum verwendet.

5.2.2 Kosten für passiven Schallschutz

Treten im Rahmen der Bautätigkeit Beurteilungspegel von mehr als 67 dB(A) über einen längeren Zeitraum auf, so werden passive Schallschutzmaßnahmen vorgesehen.

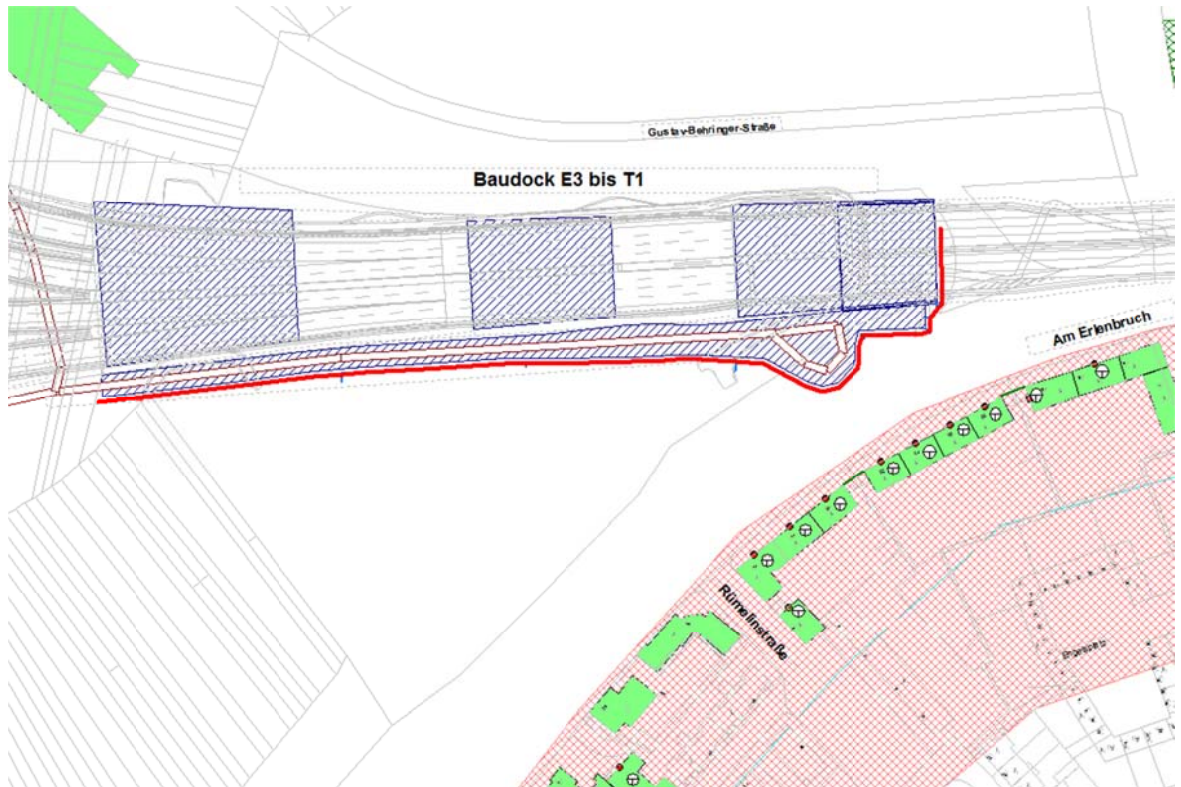
Als längerer Zeitraum wird im Rahmen dieses Projektes eine Dauer von mehr als 12 Wochen angesehen. Hierbei wird berücksichtigt, dass die Dauer der Einzelbaustellen (Baudock) des Tunnels jeweils ca. 1 Jahr beträgt. Der Ansatz von > 12 Wochen entspricht somit ca. 25 % der einzelnen Bautätigkeit und ist im Sinne des Schutzes der Nachbarschaft als notwendig anzusehen.

Aufgrund der Höhe der Beurteilungspegel werden pro Wohneinheit Kosten von 5 000 € für den passiven Schallschutz in Ansatz gebracht.

5.3 Bereich Baugrube E3 bis T1 südlich des Tunnels

Beim Bau der Trogbereiche und des Tunnels von E3 bis T1 treten an den Immissionsorten zwischen Johanna-Tesch-Platz 1 (H_52) und Am Erlenbruch 24 (H_61) keine Überschreitungen der projektspezifischen Richtwerte auf.

Aus der Baustelle treten zwischen Schulze-Delitzsch-Str. 11 (H_62) und Am Erlenbruch 92 (H_74) Überschreitungen an 12 Gebäuden auf.



Der maximale Beurteilungspegel während eines Arbeitstages im Rahmen der ca. 12 Monate andauernden Bauphase beträgt 71,8 dB(A) und tritt im Baumonat 3 – Woche 3 auf.

Südlich der Baustraße ist eine 10 m hohe Schallschutzwand möglich. Im Bereich des Querschotts zu T2.1 kann eine 4 m hohe Schallschutzwand aufgestellt werden. Die Lage der möglichen Schallschutzmaßnahmen im Bereich der Baustelle ist mit einer roten Linie gekennzeichnet.

5.3.1 Kosten der als verhältnismäßig anzusehenden Schallschutzmaßnahme

Für den Untersuchungsbereich ergibt sich eine Gesamtsumme von 96 720 € für Entschädigung und passiven Schallschutz ohne Schallschutzmaßnahmen.

Im Rahmen der Untersuchungen zum Schallschutz wurden aktive Schallschutzmaßnahmen bis zu 10 m Höhe untersucht. Die maximalen Kosten für aktiven Schallschutz liegen bei ca. 340 438 €. Es sind somit alle untersuchten Schallschutzmaßnahmen dem Grunde nach als verhältnismäßig anzusehen.

5.3.2 Wirksamkeit der untersuchten Schallschutzmaßnahmen – Gesamtkosten

In der nachfolgenden Tabelle sind die Gesamtkosten der Schutzmaßnahmen und die Wirksamkeit dargestellt.

max. Höhe	Länge	WE überschritten	WE eingehalten	Kosten Schallschutz	Entschädigung	Passiver Schallschutz	Gesamtkosten
Kein Schallschutz		83	-	- €	16 720.00 €	80 000.00 €	96 720.00 €
4m	395 m	72	11	261 676.80 €	15 760.00 €	80 000.00 €	357 436.80 €
5m	365 m - 5 m 30 m - 4 m	47	36	285 540.00 €	12 850.00 €	80 000.00 €	378 390.00 €
6m	100 m - 5 m 265 m - 6 m 30 m - 4 m	37	46	302 883.20 €	9 600.00 €	80 000.00 €	392 483.20 €
7m	100 m - 5 m 70 m - 6 m 180 m - 7 m 15 m - 6 m 30 m - 4 m	28	55	314 619.20 €	6 400.00 €	80 000.00 €	401 019.20 €
8m	100 m - 5 m 70 m - 6 m 180 m - 8 m 15 m - 6 m 30 m - 4 m	17	66	326 355.20 €	2 450.00 €	60 000.00 €	388 805.20 €
9m	100 m - 5 m 70 m - 6 m 85 m - 8 m 95 m - 9 m 15 m - 6 m 30 m - 4 m	9	74	332 549.20 €	1 850.00 €	30 000.00 €	364 399.20 €
10m	100 m - 5 m 70 m - 6 m 85 m - 8 m 95 m - 10 m 15 m - 8 m 30 m - 4 m	4	79	340 438.40 €	800.00 €	20 000.00 €	361 238.40 €

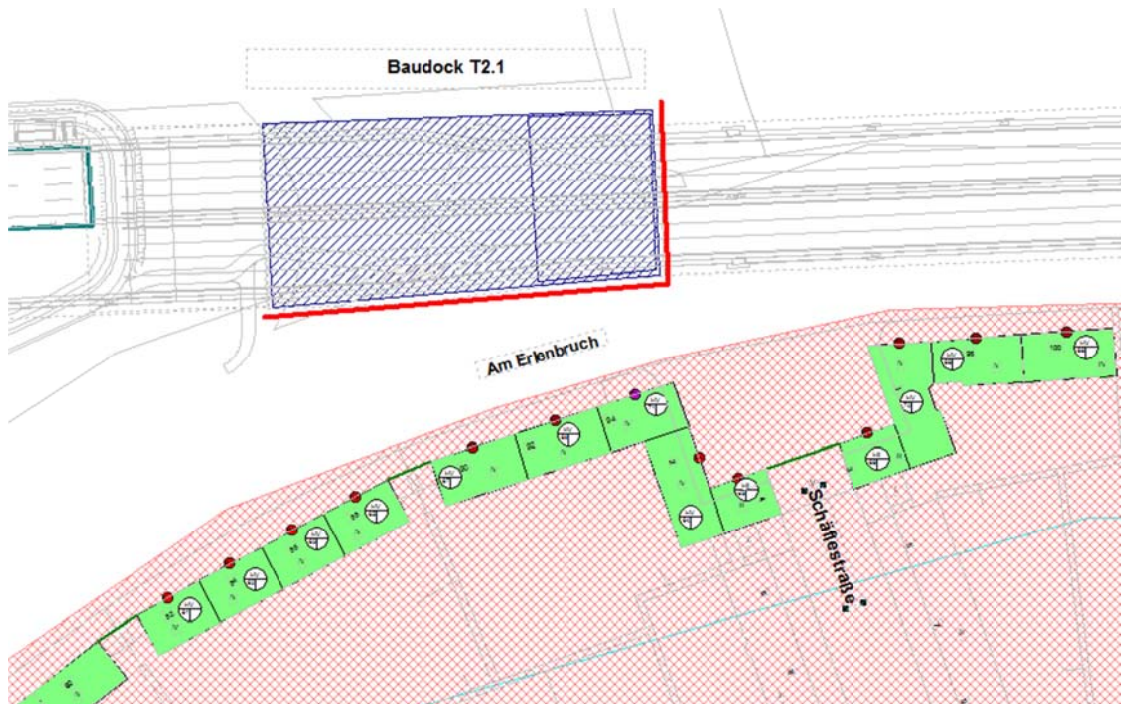
5.3.3 Vorschlag Schallschutz für den Bereich E3 bis T1 südlich Tunnel

Wie aus der Aufstellung in Punkt 5.3.3 hervorgeht, ist die Schallschutzvariante mit 4 m Höhe als kostengünstigste Variante anzusehen. Im Hinblick auf die Schutzmöglichkeiten sind jedoch auch die Varianten mit 9 m und 10 m Höhe zu beachten. Die Mehrkosten von 1 bis 2 % gegenüber der 4m-Variante liegen innerhalb der Auswertungsgenauigkeit. Da die Wirksamkeit der Maßnahme jedoch deutlich zunimmt, wird die Schallschutzmaßnahme mit bis zu 10 m Gesamthöhe vorgeschlagen.

Temporäre Schallschutzwand		Höhe in m	Länge in m	Lage zum Tunnel	Bemerkung	Baumonat	
von km	bis km					von	bis
Bereich E3-T1 südlich Baufeld							
1+385	1+485	5	100	S		1	12
1+485	1+555	6	70	S		1	12
1+555	1+640	8	85	S		1	12
1+640	1+725	10	95	S	Wendeschleife	1	12
1+725		8	ca. 15	S	Verbindung zu Querschott	1	12
1+725		4	30	O	Querschott T2.1	1	12

5.4 Bereich Baugrube T2.1 südlich des Tunnels

Beim Bau des Tunnels bei Baugrube T2.1 treten an den Immissionsorten zwischen Am Erlenbruch 82 (H_69) und Am Erlenbruch 100 (H_81) Überschreitungen an 11 Gebäuden auf. Dies ist verbunden mit einer Überschreitung des projektspezifischen Richtwertes an 51 Wohneinheiten.



Der maximale Beurteilungspegel während eines Arbeitstages im Rahmen der ca. 12 Monate andauernden Bauphase beträgt 75,7 dB(A) und tritt im Baumonat 19 – Woche 2 auf.

Südlich des Tunnelabschnitts T2.1 ist eine 10 m hohe und 70 m lange Schallschutzwand möglich. Im weiteren Verlauf ist auf 20 m Länge eine 6,5 m hohe Schallschutzwand möglich. Im Bereich des Querschotts zu T2.2 kann eine 2 m hohe Schallschutzwand (Länge 30 m) aufgestellt werden.

Die Lage der möglichen Schallschutzmaßnahmen im Bereich der Baustelle ist mit einer roten Linie gekennzeichnet.

5.4.1 Kosten der als verhältnismäßig anzusehenden Schallschutzmaßnahme

Für den Untersuchungsbereich ergibt sich eine Gesamtsumme von 190 811 € für Entschädigung und passiven Schallschutz ohne Schallschutzmaßnahmen. Unter Berücksichtigung des Faktors 5 ergibt sich ein Kostenrahmen für aktive Schallschutzmaßnahmen von 954 055 €.

Im Rahmen der Untersuchungen zum Schallschutz wurden aktive Schallschutzmaßnahmen bis zu 10 m Höhe untersucht. Die maximalen Kosten für aktiven Schallschutz liegen bei ca. 106 028 €. Es sind somit alle untersuchten Schallschutzmaßnahmen dem Grunde nach als verhältnismäßig anzusehen.

5.4.2 Wirksamkeit der untersuchten Schallschutzmaßnahmen – Gesamtkosten

In der nachfolgenden Tabelle sind die Gesamtkosten der Schutzmaßnahmen und die Wirksamkeit dargestellt.

max. Höhe	Länge	WE überschritten	WE eingehalten	Kosten Schallschutz	Entschädigung	Passiver Schallschutz	Gesamtkosten
Kein Schallschutz		51	-	- €	19 561.67 €	171 250.00 €	190 811.67 €
4 m	90 m - 4 m 30 m - 2 m	31	20	75 384.00 €	8 435.00 €	153 750.00 €	237 569.00 €
5 m	90 m - 5 m 30 m - 2 m	20	31	81 252.00 €	5 785.00 €	117 500.00 €	204 537.00 €
6 m	90 m - 6 m 30 m - 2 m	12	39	87 120.00 €	5 335.00 €	82 500.00 €	174 955.00 €
6.5 m	90 m - 6.5 m 30 m - 2 m	7	44	90 054.00 €	5 022.50 €	63 750.00 €	158 826.50 €
7 m	70 m - 7 m 20 m - 6.5 m 30 m - 2 m	7	44	92 336.00 €	5 022.50 €	63 750.00 €	161 108.50 €
8 m	70 m - 8 m 20 m - 6.5 m 30 m - 2 m	7	44	96 900.00 €	5 022.50 €	63 750.00 €	165 672.50 €
9 m	70 m - 9 m 20 m - 6.5 m 30 m - 2 m	5	46	101 464.00 €	5 022.50 €	55 000.00 €	161 486.50 €
10 m	70 m - 10 m 20 m - 6.5 m 30 m - 2 m	5	46	106 028.00 €	5 022.50 €	55 000.00 €	166 050.50 €

5.4.3 Vorschlag Schallschutz für den Bauabschnitt T2.1 südlich Tunnel

Wie aus der Aufstellung in Punkt 0 hervorgeht, ist die Schallschutzvariante mit 6,5 m als kostengünstigste Variante anzusehen. Bei weiterer Erhöhung der Schallschutzwand werden nur noch zwei zusätzliche Schutzfälle gelöst und die Gesamtkosten steigen weiter an. Als Schallschutzmaßnahme wird daher eine Schallschutzwand mit bis zu 6,5 m Höhe vorgeschlagen.

Temporäre Schallschutzwand		Höhe in m	Länge in m	Lage zum Tunnel	Bemerkung	Baumonat	
von km	bis km					von	bis
Bereich T2.1 südlich Baufeld							
1+723	1+813	6,5	90	S		14	28
1+813		2	30	O	Querschott T2.2	14	28

5.5 Bereich Baugrube T2.2 südlich des Tunnels

Beim Bau des Tunnels von Baugrube T2.2 treten an den Immissionsorten zwischen Am Erlenbruch 90 (H_73) und Am Erlenbruch 100 (H_81) Überschreitungen an 26 Gebäuden auf. Dies führt zu einer Überschreitung des projektspezifischen Richtwertes an 85 Wohneinheiten.



Der maximale Beurteilungspegel während eines Arbeitstages im Rahmen der ca. 15 Monate andauernden Bauphase beträgt 77,8 dB(A) und tritt im Baumonat 34 – Woche 3 auf.

Südlich des Tunnelabschnitts T2.2 ist eine 3 m hohe und 75 m lange und im Anschluss daran eine 2 m hohe und 80 m lange Schallschutzwand möglich. Die geringe Höhe der möglichen aktiven Schallschutzmaßnahme ist durch die beengten Platzverhältnisse zwischen Baustelle und Straßenraum bedingt. Eine Schallschutzwand im Bereich der Querschotts führt zu keiner relevanten Pegelminderung.

Die Lage der möglichen Schallschutzmaßnahmen im Bereich der Baustelle ist mit einer roten Linie gekennzeichnet.

5.5.1 Kosten der als verhältnismäßig anzusehenden Schallschutzmaßnahme

Für den Untersuchungsbereich ergibt sich eine Gesamtsumme von 361 441 € für Entschädigung und passiven Schallschutz ohne Schallschutzmaßnahmen.

Im Rahmen der Untersuchungen zum Schallschutz wurden aktive Schallschutzmaßnahmen bis zu 3 m Höhe untersucht. Die maximalen Kosten für aktiven Schallschutz liegen bei ca. 87 102 €. Es sind somit alle untersuchten Schallschutzmaßnahmen dem Grunde nach als verhältnismäßig anzusehen.

5.5.2 Wirksamkeit der untersuchten Schallschutzmaßnahmen – Gesamtkosten

In der nachfolgenden Tabelle sind die Gesamtkosten der Schutzmaßnahmen und die Wirksamkeit dargestellt.

max. Höhe	Länge	WE überschritten	WE eingehalten	Kosten Schallschutz	Entschädigung	Passiver Schallschutz	Gesamtkosten
Kein Schallschutz		85	-	- €	8 941.67 €	352 500.00 €	361 441.67 €
2 m	155 m	83	2	82 212.00 €	3 520.00 €	352 500.00 €	438 232.00 €
3 m	75 m - 3 m 80 m - 2 m	81	4	87 102.00 €	3 345.00 €	352 500.00 €	442 947.00 €

5.5.3 Vorschlag Schallschutz für den Bereich T2.2 südlich Tunnel

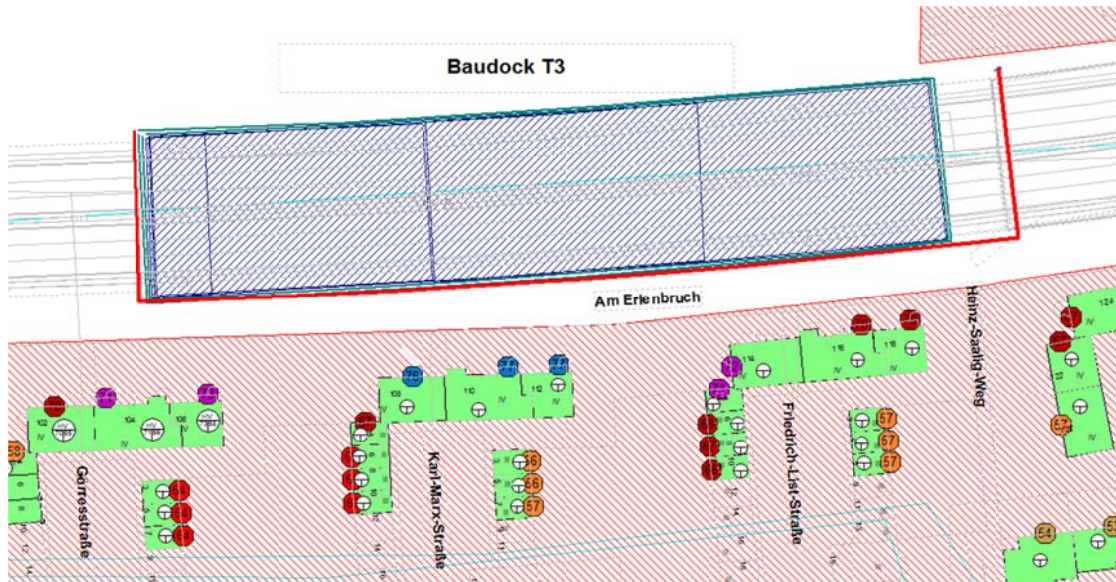
Wie aus der Aufstellung in Punkt 5.5.2 hervorgeht, wird bei einer temporären Schallschutzwand mit 3 m Höhe nur bei 4 von 85 Wohneinheiten der projektspezifische Richtwert eingehalten. Die Einhaltung der projektspezifischen Richtwerte an weiteren Wohneinheiten durch Schallschutzmaßnahmen ist nicht möglich, da aufgrund der Platzverhältnisse die Höhe auf 3 m begrenzt ist.

Da als Abgrenzung des Baufeldes vom Straßenverkehr zumindest ein Bauzaun mit 2 m bis 3 m notwendig ist, wird trotz der geringen Wirksamkeit empfohlen, anstelle des Bauzauns eine Schallschutzwand mit 2 m und 3 m anzuordnen. Die maximale Pegelminderung dieser Maßnahme beträgt 4,0 dB(A).

Temporäre Schallschutzwand		Höhe in m	Länge in m	Lage zum Tunnel	Bemerkung	Baumonat	
von km	bis km					von	bis
Bereich T2.2 südlich Baufeld							
1+810	1+885	3	75	S		29	46
1+885	1+965	2	80	S		29	46

5.6 Bereich Baugrube T3 südlich des Tunnels

Beim Bau des Tunnels Baugrube T3 treten an den Immissionsorten zwischen Schäfflerstr. 3 (H_78) und Am Erlenbruch 134 (H_124) Überschreitungen an 40 Gebäuden auf. Dies ist verbunden mit einer Überschreitung des projektspezifischen Richtwertes an 108 Wohneinheiten.



5.6.1 Kosten der als verhältnismäßig anzusehenden Schallschutzmaßnahme

Für den Untersuchungsbereich ergibt sich eine Gesamtsumme von 550 254 € für Entschädigung und passiven Schallschutz ohne Schallschutzmaßnahmen.

Im Rahmen der Untersuchungen zum Schallschutz wurden aktive Schallschutzmaßnahmen bis zu 6,5 m Höhe untersucht. Die maximalen Kosten für aktiven Schallschutz liegen bei 164 134 €. Es sind somit alle untersuchten Schallschutzmaßnahmen dem Grunde nach als verhältnismäßig anzusehen.

5.6.2 Wirksamkeit der untersuchten Schallschutzmaßnahmen – Gesamtkosten

In der nachfolgenden Tabelle sind die Gesamtkosten der Schutzmaßnahmen und die Wirksamkeit dargestellt.

max. Höhe	Länge	WE überschritten	WE eingehalten	Kosten Schallschutz	Entschädigung	Passiver Schallschutz	Gesamtkosten
Kein Schallschutz		108	-	- €	58 920.83 €	491 333.33 €	550 254.17 €
2 m	240 m	97	11	127 296.00 €	12 454.17 €	430 833.33 €	570 583.50 €
3 m	240 m	97	11	142 944.00 €	11 820.83 €	423 333.33 €	578 098.17 €
4 m	35 m - 4 m 90 m - 3 m 115 m - 4 m	89	19	152 724.00 €	10 020.83 €	394 583.33 €	557 328.17 €
6.5 m	35 m - 4 m 90 m - 3 m 25 m - 4 m 70 m - 6.5 m 20 m - 4 m	77	31	164 134.00 €	7 795.83 €	350 833.33 €	522 763.17 €

Die Anordnung einer Schallschutzwand im Bereich des Querschotts zu T4 führt nicht zur Einhaltung der projektspezifischen Richtwerte an einer Wohneinheit.

5.6.3 Vorschlag Schallschutz für den Bereich T3 südlich Tunnel

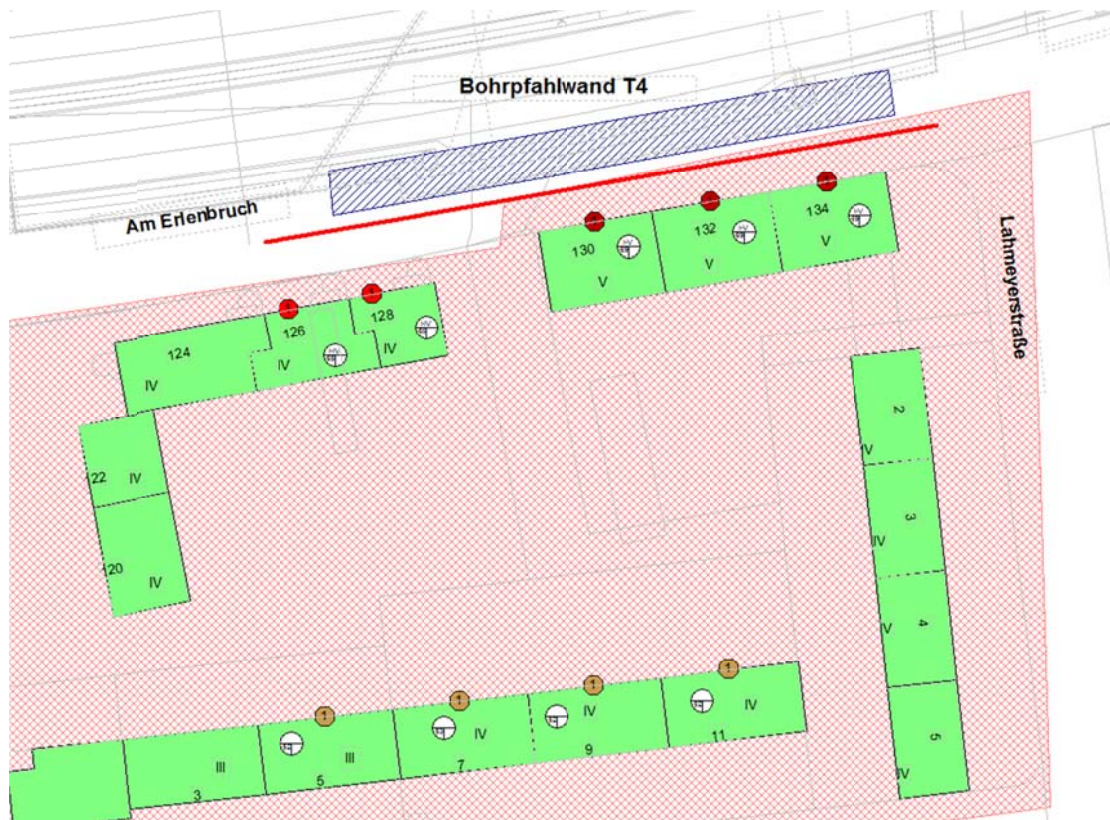
Wie aus der Aufstellung in Punkt 5.6.2 hervorgeht, wird bei einer temporären Schallschutzwand mit 6,5 m Höhe bei 31 von 108 Wohneinheiten der projektspezifische Richtwert eingehalten. Die Einhaltung der projektspezifischen Richtwerte an weiteren Wohneinheiten durch Schallschutzmaßnahmen ist nicht möglich, da aufgrund der Platzverhältnisse die Höhe auf 6,5 m begrenzt ist. Diese Variante weist auch die geringsten Gesamtkosten aus aktiver Schallschutzmaßnahme und Entschädigung/ passiver Schallschutz auf. Die Gesamtkosten der Schallschutzwand mit Entschädigung/ passiv sind geringer als die Kosten für reine Entschädigung/ passiven Schallschutz.

Es wird folgende Schallschutzwand vorgeschlagen:

Temporäre Schallschutzwand		Höhe in m	Länge in m	Lage zum Tunnel	Bemerkung	Baumonat	
von km	bis km					von	bis
Bereich T3 südlich Baufeld							
1+960		4	35	W	Querschott zu T2.2	47	69
1+960	2+050	3	90	S		47	69
2+050	2+075	4	25	S		47	69
2+075	2+145	6,5	70	S		47	69
2+145	2+165	4	20	S		47	69

5.7 Bereich Baugrube T4 – Bohrpfahlwand südlich des Tunnels

Beim Bau des Tunnels im Bereich von Baugrube T4-Bohrpfahlwand treten an den Immissionsorten zwischen Lassallestr. 5 (H_113) und Am Erlenbruch 134 (H_124) Überschreitungen an 9 Gebäuden auf. Dies führt zu einer Überschreitung des projektspezifischen Richtwertes an 44 Wohneinheiten.



Der maximale Beurteilungspegel während eines Arbeitstages im Rahmen der ca. 4 Monate andauernden Bauphase beträgt 74,2 dB(A) und tritt im Baumonat 30 – Woche 3 auf.

Südlich des Tunnelabschnitts T4 sind Schallschutzwandhöhen bis 10 m möglich, da der Verkehr in dieser Bauphase über den Tunnelabschnitt T4 geleitet wird.

Die Lage der möglichen Schallschutzmaßnahmen im Bereich der Baustelle ist mit einer roten Linie gekennzeichnet.

5.7.1 Kosten der als verhältnismäßig anzusehenden Schallschutzmaßnahme

Für den Untersuchungsbereich ergibt sich eine Gesamtsumme von 144 033 € für Entschädigung und passiven Schallschutz ohne Schallschutzmaßnahmen.

Im Rahmen der Untersuchungen zum Schallschutz wurden aktive Schallschutzmaßnahmen bis zu 10 m Höhe untersucht. Die maximalen Kosten für aktiven Schallschutz liegen bei ca. 89 464 €. Es sind somit alle untersuchten Schallschutzmaßnahmen dem Grunde nach als verhältnismäßig anzusehen.

5.7.2 Wirksamkeit der untersuchten Schallschutzmaßnahmen – Gesamtkosten

In der nachfolgenden Tabelle sind die Gesamtkosten der Schutzmaßnahmen und die Wirksamkeit dargestellt.

max. Höhe	Länge	WE überschritten	WE eingehalten	Kosten Schallschutz	Entschädigung	Passiver Schallschutz	Gesamtkosten
Kein Schallschutz		44	-	- €	12 783.33 €	131 250.00 €	144 033.33 €
3 m	90 m	32	12	53 604.00 €	3 487.50 €	131 250.00 €	188 341.50 €
4 m	90 m	24	20	59 472.00 €	1 775.00 €	103 500.00 €	164 747.00 €
5 m	90 m	20	24	65 340.00 €	- €	99 750.00 €	165 090.00 €
6 m	90 m	14	30	71 208.00 €	- €	72 000.00 €	143 208.00 €
7 m	20 m - 6 m 70 m - 7 m	13	31	75 772.00 €	- €	64 000.00 €	139 772.00 €
8 m	20 m - 6 m 70 m - 8 m	10	34	80 336.00 €	- €	48 000.00 €	128 336.00 €
9 m	20 m - 6 m 70 m - 9 m	5	39	84 900.00 €	- €	24 000.00 €	108 900.00 €
10 m	20 m - 6 m 70 m - 10 m	5	39	89 464.00 €	- €	24 000.00 €	113 464.00 €

5.7.3 Vorschlag Schallschutz für den Bereich T4-Bohrpfahlwand südlich Tunnel

Wie aus der Aufstellung in Punkt 0 hervorgeht, wird bei einer temporären Schallschutzwand mit 9 m Höhe bei 39 von 44 Wohneinheiten der projektspezifische Richtwert eingehalten. Eine Erhöhung der Schallschutzwand auf 10 m führt bei keiner weiteren Wohneinheit zu einer Einhaltung des projektspezifischen Richtwertes.

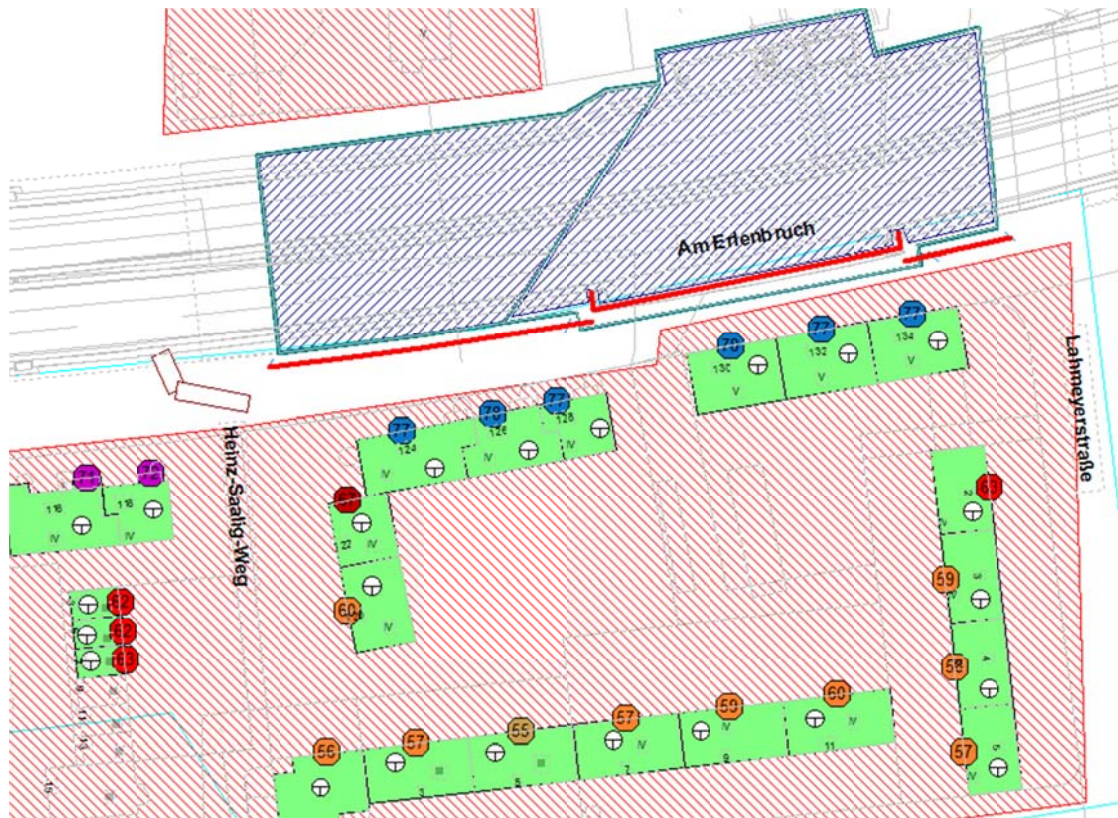
Die geringsten Gesamtkosten aus aktiver Schallschutzmaßnahme mit Entschädigung/ passiver Schallschutz weist eine 9 m hohe Schallschutzwand auf. Die Gesamtkosten der Schallschutzwand mit Entschädigung/ passiv sind geringer als die Kosten für reine Entschädigung/ passiven Schallschutz.

Es wird folgende Schallschutzwand vorgeschlagen:

Temporäre Schallschutzwand		Höhe in m	Länge in m	Lage zum Tunnel	Bemerkung	Baumonat	
von km	bis km					von	bis
Bereich T4-Bohrpfahlwand südlich Baufeld							
2+190	2+210	6	20	S		27	30
2+210	2+280	9	70	S		27	30

5.8 Bereich Baugrube T4 südlich des Tunnels

Beim Bau des Tunnelabschnitts Baugrube T4 treten an den Immissionsorten zwischen Am Erlenbruch 112 (H_97) und Am Erlenbruch 134 (H_124) Überschreitungen an ca. 28 Gebäuden auf. Dies ist verbunden mit einer Überschreitung des projektspezifischen Richtwertes an 145 Wohneinheiten.



5.8.1 Kosten der als verhältnismäßig anzusehenden Schallschutzmaßnahme

Für den Untersuchungsbereich ergibt sich eine Gesamtsumme von 397 331 € für Entschädigung und passiven Schallschutz ohne Schallschutzmaßnahmen.

Im Rahmen der Untersuchungen zum Schallschutz wurden aktive Schallschutzmaßnahmen bis zu 6,5 m Höhe untersucht. Die maximalen Kosten für aktiven Schallschutz liegen bei 104 737 €. Es sind somit alle untersuchten Schallschutzmaßnahmen dem Grunde nach als verhältnismäßig anzusehen.

5.8.2 Wirksamkeit der untersuchten Schallschutzmaßnahmen – Gesamtkosten

In der nachfolgenden Tabelle sind die Gesamtkosten der Schutzmaßnahmen und die Wirksamkeit dargestellt.

max. Höhe	Länge	WE überschritten	WE eingehalten	Kosten Schallschutz	Entschädigung	Passiver Schallschutz	Gesamtkosten
Kein Schallschutz		145	-	- €	47 331.67 €	350 000.00 €	397 331.67 €
3 m	140 m	131	14	83 384.00 €	43 826.67 €	350 000.00 €	477 210.67 €
4 m	140 m	119	26	92 512.00 €	39 935.00 €	342 500.00 €	474 947.00 €
5 m	15 m - 5 m 40 m - 4 m Bohrpfahlwand mit 5 m 25 m - 4 m	112	33	97 402.00 €	37 035.00 €	335 000.00 €	469 437.00 €
6 m	15 m - 6 m 40 m - 4 m Bohrpfahlwand mit 6 m 25 m - 4 m	110	35	102 292.00 €	35 497.50 €	335 000.00 €	472 789.50 €
6.5 m	15 m - 6.5 m 40 m - 4 m Bohrpfahlwand mit 6.5 m 25 m - 4 m	108	37	104 737.00 €	34 580.83 €	335 000.00 €	474 317.83 €

5.8.3 Vorschlag Schallschutz für den Bereich T4-Tunnel südlich Tunnel

Wie aus der Aufstellung in Punkt 5.8.2 hervorgeht, wird bei einer temporären Schallschutzwand mit 6,5 m Höhe bei 37 von 145 Wohneinheiten der projektspezifische Richtwert eingehalten.

Die geringsten Gesamtkosten aus aktiver Schallschutzmaßnahme mit Entschädigung/ passiver Schallschutz weist eine 5 m hohe Schallschutzwand auf. Es werden 33 von 145 möglichen Schutzfällen gelöst. Eine weitere Erhöhung der Schallschutzwand auf der Bohrpfahlwand führt nur noch zu einer geringen Verbesserung der Schallsituation.

Die Schallschutzwand mit einer Höhe von maximal 5 m Höhe wird als Vorzugsvariante vorgeschlagen:

Temporäre Schallschutzwand		Höhe in m	Länge in m	Lage zum Tunnel	Bemerkung	Baumonat	
von km	bis km					von	bis
Bereich T4 südlich Baufeld							
2+150	2+165	5	15	S		70	85
2+165	2+205	4	40	S		70	85
2+200	2+260	5	60	S	Bohrpfahlwand	70	85
2+255	2+280	4	25	S		70	85

5.9 Bereich T5 südöstlich des Tunnels

Beim Bau des Tunnelabschnitts T5 treten an den Immissionsorten zwischen Lassallestr. 3 (H_112) und Am Erlenbruch 134 (H_124) Überschreitungen an 15 Gebäuden auf. Dies ist verbunden mit einer Überschreitung des projektspezifischen Richtwertes an 67 Wohneinheiten.



Der maximale Beurteilungspegel während eines Arbeitstages im Rahmen der ca. 15 Monate andauernden Bauphase beträgt 72,2 dB(A) und tritt im Baumonat 51 – Woche 2 auf.

Südlich des Tunnelabschnitts T5 sind nachfolgende Schallschutzwandhöhen möglich:

- Querschott (40 m) – 10 m
- 40 m – 2 m
- 10 m – 4 m
- 65 m – 10 m

Die Lage der möglichen Schallschutzmaßnahmen im Bereich der Baustelle ist mit einer roten Linie gekennzeichnet.

5.9.1 Kosten der als verhältnismäßig anzusehenden Schallschutzmaßnahme

Für den Untersuchungsbereich ergibt sich eine Gesamtsumme von 201 630 € für Entschädigung und passiven Schallschutz ohne Schallschutzmaßnahmen.

Im Rahmen der Untersuchungen zum Schallschutz wurden aktive Schallschutzmaßnahmen bis zu 6,5 m Höhe untersucht. Die maximalen Kosten für aktiven Schallschutz liegen bei 119 050 €. Es sind somit alle untersuchten Schallschutzmaßnahmen dem Grunde nach als verhältnismäßig anzusehen.

5.9.2 Wirksamkeit der untersuchten Schallschutzmaßnahmen – Gesamtkosten

In der nachfolgenden Tabelle sind die Gesamtkosten der Schutzmaßnahmen und die Wirksamkeit dargestellt.

max. Höhe	Länge	WE überschritten	WE eingehalten	Kosten Schallschutz	Entschädigung	Passiver Schallschutz	Gesamtkosten
Kein Schallschutz		67	-	- €	26 630.00 €	175 000.00 €	201 630.00 €
2 m	155 m	63	4	82 212.00 €	22 005.00 €	56 000.00 €	160 217.00 €
3 m	40 m - 3 m 40 m - 2 m 75 m - 3 m	60	7	90 362.00 €	20 921.67 €	48 000.00 €	159 283.67 €
4 m	40 m - 4 m 40 m - 2 m 75 m - 4 m	57	10	98 512.00 €	20 921.67 €	32 000.00 €	151 433.67 €
5 m	40 m - 5 m 40 m - 2 m 10 m - 4 m 65 m - 5 m	54	13	106 010.00 €	20 921.67 €	16 000.00 €	142 931.67 €
6 m	40 m - 6 m 40 m - 2 m 10 m - 4 m 65 m - 5 m	54	13	108 618.00 €	20 921.67 €	16 000.00 €	145 539.67 €
7 m	40 m - 7 m 40 m - 2 m 10 m - 4 m 65 m - 5 m	50	17	111 226.00 €	20 601.67 €	8 000.00 €	139 827.67 €
8 m	40 m - 8 m 40 m - 2 m 10 m - 4 m 65 m - 5 m	49	18	113 834.00 €	20 601.67 €	- €	134 435.67 €
9 m	40 m - 9 m 40 m - 2 m 10 m - 4 m 65 m - 5 m	49	18	116 442.00 €	20 601.67 €	- €	137 043.67 €
10 m	40 m - 10 m 40 m - 2 m 10 m - 4 m 65 m - 5 m	49	18	119 050.00 €	20 601.67 €	- €	139 651.67 €

5.9.3 Vorschlag Schallschutz für den Bereich T5 südöstlich Tunnel

Wie aus der Aufstellung in Punkt 5.9.2 hervorgeht, wird bei einer temporären Schallschutzwand mit 8 m Höhe bei 18 von 67 Wohneinheiten der projektspezifische Richtwert eingehalten.

Die geringsten Gesamtkosten aus aktiver Schallschutzmaßnahme mit Entschädigung/ passiver Schallschutz weist eine 8 m hohe Schallschutzwand auf. Es werden 18 von 67 möglichen Schutzfällen gelöst. Eine weitere Erhöhung der Schallschutzwand auf der Bohrpfehlwand führt nicht mehr zu einer Verbesserung der Schallsituation. Die Gesamtkosten der Schallschutzwand mit Entschädigung/ passiver Schallschutz sind geringer als reine Entschädigung/ passiver Schallschutz.

Die Schallschutzwand mit einer Höhe von maximal 8 m Höhe wird als Vorzugsvariante vorgeschlagen:

Temporäre Schallschutzwand		Höhe in m	Länge in m	Lage zum Tunnel	Bemerkung	Baumonat	
von km	bis km					von	bis
Bereich T5 südlich Baufeld							
2+279		8	40	W	Querschott zur Leitungsbrücke	46	67
2+275	2+305	2	40	S		46	67
2+305	2+315	4	10	S		46	67
2+315	2+380	5	65	S		46	67

5.10 Bereich Baugrube T6.1 östlich Tunnel

Bei Baumaßnahmen aus diesem Bereich treten keine Überschreitungen der projektspezifischen Richtwerte auf.

5.11 Bereich Baugrube T6.2 östlich des Tunnels

Beim Bau des Tunnels von Baugrube T6.2 tritt an einem Immissionsort im Industriegebiet eine Überschreitung des projektspezifischen Richtwertes von 70 dB(A) im Tageszeitraum auf.

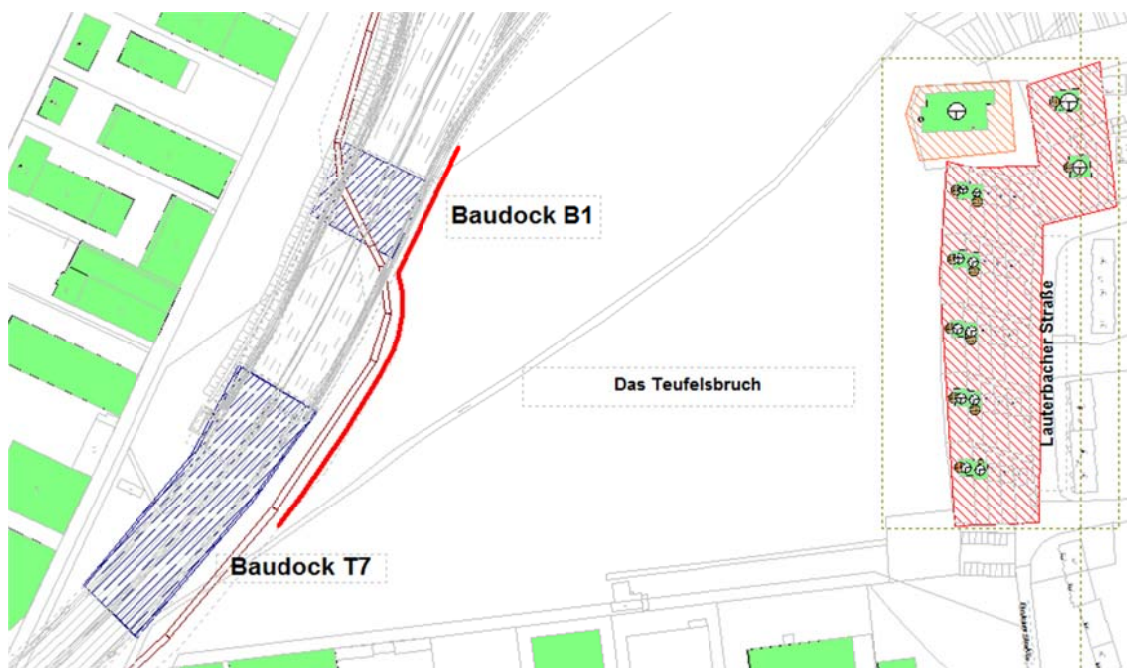
Der maximale Beurteilungspegel während eines Arbeitstages im Rahmen der ca. 15 Monate andauernden Bauphase beträgt 72,7 dB(A) und tritt im Baumonat 44 – Woche 2 auf.

Die Entschädigungssumme bei angenommenen 2 Büroeinheiten beträgt ca. 300 €. Aktiver Schallschutz ist somit als unverhältnismäßig anzusehen.

Für das Gebäude wird eine Entschädigung vorgesehen.

5.12 Bereich Baugrube T7 und B1 östlich Tunnel

Im Bereich T7 bis B1 ist die Bebauung an der Lauterbacher Straße von Überschreitungen des projektspezifischen Richtwerts betroffen.



Beim Bau des Tunnelabschnitte T7 und B1 treten an den Immissionsorten im Bereich der Lauterbacher Straße Überschreitungen an 7 Gebäuden auf. Der maximale Beurteilungspegel während eines Arbeitstages im Rahmen der ca. 15 Monate andauernden Bauphase beträgt 56,7 dB(A) und tritt im Baumonat 15 – Woche 4 auf.

Die Entschädigungssumme für die betroffenen Gebäude beträgt ca. 480 €. Aktiver Schallschutz ist somit als unverhältnismäßig anzusehen.

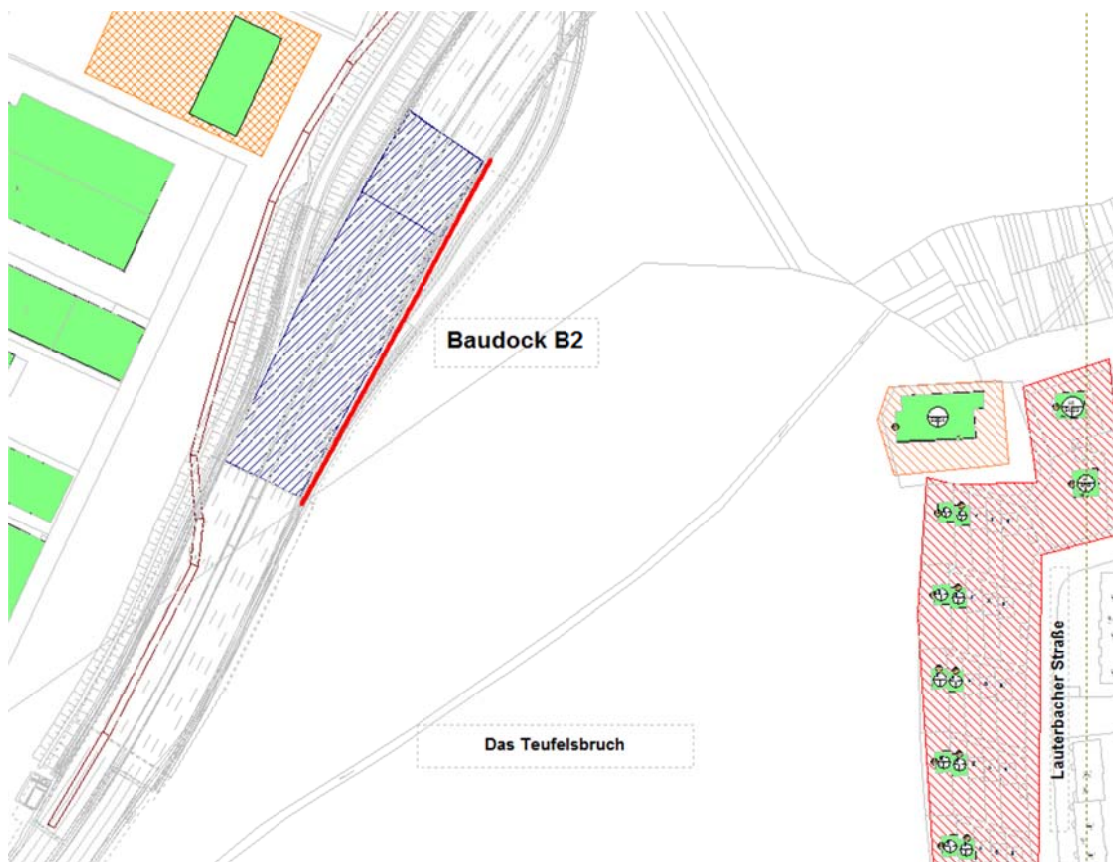
Für die Gebäude wird eine Entschädigung vorgesehen.

Für die Restarbeiten im Bereich B1 in den Monaten 70 bis 78 treten keine Überschreitungen des projektspezifischen Richtwertes auf

5.13 Bereich Baugrube B2 östlich Tunnel

Im Bereich B2 ist die Bebauung an der Lauterbacher Straße von Überschreitungen des projektspezifischen Richtwerts betroffen.

Beim Bau des Tunnelabschnitt B2 treten an den Immissionsorten im Bereich der Lauterbacher Straße Überschreitungen an 13 Gebäuden auf. Dies ist verbunden mit einer Überschreitung des projektspezifischen Richtwertes an 13 Wohneinheiten.



Der maximale Beurteilungspegel während eines Arbeitstages im Rahmen der ca. 13 Monate andauernden Bauphase beträgt 60,6 dB(A) und tritt im Baumonat 59 – Woche 2 auf.

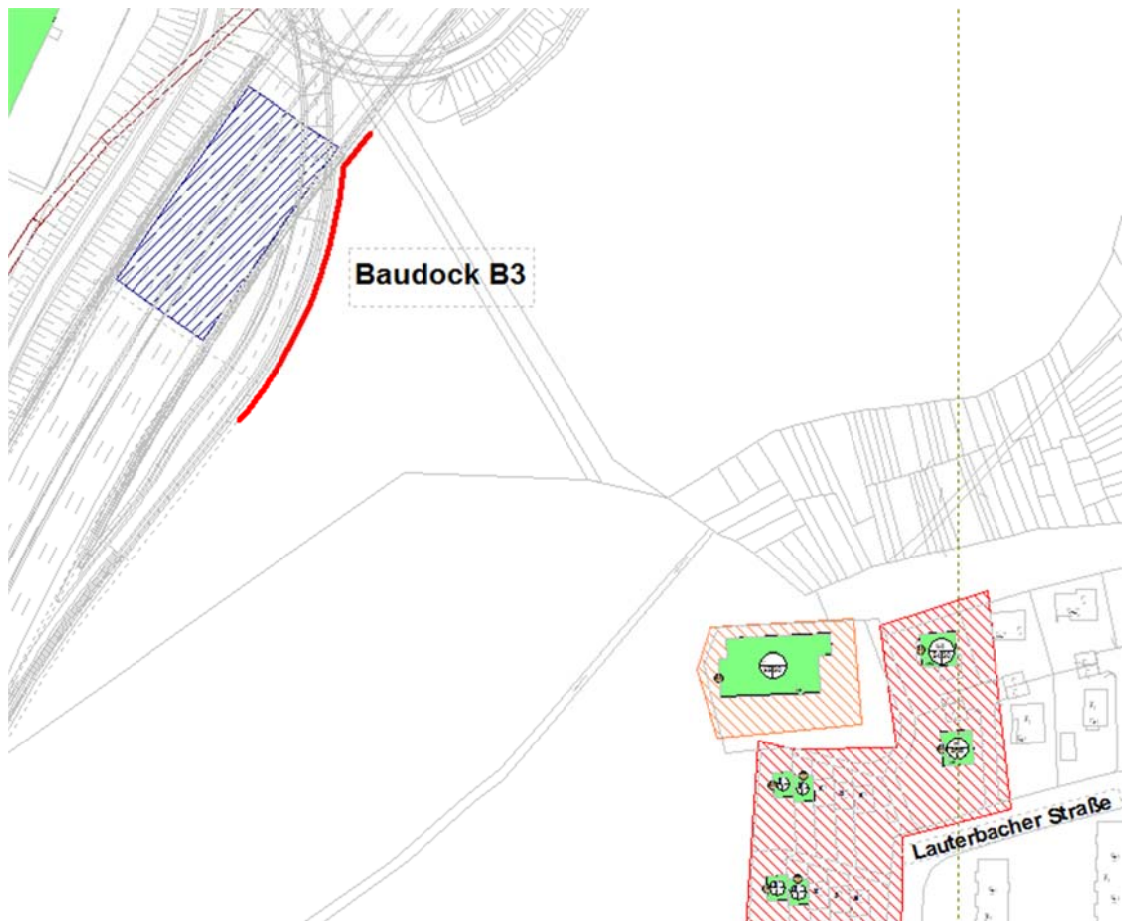
Die Entschädigungssumme für die betroffenen Gebäude beträgt ca. 2 216 €. Aktiver Schallschutz ist somit als unverhältnismäßig anzusehen.

Für die Gebäude wird eine Entschädigung vorgesehen.

5.14 Bereich B3 östlich Tunnel

Im Bereich B3 ist die Bebauung an der Lauterbacher Straße von Überschreitungen des projektspezifischen Richtwerts betroffen.

Beim Bau des Tunnels von B3 treten an den Immissionsorten im Bereich der Lauterbacher Straße Überschreitungen an 2 Gebäuden auf. Dies ist verbunden mit einer Überschreitung des projektspezifischen Richtwertes an 2 Wohneinheiten.



Der maximale Beurteilungspegel während eines Arbeitstages im Rahmen der ca. 8 Monate andauernden Bauphase beträgt 56,2 dB(A) und tritt im Baumonat 54 – Woche 2 auf.

Die Entschädigungssumme für die betroffenen Gebäude beträgt ca. 126 €. Aktiver Schallschutz ist somit als unverhältnismäßig anzusehen.

Für die Gebäude wird eine Entschädigung vorgesehen.

5.15 Bereich Baugrube T6.1 westlich Tunnel

Bei Baumaßnahmen in diesem Bereich treten keine Überschreitungen der projektspezifischen Richtwerte auf.

5.16 Bereich Baugrube T6.2 / T7 westlich Tunnel

Beim Bau des Tunnels von Baugrube T6.2 und T7 tritt an vier Immissionsorten im Industriegebiet eine Überschreitung des projektspezifischen Richtwertes von 70 dB(A) im Tageszeitraum auf.

Der maximale Beurteilungspegel während eines Arbeitstages im Rahmen der ca. 32 Monate andauernden Bauphase beträgt 80 dB(A) und tritt im Baumonat 44 – Woche 2 auf.

Die Entschädigungssumme beträgt bei angenommenen 2 Gewerbeeinheiten ca. 14 300 €. Um den projektspezifischen Richtwert einzuhalten, ist eine 95 m lange und 6,5 m bis 7 m hohe Schallschutzwand notwendig. Die Kosten für eine solche Schallschutzwand betragen ca. 200 Tsd. € und übersteigen damit die Kosten für eine mögliche Entschädigung deutlich mehr als um einen Faktor 5. Aktiver Schallschutz wird deshalb als unverhältnismäßig angesehen.

Für die Gebäude wird eine Entschädigung vorgesehen.

Die Lage der Gebäude und die anspruchsberechtigten Fassaden sind im Lageplan 2 dieser Untersuchung dargestellt.

5.17 Bereich Baugrube B1 bis B3 westlich Tunnel

Beim Bau der Rampenbereiche B1 bis B 3 tritt während 2 Arbeitswochen eine Überschreitung der Richtwerte der AVV-Baulärm auf. Wegen der zeitlichen Kürze der Überschreitung wird aktiver Schallschutz als unverhältnismäßig angesehen.

Für die Gebäude wird eine Entschädigung vorgesehen.

Die Lage der Gebäude und die anspruchsberechtigten Fassaden sind im Lageplan 2 dieser Untersuchung dargestellt.

5.18 Bereich nördlich Tunnel – Vorbereitende Baumaßnahmen – Tunnel T2.2 bis T3

Der Bereich nördlich des Tunnels ist geprägt durch zwei Besonderheiten. Zum einen verläuft hier die bauzeitliche Umfahrung der Baustelle für die Stadtbahn und die Straße in Ost-West-Richtung. Zum anderen befindet sich hier ein ökologischer Tabubereich (Leitbereich), in welchen baulich nicht eingegriffen werden darf.

Unter diesen Gesichtspunkten sind die Möglichkeiten der Anordnung eines aktiven Schallschutzes begrenzt.

Nördlich der bauzeitlichen Umfahrung kann eine bis zu 10 m hohe Schallschutzwand angeordnet werden. Da die Schallschutzwand während der gesamten Bauzeit in der vorgesehenen Lage verbleiben soll, ist eine Tiefgründung notwendig. Es wurden Höhen zwischen 3 m und 10 m untersucht.

Von Hessen Mobil wurden die Kosten für eine 4 m, 6 m und 10 m hohe Schallschutzwand ermittelt. Die Zwischenhöhen wurden linear interpoliert. Es ergeben sich folgende Kostenansätze:

3 m:	580 163 €
4 m:	773 550 €
5 m:	954 045 €
6 m:	1 134 540 €
7 m:	1 323 630 €
8 m:	1 512 720 €
9 m:	1 701 810 €
10 m:	1 890 900 €

Wegen des ökologischen Tabubereichs kann für den Bau des Tunnels in den Abschnitten von Baugrube T2.2 bis T4 nur eine Schallschutzwand mit einer Höhe von 3,0 m zwischen Baustelle und Leitstruktur realisiert werden. Die Kosten dieser Schallschutzmaßnahme betragen 400 980 €.

Die Lage der möglichen Schallschutzmaßnahmen im Bereich der Baustelle ist mit einer roten Linie gekennzeichnet.



5.18.1 Kosten der als verhältnismäßig anzusehenden Schallschutzmaßnahme

Für den Untersuchungsbereich im Bereich der Vatterstraße ergibt sich eine Gesamtsumme von ca. 341 206 € für Entschädigung und passiven Schallschutz ohne Schallschutzmaßnahmen. Unter Berücksichtigung des Faktors 5 ergibt sich ein Kostenrahmen für aktive Schallschutzmaßnahmen von 1 706 030 €.

Die maximalen Kosten für aktiven Schallschutz liegen je nach Bauphase zwischen 1 890 900 € und 2 371 800 €. Diese Kosten liegen über dem ermittelten Kostenrahmen. Bei der Einstufung der Verhältnismäßigkeit der Schallschutzmaßnahme ist jedoch zu bedenken, dass die Schallschutzmaßnahme während der gesamten Bauzeit bestehen bleiben. Eine Abschätzung der genauen Kosten für Entschädigung und passiven Schallschutz über den gesamten Zeitraum ist zum jetzigen Zeitpunkt nicht möglich. Im Zuge des Variantenvergleiches werden deshalb alle untersuchten Schallschutzmaßnahmen dem Grunde nach als verhältnismäßig angesehen und eine Entscheidung im Rahmen einer Gesamtabwägung getroffen.

5.18.2 Wirksamkeit der untersuchten Schallschutzmaßnahmen – Gesamtkosten

Um die Wirksamkeit der möglichen Schallschutzmaßnahmen zu ermitteln, wurde für die drei unterschiedlichen Bauphasen die Wirksamkeit untersucht, um für alle Bauphasen zusammen den günstigsten Schallschutz zu ermitteln. Dabei werden die Wirksamkeit und die Kosten für Entschädigung/ passiven Schallschutz für den lautesten Baumonats ermittelt.

Es wurden folgende Baumonats untersucht:

- Vorbereitende Baumaßnahmen (Monat 1 bis 16): Monat 5 – Woche 3
- Tunnel T2.2: Monat 34 – Woche 2
- Tunnel T3: Monat 54 - Woche 3

In der nachfolgenden Tabelle sind die Gesamtkosten der Schutzmaßnahmen und die Wirksamkeit für Monat 5 – Woche 3 (Vorbereitende Baumaßnahmen) dargestellt.

max. Höhe	Länge	WE überschritten	WE eingehalten	Kosten Schallschutz	Entschädigung	Passiver Schallschutz	Gesamtkosten
Kein Schallschutz		143	-	- €	126 292.50 €	205 000.00 €	331 292.50 €
3 m	385 m	127	16	580 163.00 €	53 700.00 €	200 000.00 €	833 863.00 €
4 m	385 m	114	29	773 550.00 €	47 450.00 €	200 000.00 €	1 021 000.00 €
5 m	385 m	87	56	954 045.00 €	36 587.50 €	180 000.00 €	1 170 632.50 €
6 m	385 m	87	56	1 134 540.00 €	36 587.50 €	180 000.00 €	1 351 127.50 €
7 m	385 m	64	79	1 323 630.00 €	24 862.50 €	180 000.00 €	1 528 492.50 €
8 m	385 m	50	93	1 512 720.00 €	18 987.50 €	160 000.00 €	1 691 707.50 €
9 m	385 m	40	103	1 701 810.00 €	16 662.50 €	140 000.00 €	1 858 472.50 €
10 m	385 m	36	107	1 890 900.00 €	16 662.50 €	120 000.00 €	2 027 562.50 €

In der nachfolgenden Tabelle sind die Gesamtkosten der Schutzmaßnahmen und die Wirksamkeit für Monat 34 – Woche 2 (Tunnel T2.2) dargestellt.

max. Höhe	Länge	WE überschritten	WE eingehalten	Kosten Schallschutz	Entschädigung	Passiver Schallschutz	Gesamtkosten
Kein Schallschutz		272	-	- €	111 206.67 €	230 000.00 €	341 206.67 €
3 m	385 m 410 m - 3m	264	8	1 061 143.00 €	104 921.67 €	230 000.00 €	1 396 064.67 €
4 m	385 m 410 - 3 m	264	8	1 254 530.00 €	104 401.67 €	230 000.00 €	1 588 931.67 €
5 m	385 m 410 - 3 m	258	14	1 435 025.00 €	102 161.67 €	230 000.00 €	1 767 186.67 €
6 m	385 m 410 - 3 m	248	24	1 615 520.00 €	101 486.67 €	190 000.00 €	1 907 006.67 €
7 m	385 m 410 m - 3m	225	47	1 804 610.00 €	97 366.67 €	160 000.00 €	2 061 976.67 €
8 m	385 m 410 m - 3m	221	51	1 993 700.00 €	94 004.17 €	160 000.00 €	2 247 704.17 €
9 m	385 m 410 - 3 m	187	85	2 182 790.00 €	91 034.17 €	160 000.00 €	2 433 824.17 €
10 m	385 m 410 - 3 m	168	104	2 371 880.00 €	83 434.17 €	120 000.00 €	2 575 314.17 €

In der nachfolgenden Tabelle sind die Gesamtkosten der Schutzmaßnahmen und die Wirksamkeit für Monat 54 – Woche 3 (Tunnel T3) dargestellt.

max. Höhe	Länge	WE überschritten	WE eingehalten	Kosten Schallschutz	Entschädigung	Passiver Schallschutz	Gesamtkosten
Kein Schallschutz		269	-	- €	111 206.67 €	230 000.00 €	341 206.67 €
3 m	385 m 410 m - 3m	226	43	1 061 143.00 €	63 630.00 €	140 000.00 €	1 264 773.00 €
4 m	385 m 410 - 3 m	204	65	1 254 530.00 €	52 832.50 €	140 000.00 €	1 447 362.50 €
5 m	385 m 410 - 3 m	187	82	1 435 025.00 €	48 695.00 €	140 000.00 €	1 623 720.00 €
6 m	385 m 410 - 3 m	162	107	1 615 520.00 €	44 625.00 €	120 000.00 €	1 780 145.00 €
7 m	385 m 410 m - 3m	143	126	1 804 610.00 €	38 305.00 €	100 000.00 €	1 942 915.00 €
8 m	385 m 410 m - 3m	126	143	1 993 700.00 €	29 710.00 €	100 000.00 €	2 123 410.00 €
9 m	385 m 410 - 3 m	105	164	2 182 790.00 €	25 110.00 €	60 000.00 €	2 267 900.00 €
10 m	385 m 410 - 3 m	105	164	2 371 880.00 €	22 110.00 €	60 000.00 €	2 453 990.00 €

5.18.3 Vorschlag Schallschutz für den Bereich nördlich Tunnel

Wie aus den Aufstellungen in Punkt 5.18.2 hervorgeht, ist die günstigste Variante zum Schallschutz eine Schallschutzwand mit 3 m Höhe nördlich der Umfahrung in Verbindung mit der Schallschutzwand zwischen Tunnel und Tabuzone mit 3 m Höhe.

Die Wirksamkeit dieser Schallschutzwände ist bezogen auf die Gesamtheit der betroffenen Schutzfälle jedoch gering und liegt zwischen 3% und 16% der Schutzfälle.

Aus Gründen der Wirksamkeit und unter Berücksichtigung der Anforderungen an das Stadtbild sollte eine 6 m hohe Schallschutzwand in Verbindung mit einer 3 m hohen Schallschutzwand im Bereich der Tabuzone vorgesehen werden. Je nach Bauphase erhöht sich die Wirksamkeit auf 10% bis 40%. Diese 6 m hohe Schallschutzwand stellt auch einen annehmbaren Kompromiss zwischen Stadtbild und Wirksamkeit dar. Der ursprünglich ermittelte Kostenrahmen für die Schallschutzmaßnahme wird eingehalten.

Es werden folgende Schallschutzmaßnahmen vorgeschlagen:

Temporäre Schallschutzwand		Höhe in m	Länge in m	Lage zum Tunnel	Bemerkung	Baumonat	
von km	bis km					von	bis
Bereich nördlich bauzeitliche Straßenbahntrasse							
1+820	2+205	6	385	N	parallel zur nördlichen Umfahrung	1	93
Bereich T2.2 bis T5 nördlich Tunnel							
1+813	2+188	3	375	N	parallel zur Leitstruktur	27	30
1+813	2+223	3	410	N	parallel zur Leitstruktur	30	69
1+813	2+150	3	337	N	parallel zur Leitstruktur	70	85

5.19 Bereich Baugrube T4 nördlich Tunnel

Beim Bau des Tunnelabschnitts T4 treten an den Immissionsorten im Bereich Vatterstraße Überschreitungen auf. Die Schallschutzwand zwischen Tunnel und Tabu-Bereich hat keine pegelmindernde Wirkung während der Bauphase zu T4. Die Schallschutzwand mit 6 m Höhe nördlich der Umfahrung bewirkt bei 31 von 200 Wohneinheiten die Einhaltung des projektspezifischen Richtwertes, da ein Teil der nördlich der Umfahrung gelegenen Schallschutzwand mit 6 m im Bereich der Flinschstraße eine Pegelminderung an den betroffenen Wohneinheiten bewirkt. Es verbleiben 169 Schutzfälle.

Die Lage der möglichen Schallschutzmaßnahmen im Bereich der Baustelle ist mit einer roten Linie gekennzeichnet.



Der maximale Beurteilungspegel während eines Arbeitstages im Rahmen der ca. 15 Monate andauernden Bauphase beträgt 71,6 dB(A) und tritt im Baumonats 73 – Woche 1 auf.

5.19.1 Kosten der als verhältnismäßig anzusehenden Schallschutzmaßnahme

Für den Untersuchungsbereich ergibt sich eine Gesamtsumme von 354 422 € für Entschädigung und passiven Schallschutz ohne Schallschutzmaßnahmen. Unter Berücksichtigung des Faktor 5 ergibt sich ein Kostenrahmen für aktive Schallschutzmaßnahmen von 1 772 110 €.

Von Ansatz dieser Summe werden durch die Schallschutzwand nördlich der Umfahrung mit 6 m bereits 1 134 540 € in Anspruch genommen. Es verbleibt eine Summe von 637 570 € für den maximalen aktiven Schallschutz. Es sind somit alle untersuchten Schallschutzmaßnahmen dem Grunde nach als verhältnismäßig anzusehen. Die maximalen Kosten für eine Zusatzwand mit 6,5 m Höhe und 150 m Länge betragen zusätzlich 123 570 €.

5.19.2 Wirksamkeit der untersuchten Schallschutzmaßnahmen – Gesamtkosten

In der nachfolgenden Tabelle sind die Gesamtkosten der Schutzmaßnahmen und die Wirksamkeit dargestellt. Die Kosten für den Schallschutz setzen sich als den Kosten für die 6 m hohe Schallschutzwand (grün unterlegt) nördlich der Umfahrung und die Zusatzkosten für die Schallschutzwand im Bereich von T4 zusammen

max. Höhe	Länge	WE überschritten	WE eingehalten	Kosten Schallschutz	Entschädigung	Passiver Schallschutz	Gesamtkosten
Kein Schallschutz		200	-	- €	184 422.50 €	170 000.00 €	354 422.50 €
6 m nördl. Umfahrung	385 m	169	31	1 134 540.00 €	117 487.50 €	170 000.00 €	1 422 027.50 €
Zusatzwand 3 m	150 m	140	60	1 223 880.00 €	107 750.00 €	170 000.00 €	1 501 630.00 €
Zusatzwand 4 m	150 m	136	64	1 233 660.00 €	107 450.00 €	155 000.00 €	1 496 110.00 €
Zusatzwand 5 m	150 m	129	71	1 243 440.00 €	94 012.50 €	155 000.00 €	1 492 452.50 €
Zusatzwand 6 m	150 m	129	71	1 253 220.00 €	95 512.50 €	155 000.00 €	1 503 732.50 €
Zusatzwand 6.5 m	150 m	122	78	1 258 110.00 €	74 812.50 €	155 000.00 €	1 487 922.50 €

5.19.3 Vorschlag Schallschutz für den Bereich T5 südöstlich Tunnel

Wie aus der Aufstellung in Punkt 5.19.2 hervorgeht, wird bei einer temporären zusätzlichen Schallschutzwand mit 6,5 m Höhe bei 78 von 200 Wohneinheiten der projektspezifische Richtwert eingehalten.

Die geringsten Gesamtkosten aus aktiver Schallschutzmaßnahme mit Entschädigung/ passiver Schallschutz weist eine 6,5 m hohe Schallschutzwand auf. Es werden 78 von 200 möglichen Schutzfällen gelöst.

Die zusätzliche Schallschutzwand mit einer Höhe von 6,5 m Höhe wird als Vorzugsvariante vorgeschlagen:

Temporäre Schallschutzwand		Höhe in m	Länge in m	Lage zum Tunnel	Bemerkung	Baumonat	
von km	bis km					von	bis
Bereich T4 nördlich Tunnel (Anpassung Bereich Leitstruktur)							
2+150	2+285	6,5	150	N	die Mehrlänge ergibt sich im Rahmen der Umfahrungen	70	85

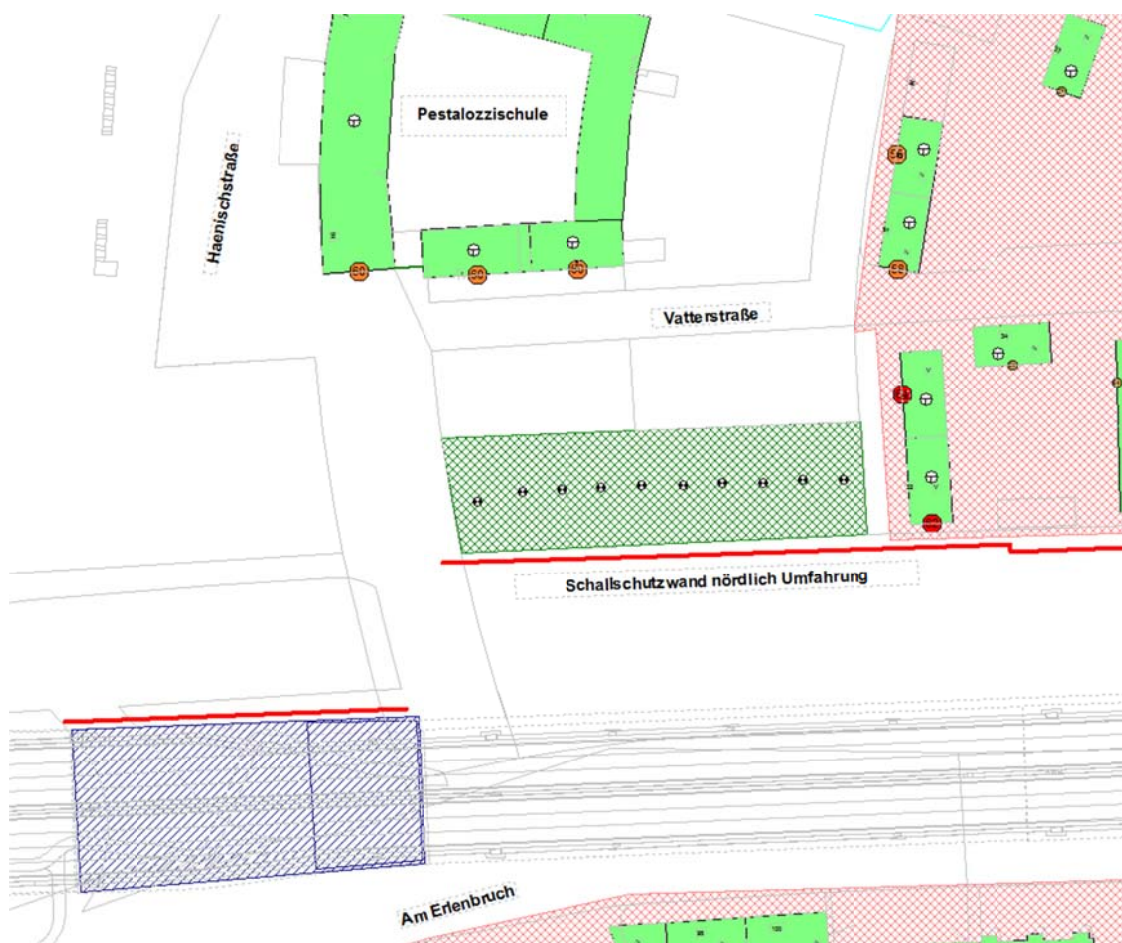
5.20 Bereich Baugrube T5 nördlich Tunnel

Eine Schallschutzmaßnahme im Bereich von T5 trägt zu keiner Verringerung der Beurteilungspegel aus der gleichzeitig laufenden Baumaßnahme von T3 bei. Es werden keine aktiven Schallschutzmaßnahmen vorgesehen.

5.21 Bereich Baugrube T2.1 nördlich Tunnel

Beim Bau des Tunnelabschnitts T2.1 treten an den Immissionsorten im Bereich Vatterstraße Überschreitungen auf. Die Schallschutzwand zwischen Tunnel und Tabu-Bereich hat keine pegelmindernde Wirkung während der Bauphase zu T2.1. Die Schallschutzwand mit 6 m Höhe nördlich der Umfahrung bewirkt bei 18 von 200 Wohneinheiten die Einhaltung des projektspezifischen Richtwertes, da ein Teil der nördlich der Umfahrung gelegenen Schallschutzwand mit 6 m im Bereich der Flinschstraße eine Pegelminderung an den betroffenen Wohneinheiten bewirkt. Es verbleiben 182 Schutzfälle.

Die Lage der möglichen Schallschutzmaßnahmen im Bereich der Baustelle ist mit einer roten Linie gekennzeichnet.



Der maximale Beurteilungspegel während eines Arbeitstages im Rahmen der ca. 10 Monate andauernden Bauphase beträgt 67,6 dB(A) und tritt im Baumonat 19 – Woche 2 auf.

5.21.1 Kosten der als verhältnismäßig anzusehenden Schallschutzmaßnahme

Die Entschädigungssumme für die betroffenen Gebäude beträgt ca. 34 985 €. Unter Berücksichtigung des Faktors 5 ergibt sich ein Kostenrahmen für aktive Schallschutzmaßnahmen von 174 925 €. Durch die Schallschutzwand nördlich der Umfahrung werden die projektspezifischen Richtwerte bereits bei 18 von 200 Wohneinheiten eingehalten. Unter Berücksichtigung des Faktor 5 ergibt sich ein Kostenrahmen für aktive Schallschutzmaßnahmen von 139 940 €.

Da durch die Schallschutzwand nördlich der Umfahrung ca. 10 % der Schutzfälle gelöst werden, kann für den Kostenrahmen ebenfalls ein Betrag von 10 % in Abschlag gebracht werden. Es verbleibt als Kostenrahmen ein Betrag von 125 946 €. Die maximalen Kosten für eine Zusatzwand mit 10 m Höhe und 85 m Länge beträgt zusätzlich 89 420 €. Es sind somit alle untersuchten Schallschutzmaßnahmen dem Grunde nach als verhältnismäßig anzusehen.

5.21.2 Wirksamkeit der untersuchten Schallschutzmaßnahmen

Durch die nördlich der Umfahrung gelegene Schallschutzwand werden 18 vom 120 Schutzfällen gelöst. Durch eine Schallschutzwand im Bereich T2.1 können bei einer Höhe von 10 m maximal 7 Schutzfälle zusätzlich gelöst werden.

max. Höhe	Länge	WE überschritten	WE eingehalten	Kosten Schallschutz	Entschädigung	Passiver Schallschutz	Gesamtkosten
Kein Schallschutz		200	-	- €	34 985.00 €	- €	34 985.00 €
6 m nördl. Umfahrung	385 m	182	18	1 134 540.00 €	21 980.00 €	- €	1 156 520.00 €
Zusatzwand 3 m	85 m	181	19	1 185 166.00 €	21 980.00 €	- €	1 207 146.00 €
Zusatzwand 4 m	85 m	178	22	1 190 708.00 €	20 130.00 €	- €	1 210 838.00 €
Zusatzwand 5 m	85 m	178	22	1 196 250.00 €	20 130.00 €	- €	1 216 380.00 €
Zusatzwand 6 m	85 m	175	25	1 204 563.00 €	20 130.00 €	- €	1 224 693.00 €
Zusatzwand 7 m	85 m	175	25	1 207 334.00 €	20 130.00 €	- €	1 227 464.00 €
Zusatzwand 8 m	85 m	175	25	1 212 876.00 €	20 130.00 €	- €	1 233 006.00 €
Zusatzwand 9 m	85 m	175	25	1 218 418.00 €	19 880.00 €	- €	1 238 298.00 €
Zusatzwand 10 m	85 m	175	25	1 223 960.00 €	19 605.00 €	- €	1 243 565.00 €

5.21.3 Vorschlag Schallschutz für den Bereich T2.1 nördlich Tunnel

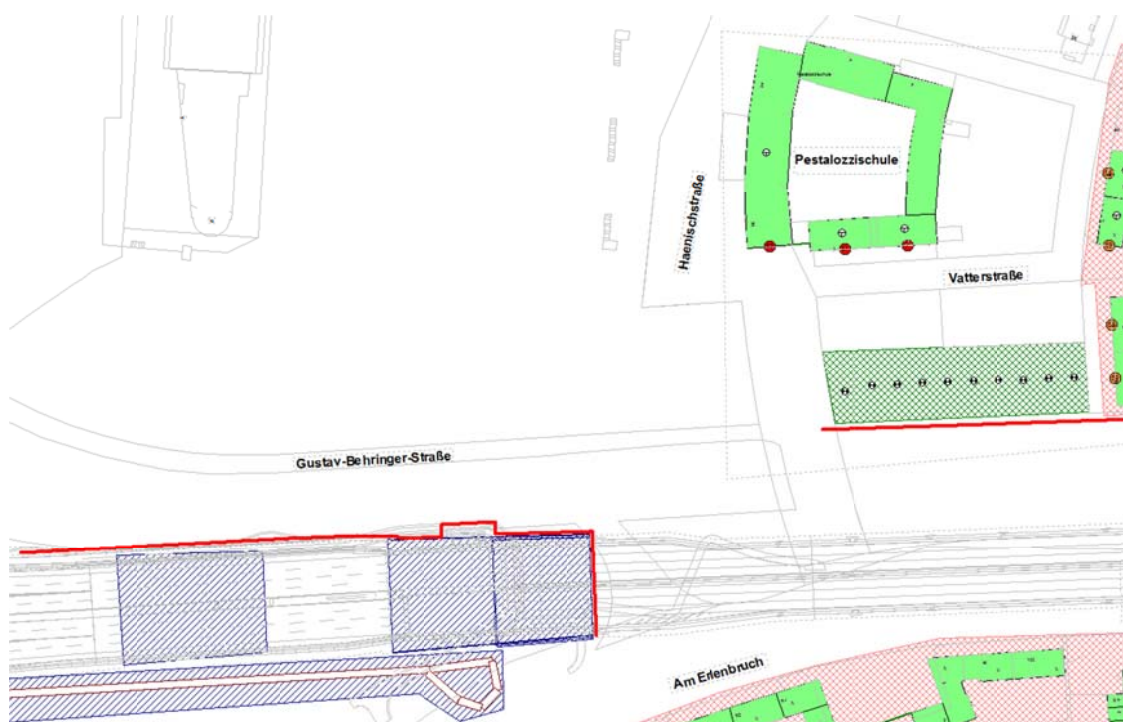
Wie aus der Aufstellung in Punkt 5.21.2 hervorgeht, wird bei einer temporären Schallschutzwand mit 6 m Höhe bei 25 von 200 Wohneinheiten der projektspezifische Richtwert eingehalten. Dies sind 7 Schutzfälle mehr als ohne zusätzliche Schallschutzmaßnahme.

Die geringsten Gesamtkosten aus aktiver Schallschutzmaßnahme mit Entschädigung/ passiver Schallschutz weist eine 3 m hohe Schallschutzwand auf. Es werden 19 von 200 möglichen Schutzfällen gelöst. Da gegenüber dem bereits geplanten Schallschutz nördlich der Umfahrung nur 1 Schutzfall zusätzlich gelöst wird, wird diese Schallschutzmaßnahme als unverhältnismäßig angesehen.

Für die Anwesen wird eine Entschädigung vorgesehen.

5.22 Bereich Baugrube T1 nördlich Tunnel

Beim Bau des Tunnelabschnitts T1 treten an den Immissionsorten im Bereich Vatterstraße Überschreitungen auf. Dies ist verbunden mit einer Überschreitung des projektspezifischen Richtwertes an 229 Wohneinheiten. Die bereits festgelegte aktive Schallschutzmaßnahme nördlich der bauzeitlichen Umfahrung mit 6 m Höhe führt bei 61 Wohneinheiten zur Einhaltung des projektspezifischen Richtwertes.



Der maximale Beurteilungspegel während eines Arbeitstages im Rahmen der ca. 10 Monate andauernden Bauphase beträgt 66,4 dB(A) und tritt im Baumonat 3 – Woche 3 auf.

Nördlich des Tunnelabschnitt T1 ist eine 3 m hohe Schallschutzwand entlang der Baugruben E4, E5 und T1 möglich. Im Bereich des Querschotts ist eine 2 m hohe Schallschutzwand möglich.

Die Lage der möglichen Schallschutzmaßnahmen im Bereich der Baustelle ist mit einer roten Linie gekennzeichnet.

Die Bautätigkeit im Bereich T1 findet in den Baumonaten 1 bis 12 statt. Im gleichen Zeitraum findet auch die Bautätigkeit zur bauzeitlichen Umfahrung und zur Verlegung der Straßenbahn statt. Diese Bautätigkeit findet im gleichen Zeitraum in unmittelbarer Nähe der Gebäude statt.

Die Berechnung zeigt, dass durch die vorgesehene Schallschutzwand nördlich der Umfahrung mit 6 m Höhe bereits 61 von 229 betroffenen Schutzfällen gelöst werden können. Durch eine Zusatzwand mit 3 m Höhe in Bereich von T1 können nur 6 zusätzliche Schutzfälle gelöst werden. Die Kosten von 164 160 € werden als unverhältnismäßig angesehen.

Das Maß der Beeinträchtigung kann für die verbleibenden Wohneinheiten durch die Gewährung einer Entschädigung auf ein zumutbares Maß reduziert werden.

6 Besonders schutzbedürftige Gebäude

Im Hinblick auf die allgemeine Besorgnis, dass es während der Bauzeit zu einer unzumutbaren Lärmsituation kommen könnte, wurden für die in der Öffentlichkeit als besonders schutzbedürftig angesehenen Gebäude eine vertiefende Untersuchung durchgeführt. Hierbei handelt es sich um folgende Gebäude:

- Kindergarten Lauterbacher Straße 18
- Seniorenwohnanlage Am Erlenbruch 24 und 28
- Seniorenwohnanlage Vatterstraße 48
- Pestalozzischule Haenischstraße 16-18
- Kindergarten Vatterstraße 5

Die AVV Baulärm nennt in Nr. 3.1.1 f) [6] Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten als schutzbedürftige Einrichtungen. Die hier genannten Objekte Schule, Kindergärten und Seniorenwohnanlagen werden nicht dieser Kategorie der AVV Baulärm zugeordnet.

Der projektspezifische Richtwert der fünf Gebäude wurde daher aus der bauleitplanerischen Einordnung ihrer Umgebung abgeleitet:

- Kindergarten Lauterbacher Str. 18: 55 dB(A)
- Seniorenwohnanlage Am Erlenbruch 24 und 28: 55 dB(A)
- Seniorenwohnanlage Vatterstraße 48: 55 dB(A)
- Pestalozzischule Haenischstraße 16-18: 55 dB(A)
- Kindergarten Vatterstraße 5: 55 dB(A)

Im Rahmen einer Zusatzuntersuchung wurde bestimmt, ob ein Schulbetrieb bzw. Kindergartenbetrieb während der Bauzeit ohne Einschränkung möglich ist. Hierzu wurden Innenpegel definiert, bei denen aus gutachterlicher Sicht im Unterricht die Sprachverständlichkeit gegeben ist.

Die VDI 2719 [17] gibt in Tabelle 6 hierzu einen Pegelbereich vor. Für Unterrichtsräume wird ein Wert von 30 dB bis 40 dB genannt. Für Wohnräume in Krankenhausgebieten wird ein Wert von 30 dB bis 35 dB bzw. in sonstigen Gebieten ein Wert von 35 dB bis 40 dB genannt. Aus gutachterlicher Sicht wurden folgende Festlegungen getroffen:

- Schule: 35 dB für Klassenzimmer
- Schule: 40 dB für sonstige Räume (Speisezimmer, Lehrerzimmer, Büro)
- Kindergarten 40 dB
- Seniorenwohnanlage 35 dB

Nachfolgend sind die Untersuchungen zum Schallschutz für die einzelnen Gebäude dargestellt.

6.1 Kindergarten Lauterbacher Straße 18

Der Kindergarten Lauterbacher Straße 18 ist Bestandteil der Variantenuntersuchung zu den Bauabschnitten T6.1 bis T7 und B1 bis B3. Die Gesamtabwägung zum Bereich Lauterbacher Straße ist in Kapitel 5 dieser Untersuchung dargestellt. Als projektspezifischer Richtwert wurden 55 dB(A) (siehe Kapitel 3) angesetzt. Die nachfolgenden Ausführungen betrachten den Kindergarten als Einzelobjekt.

Insgesamt ist laut Prognose an dem Objekt über einen Zeitraum von 24 Wochen der projektspezifische Richtwert von 55 dB(A) tags überschritten.

Die Überschreitungen treten während der Baumaßnahme B1 in den Baumonaten 15 und 16 während 4 Wochen mit einem maximalen Beurteilungspegel von 56,4 dB(A) auf. In den Baumonaten 47 bis 54 (Baumaßnahme B3) treten Überschreitungen während 6 Wochen mit einem maximalen Beurteilungspegel von 56,1 dB(A) auf. Weil während der Baumaßnahmen B1 und B3 während kurzer Zeiträume nur geringe Überschreitungen von bis zu 1,4 dB(A) prognostiziert werden, werden aktive Schallschutzmaßnahmen hierfür als unverhältnismäßig angesehen.

Während der Baumaßnahme B2 treten Überschreitungen in den Baumonaten 59 bis 68 während 14 Wochen auf. Der maximale Beurteilungspegel beträgt 60,7 dB(A). Während 8 Wochen in den Baumonaten 59 bis 63 führen die Ankerbohrarbeiten zu einer Überschreitung des projektspezifischen Richtwertes von bis zu 5,7 dB(A). Um den projektspezifischen Richtwert einzuhalten, wäre eine Schallschutzwand mit 150 m Länge und 7 m Höhe notwendig. Die Kosten dieser Schallschutzmaßnahme betragen ca. 128 Tsd. €, was als unverhältnismäßig angesehen wird.

Im Zeitraum der Monate 64 bis 68 finden Betonierarbeiten, das Einbringen des Flächenfilters und das Ziehen der Spundwände statt. In diesem Zeitraum von 5 Monaten beträgt die maximale Überschreitung des projektspezifischen Richtwertes 1,1 dB(A) während 6 Bauwochen; auch hierfür werden aktive Schallschutzmaßnahmen als unverhältnismäßig angesehen.

Für eine Abschätzung möglicher passiver Schallschutzmaßnahmen im Kindergarten wurden folgende Randbedingungen gemäß VDI 2719 [17], [18] in Ansatz gebracht:

- Grundfläche des Raumes: 30 m²
- Äquivalente Absorptionsfläche des Raumes: 0,8 * Grundfläche
- Fläche Außenwand: 15 m²
- 5 m² Wand mit einem Schalldämm-Maß von 50 dB
- 15 m² Fensterfläche mit einem Schalldämm-Maß von 32 dB (Isolierverglasung)
- Korrektursummand K der VDI 2719 = 6 dB
- Zielpiegel 40 dB im Innenraum

Unter Berücksichtigung dieser Randbedingungen kann – bei geschlossenen Fenstern – ein Innenpegel von 35 dB(A) eingehalten werden. Dieser Wert liegt um 5 dB(A) unter dem angestrebten Innenpegel im Raum von 40 dB. Die vorhandene Bausubstanz erfüllt somit voraussichtlich die notwendigen Anforderungen.

Weiter wurde untersucht, ob auf dem Spielplatz der projektspezifische Richtwert von 55 dB(A) überschritten ist. Die Berechnung ergab, dass während der Bauphase B1 für 4 Wo-

chen der projektspezifische Richtwert mit maximal 56,5 dB(A) überschritten wird. In der Bauphase B3 tritt keine Überschreitung des projektspezifischen Richtwertes auf. In der Bauphase B2 tritt eine Überschreitung während 7 Wochen mit einem maximalen Beurteilungspegel von 59,2 dB(A) auf. Zur Einhaltung des projektspezifischen Richtwertes wäre eine Schallschutzwand mit 150 m Länge und 6 m Höhe notwendig. Die Kosten hierfür betragen ca. 118 Tsd. € und werden als unverhältnismäßig angesehen.

Unter Berücksichtigung der besonderen Schutzbedürftigkeit für den Kindergarten an der Lauterbacher Straße 18 werden abweichend zu den Festlegungen gemäß Kapitel 5.2.2 passive Schallschutzmaßnahmen dem Grunde nach vorgesehen. Die Annahmen der Abschätzung werden anhand der konkreten Bausubstanz überprüft werden. Für den betroffenen Spielplatz besteht Anspruch auf Entschädigung.

6.2 Seniorenwohnanlage - Am Erlenbruch 24 und 28

In den Seniorenwohnanlagen Am Erlenbruch 24 und 28 werden die projektspezifischen Richtwerte während der gesamten Bauzeit nicht überschritten.

Am Gebäude „Am Erlenbruch 24“ wurde aufgrund der Vorbelastung durch Straßenverkehr (66 bis 69 dB(A)) ein projektspezifischer Richtwert von 64 dB(A) festgelegt. Der maximale Beurteilungspegel beträgt 61,6 dB(A) im 8.OG. Am Gebäude „Am Erlenbruch 28“ wurde aufgrund der Vorbelastung durch Straßenverkehrslärm in Höhe von rund 70 dB(A) ein projektspezifischer Richtwert von 67 dB(A) festgelegt. Der maximale Beurteilungspegel beträgt 63,5 dB(A) im 4.OG.

Es sind keine zusätzlichen Schallschutzmaßnahmen notwendig.

6.3 Seniorenwohnanlage – Vatterstraße 48

Die Seniorenwohnanlage Vatterstr. 48 war Bestandteil der Variantenuntersuchung zum Bereich Nord von T1 bis T5. Die Gesamtabwägung zu diesem Bereich ist in Kapitel 5 dieser Untersuchung dargestellt. Die nachfolgenden Ausführungen betrachten die Seniorenwohnanlage als Einzelobjekt. Als projektspezifischer Richtwert wurde aufgrund der Vorbelastung 56 dB(A) festgelegt (siehe Kapitel 3).

Im Gebäude sind 65 Wohneinheiten über 5 Vollgeschosse verteilt.

Am höchsten von Überschreitungen des projektspezifischen Richtwertes ist die Südfassade des Gebäudes betroffen. Mit den vorgesehenen temporären aktiven Schallschutzmaßnahmen ergeben sich nachfolgende Ergebnisse über die gesamte Bauzeit. Für die Ausweisung von zusätzlichen Schutzmaßnahmen werden nachfolgend die Kriterien gemäß Kapitel 5.2 herangezogen.

Geschoss	ohne temporären Schallschutz				mit temporären Schallschutz			
	Bauzeit-Leq [dB(A)]	Maximaler Wochen-Leq [dB(A)]	Wochen mit Leq > 56 dB(A) (PRW)	weitergehender Anspruch	Bauzeit-Leq [dB(A)]	Maximaler Wochen-Leq [dB(A)]	Wochen mit Leq > 56 dB(A) (PRW)	weitergehender Anspruch
EG	58.6	69.2	125	Ent.	50.0	58.4	5	Ent.
1.OG	59.3	70.3	131	PSS	55.4	66.3	88	Ent.
2.OG	59.9	71.3	153	PSS	57.9	68.7	121	Ent.
3.OG	60.5	72.2	164	PSS	58.8	70.0	133	PSS
4.OG	61.0	73.1	174	PSS	59.5	70.6	144	PSS

Ent: Entschädigung

PSS: passiver Schallschutz

Würde man für den Bereich nördlich der Straßenbahnumfahrung keinen aktiven Schallschutz vorsehen, so wäre bei allen 65 Wohneinheiten der projektspezifische Richtwert überschritten. Gemäß den Kriterien für passive Schallschutzmaßnahmen (siehe Kapitel 5.2.2) bestünde im 1.OG bis 4.OG ein Anspruch auf passive Schallschutzmaßnahmen dem Grunde nach.

Im Rahmen der Gesamtabwägung für diesen Bereich wird eine 6 m hohe Schallschutzwand in Verbindung mit einer 3 m hohen Schallschutzwand zwischen Tunnel und Tabuzone vorgesehen. Diese Schallschutzwände bewirken je nach Bauphase eine Pegelminderung von bis zu 13 dB(A) im Erdgeschoss und bis zu 3 dB(A) im 4.OG. Die Überschreitung des projektspezifischen Richtwertes wird im Erdgeschoss von 125 Wochen auf 5 Wochen verringert. Im 4.OG tritt eine Überschreitung des projektspezifischen Richtwertes noch in 144 Wochen auf. Der maximale Beurteilungspegel wird auf 70,6 dB(A) begrenzt. Der notwendige passive Schallschutz dem Grunde nach begrenzt sich auf das 3. OG und 4.OG.

Im Rahmen der detaillierten Betrachtung des Baumonats 54, in welchem die höchste Belastung für das Gebäude erfolgt, zeigt sich, dass durch eine Erhöhung der Schallschutzwand auf 10 m die Beurteilungspegel weiter gesenkt werden können.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die zusätzliche Verbesserung der Beurteilungspegel am Gebäude, wenn die vorgesehene 6 m hohe Schallschutzwand nördlich der Umfahrung auf 10 m erhöht würde.

Geschoss	Pegelminderung in dB(A) 6 m Schallschutz	Pegelminderung in dB(A) 10 m Schallschutz	Verbesserung in dB(A) 6 m auf 10 m
EG	-13.2	-16.2	-3.0
1.OG	-8.1	-15	-6.9
2.OG	-4.3	-11	-6.7
3.OG	-3.9	-4.2	-0.3
4.OG	-3.1	-3.3	-0.2

Die Tabelle zeigt, dass eine Erhöhung der Schallschutzwand von 6 m auf 10 m in den oberen betroffenen Geschossen nur noch eine geringe zusätzliche Pegelminderung zur Folge hat. Einzig im 1. und 2. OG ist eine deutliche Verbesserung der Schallsituation zu verzeichnen. In diesen beiden Geschossen wird durch eine 6 m hohe Schallschutzwand der Beurteilungspegel bereits so weit abgesenkt, dass nach den Kriterien zur Gewährung von passivem Schallschutz nur eine Entschädigung vorzusehen ist. Durch die höhere Schallschutzwand wird die Höhe der Entschädigung geringfügig verringert. Der Umfang für den passiven Schallschutz ändert sich durch eine Erhöhung der Schallschutzwand nicht, da der anzusetzende Beurteilungspegel nicht nachhaltig gesenkt wird. Unter diesen Gesichtspunkten werden die Mehrkosten von ca. 756 Tsd. € für eine Erhöhung der Schallschutzwand von 6 m auf 10 m als unverhältnismäßig angesehen.

Für eine Abschätzung von passiven Schallschutzmaßnahmen in der Seniorenwohnanlage wurden folgende Randbedingungen gemäß VDI 2719 [17] in Ansatz gebracht:

- Grundfläche des Raumes: 24 m²
- Äquivalente Absorptionsfläche des Raumes: 0,8 * Grundfläche
- Fläche Außenwand: 10 m²
- 8 m² Wand mit einem Schalldämm-Maß von 50 dB
- 2 m² Fensterfläche mit einem Schalldämm-Maß von 32 dB (Isolierverglasung)
- Korrektursummand K der VDI 2719 = 6 dB
- Zielpegel 35 dB im Innenraum

Unter Berücksichtigung dieser Randbedingungen kann bei geschlossenen Fenstern ein Innenpegel von 33 dB eingehalten werden. Dieser Wert liegt um 2 dB unter dem angestrebten Innenraumpegel von 35 dB. Die vorhandene Bausubstanz erfüllt somit voraussichtlich die notwendigen Anforderungen. Im Erdgeschoss beträgt unter diesen Randbedingungen der Innenpegel weniger als 30 dB.

Unter Berücksichtigung der besonderen Schutzbedürftigkeit der Seniorenwohnanlage Vaterstr. 48 werden abweichend zu den Festlegungen gemäß Kapitel 5.2.2 passive Schallschutzmaßnahmen dem Grunde nach, mit Ausnahme des Erdgeschosses auf der Süd- und Westfassade, vorgesehen. Hierbei wird die oben getroffene Abschätzung anhand der tatsächlich vorhandenen örtlichen Gegebenheiten überprüft und ggf. notwendige Schutzmaßnahmen werden vorgesehen. Im Erdgeschoss wird auf der Süd- und Westfassade kein passiver Schallschutz dem Grunde nach vorgesehen, da die Beurteilungspegel nur an 5 Wochen (Südfassade) bzw. 6 Wochen (Westfassade) den projektspezifischen Richtwert überschreiten und gemäß Ansatz eines Standardraumes Innenpegel von weniger als 30 dB(A) zu erwarten sind.

Für Außenwohnbereiche mit Überschreitung des projektspezifischen Richtwertes besteht Anspruch auf Entschädigung.

6.4 Pestalozzischule – Haenischstraße 16-18

Die Pestalozzischule war Bestandteil der Variantenuntersuchung zu dem Bereich Nord von T1 bis T5. Die Gesamtabwägung zu diesem Bereich ist in Kapitel 5.18 dieser Untersuchung dargestellt. Die nachfolgenden Ausführungen betrachten die Pestalozzischule als Einzelobjekt.

Die Vorbelastung durch Verkehrsräusche (Straße/U-Bahn) beträgt zwischen 57 und 58 dB(A). Diese Vorbelastung liegt zwischen dem Richtwert für die Gebietsnutzung „vorwiegend Wohnungen“ und „sowohl Wohnungen als auch Gewerbe“ der AVV Baulärm. Unter diesem Gesichtspunkt wurde als projektspezifischer Richtwert 55 dB(A) tags festgelegt. Dies entspricht dem Richtwert der AVV Baulärm für „vorwiegend Wohnen“.

Am höchsten von Überschreitungen des projektspezifischen Richtwertes ist die Südfassade des Gebäudes betroffen. Mit den vorgesehenen temporären aktiven Schallschutzmaßnahmen ergeben sich nachfolgende Ergebnisse über die gesamte Bauzeit. Für die Ausweisung von zusätzlichen Schutzmaßnahmen werden nachfolgend die Kriterien gemäß Kapitel 5.2 herangezogen.

Geschoss	ohne temporären Schallschutz				mit temporären Schallschutz			
	Bauzeit-Leq [dB(A)]	Maximaler Wochen-Leq [dB(A)]	Wochen mit Leq > 55 dB(A) (PRW)	weitergehen-der Anspruch	Bauzeit-Leq [dB(A)]	Maximaler Wochen-Leq [dB(A)]	Wochen mit Leq > 55 dB(A) (PRW)	weitergehen-der Anspruch
EG	54.6	63.4	115	Ent.	53.7	63.0	89	Ent.
1.OG	54.9	63.8	121	Ent.	54.1	63.4	96	Ent.
2.OG	55.3	64.2	130	Ent.	54.6	63.8	108	Ent.
3.OG	55.7	64.5	136	Ent.	55.1	64.2	120	Ent.

Würde man für den Bereich nördlich der Stadtbahnumfahrung keinen aktiven Schallschutz vorsehen, so würde der projektspezifische Richtwert zwischen 115 und 136 Wochen überschritten werden. Der maximale Beurteilungspegel beträgt in diesem Fall 63,4 dB(A) im EG bzw. 64,5 dB(A) im 3.OG.

Im Rahmen der Gesamtabwägung für diesen Bereich wird eine 6 m hohe Schallschutzwand in Verbindung mit einer 3 m hohen Schallschutzwand zwischen Tunnel und Tabuzone vorgesehen. Diese Schallschutzwand bewirkt je nach Bauphase eine Pegelminderung von bis zu 1,7 dB(A) im Erdgeschoss. Im 3.OG beträgt die Pegelminderung bis zu 1,1 dB(A). Die Überschreitung des projektspezifischen Richtwertes wird im Erdgeschoss von 115 Wochen auf 89 Wochen verringert. Im 3.OG tritt eine Überschreitung des projektspezifischen Richtwertes in 120 Wochen auf. Der maximale Beurteilungspegel wird auf 64,2 dB(A) begrenzt.

Im Rahmen der detaillierten Betrachtung des Baumonats 34 (Baumaßnahme T2.2), welche neben der Baumaßnahme T2.1 die höchste Belastung für das Gebäude darstellt, könnte durch eine Erhöhung der Schallschutzwand auf 10 m der Beurteilungspegel weiter gesenkt werden.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die zusätzliche Verbesserung der Beurteilungspegel am Gebäude, wenn die vorgesehene 6 m hohe Schallschutzwand nördlich der Umfahrung auf 10 m erhöht wird.

Geschoss	Pegelminderung in dB(A) 6 m Schallschutz	Pegelminderung in dB(A) 10 m Schallschutz	Verbesserung in dB(A) 6 m auf 10 m
EG	-1.7	-5.2	-3.5
1.OG	-1.6	-4.4	-2.8
2.OG	-1.1	-3.5	-2.4
3.OG	-1.1	-2.6	-1.5

Die Tabelle zeigt, dass in allen Geschossen eine Verbesserung der Schallsituation zu verzeichnen ist. In allen Geschossen wird jedoch durch eine 6 m hohe Schallschutzwand der Beurteilungspegel bereits so weit abgesenkt, dass nach den Kriterien zur Gewährung von passivem Schallschutz keine Maßnahme vorzusehen ist. Durch die Schallschutzwand wird nur die Höhe der Überschreitung verringert. Unter diesen Gesichtspunkten werden die Mehrkosten von ca. 676 Tsd. € für eine Erhöhung der Schallschutzwand von 6 m auf 10 m als unverhältnismäßig angesehen.

Die relativ geringe Wirksamkeit der 6 m hohen Schallschutzwand ist darauf zurückzuführen, dass diese an der Haenischstraße endet. Eine Anordnung der Schallschutzwand über die Haenischstraße hinweg ist nicht möglich, da die Straße als Zufahrt zur Schule und in die Vatterstraße dient. Um die Schallschutzwand nach Westen zu verlängern, müsste deswegen eine alternative Zufahrt zu diesem Bereich geschaffen werden. Die Anfahrt zur Schule würde sich um ca. 700 m verlängern.

Im Rahmen der Abwägung wurde die Schließung der Haenischstraße und die Anordnung einer Schallschutzwand mit 260 m Länge über die Straße hinweg untersucht. Eine Wirksamkeit dieser Schallschutzmaßnahme ist in den Monaten 1 bis 29 gegeben, da die Baumaßnahmen ab Monat 30 durch die bereits vorgesehene Schallschutzmaßnahme mit 6 m Höhe nördlich der Umfahrung abgeschirmt werden. Die Ergebnisse für den Baumonat 19 (Baugrube T2.1) zeigen, dass diese Schallschutzwand zu einer weiteren Pegelminderung führt. In der nachfolgenden Tabelle ist die zusätzliche Verbesserung der Beurteilungspegel am Gebäude dargestellt, wenn die vorgesehene 6 m hohe Schallschutzwand nördlich der Umfahrung um 260 m verlängert wird und auf 6 m bis 10 m erhöht wird.

Geschoss	Pegelminderung in dB(A) Zusatzwand 260 m 6 m Höhe	Pegelminderung in dB(A) Zusatzwand 260 m 8 m Höhe	Pegelminderung in dB(A) Zusatzwand 260 m 10 m Höhe
EG	-3.4	-6.7	-9.2
1.OG	-2.3	-5.4	-8.2
2.OG	-1.7	-3.7	-6.9
3.OG	-1.7	-2.7	-5.2
Zusatzkosten	766 183.00 €	1 021 577.00 €	1 276 971.00 €

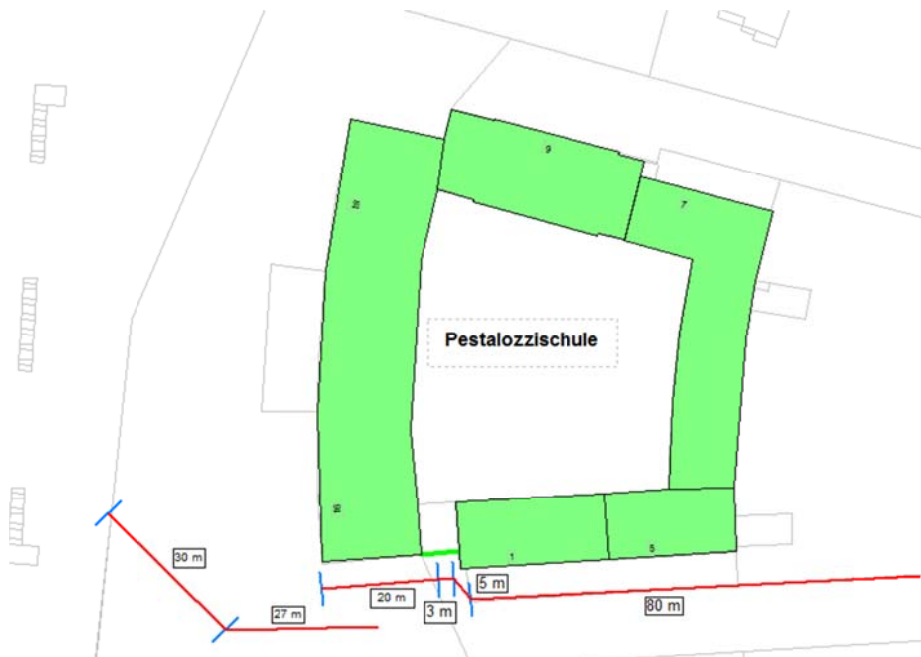
Wie die Tabelle zeigt, würde eine Verlängerung der Schallschutzwand um 260 m für die Monate 1 bis 34 zu einer Verbesserung der Schallsituation an der Pestalozzischule führen. Der projektspezifische Richtwert wird im 2.OG und 3.OG auch bei einer 10 m hohen Schallschutzwand weiter überschritten. Der maximale Beurteilungspegel im 3.OG beträgt 59,0 dB(A). Da die Schallschutzwand jedoch Mehrkosten von 766 Tsd. € bis zu 1,27 Mio. € verursacht, wird diese Schallschutzmaßnahme als unverhältnismäßig angesehen.

Zusätzlich wurde eine Verlängerung der Schallschutzwand nur nördlich der Gustav-Behringer-Straße mit einer Länge von 50 m und einer Höhe von 6 m für die Baugrube T2.1 untersucht. Diese Maßnahme führt nur zu einer geringen Pegelminderung von ca. 0,5 bis 0,7 dB(A). Die Kosten hierfür würden ca. 145 Tsd. € betragen. Unter diesen Gesichtspunkten

wird auch die Anordnung einer Schallschutzwand nur nördlich der Gustav-Behringer-Straße mit 50 m Länge als unverhältnismäßig angesehen.

Zusätzlich wurde untersucht, welche Wirksamkeit die Anordnung einer Schallschutzwand im Bereich des Gehweges vor der Schule hat.

In der nachfolgenden Abbildung ist die Lage der Schallschutzwand dargestellt.



Im Rahmen dieser Zusatzuntersuchung wurden Wandhöhen von 6 m, 8 m und 10 m untersucht. Die Untersuchung hierfür wurde für den Baumonat 19 (Baumaßnahme T2.1) durchgeführt, da in diesem Bauabschnitt die Vorzugsvariante nur eine Pegelminderung von maximal 0,5 dB(A) aufweist und somit die Wirksamkeit der zusätzlichen Schallschutzwand am besten erfasst wird.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Ergebnisse für die unterschiedlichen Höhen im Bereich der Pestalozzischule und die Vorzugsvariante (6 m hohe Schallschutzwand nördlich der Umfahrung und 3 m hohe Schallschutzwand zwischen Tunnel und Tabuzone).

Pestalozzischule					
	Pegelminderung durch Schallschutz in dB(A)				
	Geschoss	Vorzugsvariante	6 m	8 m	10 m
Westfassade	EG	-0.1	-6.4	-10.1	-12.5
	1.OG	-0.1	-2.6	-6.1	-10.0
	2.OG	0.0	0.0	-2.8	-5.6
	3.OG	-0.1	-0.1	-0.1	-1.5
Südfassade	EG	-0.5	-12.0	-16.3	-18.8
	1.OG	-0.3	-1.1	-9.9	-15.5
	2.OG	-0.3	-0.3	-1.3	-7.2
	3.OG	-0.3	-0.3	-0.3	-0.4

Die Ergebnisse zeigen, dass eine 6 m hohe Schallschutzwand nur im EG und 1.OG zu einer Pegelminderung führt. Erst ab einer Höhe von 10 m sind deutliche Pegelminderungen von

EG bis zum 2.OG zu erreichen. Im 3.OG wirkt selbst eine 10 m hohe Schallschutzwand praktisch nicht.

Für die weiteren Untersuchungen zum Gesamtbauzeitraum wurde eine 10 m hohe Schallschutzwand unterstellt. Die Kosten dieser Schallschutzwand (165 m Länge) betragen ca. 810 Tsd. €.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Wirksamkeit der zusätzlichen Schallschutzwand auf der Südfassade, wenn die gesamte Bauzeit betrachtet wird.

Geschoss	ohne temporären Schallschutz				mit temporären Schallschutz			
	Bauzeit-Leq [dB(A)]	Maximaler Wochen-Leq [dB(A)]	Wochen mit Leq > 55 dB(A) (PRW)	weitergehen-der Anspruch	Bauzeit-Leq [dB(A)]	Maximaler Wochen-Leq [dB(A)]	Wochen mit Leq > 55 dB(A) (PRW)	weitergehen-der Anspruch
EG	54.6	63.4	115	Ent.	42.0	49.4	0	---
1.OG	54.9	63.8	121	Ent.	45.6	53.2	0	---
2.OG	55.3	64.2	130	Ent.	50.5	58.6	24	Ent.
3.OG	55.7	64.5	136	Ent.	55.0	64.1	119	Ent.

Die obige Tabelle zeigt, dass eine 10 m hohe Schallschutzwand zu einer deutlichen Verbesserung der Schallsituation auf der Südfassade führt. Im Erdgeschoss und 1.OG wird der projektspezifische Richtwert eingehalten. Im 2. OG verringert sich die Überschreitung gegenüber der Vorzugsvariante von 130 auf 24 Wochen und der maximale Beurteilungspegel von 63,8 dB(A) auf 58,6 dB(A). Im 3.OG beträgt die Verringerung gegenüber der Vorzugsvariante 0,1 dB(A) und 119 statt 136 Woche mit Überschreitung des projektspezifischen Richtwerts.

Um entscheiden zu können, ob die Kosten von ca. 810 Tsd. € für die zusätzliche Schallschutzwand im Bereich der Haenischstraße als verhältnismäßig anzusehen sind, wurde noch berechnet, inwieweit die vorhandene Bausubstanz mit Vorzugsvariante die Anforderungen an Unterrichtsräume gemäß VDI 2719 einhält.

Hierzu wurden folgende allgemeine Annahmen getroffen:

- Äquivalente Absorptionsfläche des Raumes: $0,8 \cdot \text{Grundfläche}$
- Korrektursummand K der VDI 2719 = 6 dB
- Wand mit einem Schalldämm-Maß von 48 dB
- Fenster – Isolierverglasung: Schalldämm-Maß von 32 dB
- Fenster – Oberlichter: Schalldämm-Maß von 27 dB
- Innenraumzielpegel: 35 dB für Unterrichtsräume
- Innenraumzielpegel: 40 dB für sonstige Räume

In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Berechnungen dokumentiert:

Raum	Geschoss	Grundfläche in m²	Höhe in m	Außenwandfläche in m²	Fensterfläche in m²	Oberlichter in m²	Ziellinnenpegel in dB	Ergebnis Innenpegel in dB	Zusätzliche Maßnahmen
Mensa	EG	81.5	3.54	34.9	10.9	-	40	32	nein
Aula	EG	188.9	7.5	125	32.1	3	40	34	nein
Werkraum	EG	60.5	3.54	23.6	10.4	-	35	31	nein
Klassenz. 110	1.OG	62.7	3.7	26.3	9.2	2	35	37	ja
Klassenz. 111	1.OG	61.4	3.7	20.3 + 22.6	3.3 + 11.5	2	35	37	ja
Klassenz. 112	1.OG	61.5	3.7	22.6	11.5	3	35	37	ja
Klassenz. 113	1.OG	28.9	3.7	8.8	4.6	1	35	36	ja
Büro 114	1.OG	32.2	3.7	15.9	6.9	1	40	34	nein
Erw. Betreuung 115	1.OG	61.5	3.7	21.4	11.6	3	35	34	nein
Klassenz. 116	1.OG	61.2	3.7	21.4 + 20.4	11.6 + 3.3	2	35	34	nein
Klassenz. 221	2.OG	66.2	3.7	26.3 + 22.9	11.6 + 1.2	2	35	37	ja
Klassenz. 222	2.OG	63.9	3.7	20.5 + 22.9	3.8 + 11.6	2	35	37	ja
Klassenz. 223	2.OG	63.1	3.7	21.5	11.5	3	35	37	ja
Büro 224.1	2.OG	24.3	3.7	8.2	4.6	1	40	37	nein
Büro 224	2.OG	39.4	3.7	15.7	4.6 + 1.2	1	40	34	nein
Büro 225.1	2.OG	35.4	3.7	16.1	4.3	-	40	32	nein
Lehrerz. 227	2.OG	72.1	3.7	24.4	14.7	-	40	34	nein
Klassenz. 228.1	2.OG	37.7	3.7	13.9	4.6 + 1.2	1	35	33	nein
Klassenz. 228	2.OG	25	3.7	8.7	4.6	1	35	34	nein
Klassenz. 229	2.OG	63.7	3.7	11.8	11.4	3	35	35	nein
Klassenz. 230	2.OG	63.3	3.7	22.6 + 20.9	11.5 + 3.4	2	35	34	nein
Bibliothek 334	3.OG	66.2	4.3	27.9	15.8	-	35	37	ja
Schulküche 335	3.OG	63.8	4.3	28.5	13.9	-	35	34	nein
Computerraum 336	3.OG	63.4	4.3	28.1	14	-	35	35	nein
Klassenz. 337	3.OG	64.3	4.3	28.6	14.1	-	35	35	nein
Klassenz. 338	3.OG	62.9	4.3	27.7	13.9	-	35	33	nein
Klassenz. 339	3.OG	63.7	4.3	28	14.1	-	35	33	nein
Klassenz. 340	3.OG	63.3	4.3	28.1	13.9	-	35	33	nein

Die Ergebnisse der Berechnungen nach VDI 2719 zeigen, dass die angestrebten Innenpegel in den Klassenzimmern im 1. OG auf der Süd- und Westfassade, in 2.OG auf der Süd- und Westfassade und im 3.Obergeschoss auf der Südfassade nicht eingehalten werden. Aufgrund dieser Ergebnisse wurde nach VDI 2719 bestimmt, welche Fenster in den betroffenen Räumen einzubauen sind, um die Anforderungen an den Innenpegel einzuhalten. Details der Objektbeurteilung sind als Anhang 3 dieser Untersuchung beigefügt.

Insgesamt sind ca. 79 m² Fensterfläche auszutauschen und mit einem bewerteten Schalldämm-Maß $R_{w'} > 32$ dB einzubauen. Die Kosten für den passiven Schallschutz betragen ca. 158 Tsd. €, da es sich um ein denkmalgeschütztes Gebäude handelt.

Diese Summe ist deutlich geringer als die Aufwendungen für eine Schallschutzwand mit ca. 810 Tsd. €. Die aktive Schallschutzwand vor der Schule wird deshalb als unverhältnismäßig angesehen. Hierbei ist auch zu beachten, dass durch diese Schallschutzwand die Beurteilungspegel im 3.OG nicht gesenkt werden. Weiter ist zu bedenken, dass diese Schallschutzwand nur einen geringen Abstand zum Gebäude aufweist und somit massiv in die Umgebung eingreift.

Unter Berücksichtigung der besonderen Schutzbedürftigkeit für die Pestalozzischule werden abweichend zu den Festlegungen gemäß Kapitel 5.2.2 passive Schallschutzmaßnahmen dem Grunde nach vorgesehen.

Zusätzliche Maßnahmen zur Belüftung der Räume sind nicht notwendig. Hierzu wird auf die 24. BImSchV [20] verwiesen, die in § 2 festlegt, dass Lüftungseinrichtungen in Räumen vorzusehen sind, die überwiegend zum Schlafen genutzt werden bzw. eine sauerstoffverbrauchende Energiequelle aufweisen. In der VDI 2719 [17] wird unter Kapitel 10.2 ausgeführt, dass zur Lüftung von Räumen, die nicht zum Schlafen benutzt werden, eine Stoßlüftung verwendet werden kann.

6.5 Kindergarten – Vatterstraße 5

Der Kindergarten Vatterstr. 5 war Bestandteil der Variantenuntersuchung zum Bereich Nord von T1 bis T5. Die Gesamtabwägung zum diesem Bereich ist in Kapitel 5 dieser Untersuchung dargestellt. Die nachfolgenden Ausführungen betrachten den Kindergarten als Einzelobjekt. Als projektspezifischer Richtwert wurde aufgrund der Vorbelastung 55 dB(A) (siehe Kapitel 3) festgelegt. Dies entspricht dem Richtwert der AVV Baulärm für Gebiete, in denen vorwiegend Wohnungen untergebracht sind.

Am höchsten von Überschreitungen des projektspezifischen Richtwertes ist die Südfassade des Gebäudes betroffen. Mit den vorgesehenen temporären aktiven Schallschutzmaßnahmen ergeben sich nachfolgende Ergebnisse über die gesamte Bauzeit. Für die Ausweisung von zusätzlichen Schutzmaßnahmen werden nachfolgend die Kriterien gemäß Kapitel 5.2 herangezogen.

Geschoss	ohne temporären Schallschutz				mit temporären Schallschutz			
	Bauzeit-Leq [dB(A)]	Maximaler Wochen-Leq [dB(A)]	Wochen mit Leq > 55 dB(A) (PRW)	weitergehen-der Anspruch	Bauzeit-Leq [dB(A)]	Maximaler Wochen-Leq [dB(A)]	Wochen mit Leq > 55 dB(A) (PRW)	weitergehen-der Anspruch
EG	54.4	64.3	106	Ent.	52.7	61.4	75	Ent.
1.OG	54.8	64.6	114	Ent.	53.4	62.3	88	Ent.
2.OG	55.2	65.0	117	Ent.	53.9	63.1	94	Ent.

Würde man für den Bereich nördlich der Straßenbahnumfahrung keinen aktiven Schallschutz vorsehen, so wäre der projektspezifische Richtwert zwischen 106 und 117 Wochen überschritten. Der maximale Beurteilungspegel beträgt 64,3 dB(A) im EG bzw. 65,0 dB(A) im 1.OG.

Im Rahmen der Gesamtabwägung für diesen Bereich wird eine 6 m hohe Schallschutzwand in Verbindung mit einer 3 m hohen Schallschutzwand zwischen Tunnel und Tabuzone vorgesehen. Diese Schallschutzwand bewirkt je nach Bauphase eine Pegelminderung von bis zu 2,6 dB(A) im Erdgeschoss. Im 2.OG beträgt die Pegelminderung bis zu 1,5 dB(A). Die Überschreitung des projektspezifischen Richtwertes wird im Erdgeschoss von 106 Wochen auf 75 Wochen verringert. Im 2.OG tritt eine Überschreitung des projektspezifischen Richtwertes nur noch während 94 Wochen auf. Der maximale Beurteilungspegel wird auf 63,1 dB(A) begrenzt.

Im Rahmen der detaillierten Betrachtung des Baumonats 34, in welchen die höchste Belastung für das Gebäude auftritt, kann durch eine Erhöhung der Schallschutzwand auf 10 m der Beurteilungspegel weiter gesenkt werden.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die zusätzliche Verbesserung der Beurteilungspegel am Gebäude, wenn die vorgesehene 6 m hohe Schallschutzwand nördlich der Umfahrung auf 10 m erhöht würde.

Geschoss	Pegelminderung in dB(A) 6 m Schallschutz	Pegelminderung in dB(A) 10 m Schallschutz	Verbesserung in dB(A) 6 m auf 10 m
EG	-2.6	-6.8	-4.2
1.OG	-2.0	-5.9	-3.9
2.OG	-1.5	-4.9	-3.4

Die Tabelle zeigt, dass in allen Geschossen eine deutliche Verbesserung der Schallsituation zu verzeichnen ist. In diesen Geschossen wird jedoch durch eine 6 m hohe Schallschutzwand der Beurteilungspegel bereits so weit abgesenkt, dass nach den Kriterien zur Gewähr-

rung von passivem Schallschutz nur eine Entschädigung vorzusehen ist. Durch die Schallschutzwand wird die Höhe der Entschädigung verringert. Unter diesen Gesichtspunkten werden die Mehrkosten von ca. 756 Tsd. € für eine Erhöhung der Schallschutzwand von 6 m auf 10 m als unverhältnismäßig angesehen.

Im Außenbereich des Kindergartens wurde ein Berechnungspunkt (I_002) am Spielplatz östlich des Gebäudes gesetzt und ein weiterer im nördlichen Bereich (I_003 - Schulgarten). Am Berechnungspunkt I_002 wird der projektspezifische Richtwert während 39 Wochen überschritten. Der maximale Beurteilungspegel beträgt 59,6 dB(A). Am Berechnungspunkt I_003 wird der projektspezifische Richtwert in 13 Wochen überschritten. Der maximale Beurteilungspegel beträgt 59,8 dB(A).

Der Kindergarten befindet sich im gleichen Gebäudekomplex wie die Pestalozzischule. Im Rahmen einer Zusatzuntersuchung zum aktiven Schallschutz wurde eine 10 m hohe Schallschutzwand unmittelbar am Bürgersteig untersucht. Diese Schallschutzmaßnahme bewirkt am Gebäude eine deutliche Pegelminderung. Im Erdgeschoss und 1. OG wäre der projektspezifische Richtwert eingehalten. Im 2.OG würde der projektspezifische Richtwert in 42 Wochen überschritten. Der maximale Beurteilungspegel beträgt in diesem Fall 59,2 dB(A). Da diese Schallschutzmaßnahme mit Kosten von ca. 756 Tsd. € als unverhältnismäßig angesehen wird, wird diese Variante nicht weiter verfolgt.

Für eine Abschätzung von passiven Schallschutzmaßnahmen im Kindergarten wurden folgende Randbedingungen gemäß VDI 2719 in Ansatz gebracht:

- Grundfläche des Raumes: 30 m²
- Äquivalente Absorptionsfläche des Raumes: 0,8 * Grundfläche
- Fläche Außenwand: 15 m²
- 5 m² Wand mit einem Schalldämm-Maß von 50 dB
- 15 m² Fensterfläche mit einem Schalldämm-Maß von 32 dB (Isolierverglasung)
- Korrektursummand K der VDI 2719 = 6 dB

Unter Berücksichtigung dieser Randbedingungen kann ein Innenpegel bei geschlossenem Fenster von 35 dB(A) eingehalten werden. Dieser Wert liegt in der Spanne der VDI 2719 von anzustrebenden Mittelungspegeln im Raum von 30 bis 40 dB für Unterrichtsräume. Die vorhandene Bausubstanz erfüllt somit voraussichtlich die notwendigen Anforderungen.

Unter Berücksichtigung aller Ergebnisse ist eine Erhöhung der Schallschutzwand nördlich der Umfahrung auf 10 m als unverhältnismäßig anzusehen. Für Außenwohnbereiche mit Überschreitung des projektspezifischen Richtwertes besteht Anspruch auf Entschädigung.

7 Temporäre Schallschutzmaßnahmen während der Bauzeit

Für den Bau des Riederwaldtunnels werden gemäß Kapitel 5 nachfolgende temporäre Schallschutzmaßnahmen südlich des Tunnels (Segmente E3 bis T5) vorgeschlagen.

Temporäre Schallschutzwand		Höhe in m	Länge in m	Lage zum Tunnel	Bemerkung	Baumonat	
von km	bis km					von	bis
Bereich E3-T1 südlich Baufeld							
1+385	1+485	5	100	S		1	12
1+485	1+555	6	70	S		1	12
1+555	1+640	8	85	S		1	12
1+640	1+725	10	95	S	Wendeschleife	1	12
1+725		8	ca. 15	S	Verbindung zu Querschott	1	12
1+725		4	30	O	Querschott T2.1	1	12
Bereich T2.1 südlich Baufeld							
1+723	1+813	6,5	90	S		14	28
1+813		2	30	O	Querschott T2.2	14	28
Bereich T2.2 südlich Baufeld							
1+810	1+885	3	75	S		29	46
1+885	1+965	2	80	S		29	46
Bereich T3 südlich des Baufeld							
1+960		4	35	W	Querschott zu T2.2	47	69
1+960	2+050	3	90	S		47	69
2+050	2+075	4	25	S		47	69
2+075	2+145	6,5	70	S		47	69
2+145	2+165	4	20	S		47	69
Bereich T4-Bohrpfahlwand südlich Baufeld							
2+190	2+210	6	20	S		27	30
2+210	2+280	9	70	S		27	30
Bereich T4 südlich Baufeld							
2+150	2+165	5	15	S		70	85
2+165	2+205	4	40	S		70	85
2+200	2+260	5	60	S	Bohrpfahlwand	70	85
2+255	2+280	4	25	S		70	85
Bereich T5 südlich Baufeld							
2+279		8	40	W	Querschott zur Leitungsbrücke	46	67
2+279	2+320	2	40	S		46	67
2+320	2+330	4	10	S		46	67
2+330	2+395	5	65	S		46	67

Tabelle 1: Temporäre Schallschutzmaßnahmen während der Bauzeit südlich Riederwaldtunnel

Nachfolgende Schallschutzmaßnahmen befinden sich nördlich des Tunnels (Segmente E4 bis T5)

Temporäre Schallschutzwand		Höhe in m	Länge in m	Lage zum Tunnel	Bemerkung	Baumonat	
von km	bis km					von	bis
Bereich nördlich bauzeitliche Straßenbahntrasse							
1+820	2+205	6	385	N	parallel zur nördlichen Umfahrung	1	93
Bereich T2.2 bis T5 nördlich Tunnel							
1+813	2+188	3	375	N	parallel zur Leitstruktur	27	30
1+813	2+223	3	410	N	parallel zur Leitstruktur	30	69
1+813	2+150	3	337	N	parallel zur Leitstruktur	70	85
Bereich T4 nördlich Tunnel (Anpassung Bereich Leitstruktur)							
2+150	2+285	6,5	150	N	die Mehrlänge ergibt sich im Rahmen der Umfahrungen	70	85

Tabelle 2: Temporäre Schallschutzmaßnahmen während der Bauzeit nördlich Riederwaldtunnel

7.1 Schallschutzfolien

Eine Schallschutzfolie führt zwar zu einer Pegelminderung an den Gebäuden, deren Höhe jedoch nicht gesichert ist. Eine Pegelminderung von 3 bis 5 dB(A) könnte möglich sein. In jeden Fall muss gewährleistet sein, dass die Schallschutzfolie im schalltechnischen Sinne als Dicht anzusehen ist. Eine dichte Schallschutzfolie ist bei den beengten Verhältnissen im Planungsgebiet nicht möglich, da die Zuwegung zu den Gebäuden immer sichergestellt werden muss.

Bei der Erstellung des Gutachtens wurde die Schallschutzfolie aus den oben beschriebenen Gründen nicht berücksichtigt.

7.2 Passiver Schallschutz

Zur Gewährung von passiven Schallschutzmaßnahmen wird auf Punkt 5.2.2 verwiesen.

7.3 Entschädigung

Zur Ermittlung von Entschädigungsleistungen wird auf Punkt 5.2.1 verwiesen.

8 Berechnungen mit aktiven Schallschutzmaßnahmen

Auf Grundlage der unter Punkt 6.5 dargestellten aktiven Schallschutzmaßnahmen wurden für die gesamte Bauzeit (378 Wochen) die Beurteilungspegel an den Gebäuden und untersuchten Immissionsorten berechnet. Hierzu wurde ein Ergebnisblatt konzipiert, der die Berechnungsergebnisse darstellt.

Die Ergebnisse für die Berechnungspunkte sind in Anhang 4 dargestellt.

Insgesamt wurden Berechnungen für 154 Gebäude an 327 Fassadenseiten und für 162 Immissionsorte (Kleingärten und Spielplätze) durchgeführt. Die in Anhang 4 dokumentierten Ergebnisse zeigen folgendes Ergebnis unter Berücksichtigung der temporären Schallschutzmaßnahmen:

	kein Anspruch gemäß AVV Baulärm	Anspruch auf Entschädi- gung	Anspruch auf Entschädi- gung und passiven Schallschutz
Gebäudefassadenseiten	116	145	49
Immissionsorte (Kleingär- ten/Spielplätze)	38	124	-

In Anhang 5 dieser Untersuchung sind die Ansprüche detailliert dargestellt.

9 Gesamtlärmuntersuchung

Im Rahmen des vorliegenden Planfeststellungsverfahrens werden für die Bauphase des Riederwaldtunnels auch Aussagen zur Beeinflussung der Gesamtlärmsituation getroffen. Es geht dabei um Lärmbelastungen, die ein Ausmaß erreichen, dass Gesundheitsgefährdungen durch Lärm nicht ausgeschlossen werden können. Das Umfeld der Baustelle ist vor allem geprägt durch den Verkehrslärm der Borsigallee, der Straße „Am Erlenbruch“ und der Stadtbahnlinie U4/U7 und in weiterer Entfernung die A 661. Weiterhin queren einige kleinere Gemeindestraßen das Projektgebiet, deren Verkehrsstärken jedoch sehr gering sind, so dass diese im Rahmen der Beurteilung der Gesamtlärmsituation nicht berücksichtigt werden mussten.

Aufgabe der vorliegenden Untersuchung ist es, zu prüfen, ob und ggf. wo sich während der Bauphase eine Gesamtlärmbelastung durch Schienen- und Straßenlärm in Verbindung mit dem Baulärm ergeben kann, die die Schwelle der Gesundheitsgefährdung übersteigt. Sofern derartige Bereiche ermittelt werden, sollen die Beurteilungspegel der Schallquellen Verkehrslärm und Baulärm für die dort gelegenen Wohnhäuser berechnet und beurteilt werden.

Eine relativ hohe Belastung durch Baulärm und Verkehrslärm ist im Bereich der Straße „Am Erlenbruch“ zu erwarten. Im Bereich der Baumaßnahme östlich der Borsigallee besteht keine nennenswerte Vorbelastung durch Verkehrslärm.

9.1 Methodik

Abgesehen von der Beurteilung des Verkehrslärms während der Bauzeit und im Endzustand nach der 16. BImSchV [19] und des Baulärms nach AVV Baulärm [6] stellt sich die Frage, ob durch das Vorhaben während der Bauzeit eine kritische Gesamtlärmsituation verursacht oder verschärft wird. Die Schallsituation in diesem Raum wird – auch während der Realisierung der Baumaßnahme – vorwiegend durch Straßen- und Schienenlärm geprägt sein. Daher kommt in diesem Zusammenhang in erster Linie eine Betrachtung des kombinierten Einflusses aus Verkehrslärm gegenüber Belastungen aus der Bautätigkeit in Betracht.

Eine gesundheitsgefährdende Wirkung besteht keinesfalls unterhalb eines Gesamt- L_{eq} von 70 dB(A) tags. Der Untersuchungsraum wird nach außen anhand der berechneten Beurteilungspegel von 55 dB(A) tags aus dem Baulärm oder Verkehrslärm abgegrenzt. Die Differenz zum pegelbestimmenden Teilpegel beträgt somit ca. 15 dB(A). Eine Gesamtlärmbeurteilung aus zwei Schallquellen ist somit nur erforderlich, wenn die Beurteilungspegel aus beiden Quellen um weniger als ca. 15 dB(A) voneinander abweichen. Dieser Ansatz schlägt sich z.B. in der DIN 45645-1 nieder. Danach sollen Geräuschmessungen dann erfolgen sollen, wenn der Pegel der Fremdgeräusche um mindestens 10 dB unter dem des zu beurteilenden Geräusches liegt. Die Begrenzung der zu beurteilenden Gesamtlärmbelastung auf eine Differenz der bei den Schallquellen kleiner/gleich 15 dB(A) ist konservativ. In der TA Lärm (Punkt 3.2.1) kann eine Vorbelastung bereits dann außer Acht gelassen werden, wenn die von der zu beurteilenden Anlage ausgehende Zusatzbelastung die Immissionsrichtwerte (nur) um 6 dB(A) unterschreitet. Wenn das hier angesetzte 15-dB-Kriterium nicht erfüllt ist, liegt kein Gesamtlärmproblem, sondern eine vom Verkehrslärm oder Baulärm deutlich dominierte Situation vor.

Damit sind in jedem Falle Situationen, in denen die Differenz aus Verkehrslärm und Baulärm 15 dB oder weniger und der Summenpegel mindestens 70 dB(A) tags beträgt, großzügig umgrenzt.

Die Überlegungen zur Gesamtlärmwirkung orientieren sich an folgenden Gesichtspunkten:

- Grundlage der Gesamtlärbetrachtungen soll der L_{eq} sein - Betrachtungen über Spitzenpegel werden in diesem Zusammenhang nicht angestellt
- Wenn sich die energieäquivalenten Dauerschallpegel zweier Lärmquellen um 15 dB oder mehr unterscheiden, ist die Quelle mit dem niedrigeren Pegel im Rahmen der Gesamtlärbetrachtung als irrelevant zu betrachten
- Hilfsweise Summation des Straßen- und Schienenverkehrslärm mit dem Baulärm, obwohl unterschiedliche Beurteilungszeiträume vorliegen
- Umrechnung Beurteilungszeitraum 13 Stunden Baulärm auf Tageszeitraum Verkehrslärm: $L_r(\text{Gesamt}) = L_r(\text{Baulärm}) - 0,9 \text{ dB(A)}$
- Nicht in die Untersuchung zum Gesamtlärm wurden die Gewerbebetriebe an der Wächtersbacher Straße und der Borsigallee einbezogen, da nur an wenigen Betrieben der Richtwert der AVV Baulärm überschritten wird. Die betroffenen Fassaden-seiten befinden sich in der Regel auf der von der Straße abgewandten Fassadenseite – für die Gebäude ist eine Entschädigung der Beeinträchtigungen vorgesehen

Für die verbleibenden Gebäude wird geprüft:

- Beurteilungspegel aus der Bautätigkeit oder Verkehrslärm mehr als 55 dB(A)
- Summenpegel > 70 dB(A)
- Vergleich mit Prognosenullfall Verkehrslärm → Zunahme Beurteilungspegel

Wenn die oben beschriebenen Kriterien erfüllt sind, ist eine Einzelbetrachtung der betroffenen Gebäude notwendig.

9.2 Ermittlung der quellspezifischen Lärmbelastung

9.2.1 Ermittlung des Straßen- und Schienenlärms

Die Immissionen aus Straßen- und Schienenverkehrslärm (Verkehrslärm) wurden auf Grundlage des Berechnungsmodells ermittelt, das bei der Erstellung der Planfeststellungsunterlagen verwendet wurde. Die Berechnungen erfolgten nach der „Schall 03“ [21] für den Schienenlärm und nach der RLS-90 [22] für den Straßenlärm. Die Emissionspegel für den Prognosefall ohne Baumaßnahme und während der Bauphase sind ausführlich in der Unterlage 11 dargestellt.

Für den Prognosefall Verkehrslärm während der Bauphase wurden der Beurteilungspegel mit der höchsten Belastung herangezogen. Die Ergebnisse der Untersuchung sind in der Unterlage 11 dargestellt.

Die Berechnungen wurden von Hessen Mobil durchgeführt und zur Verfügung gestellt.

9.2.2 Ermittlung des Baulärms

Die Emissionspegel während der Bautätigkeit, der Variantenvergleich zu temporären Schallschutzmaßnahmen und die resultierenden Beurteilungspegel während der Bauzeit sind in der vorliegenden Unterlage in den Punkten 1 bis 8 dargestellt. Die Ergebnisse für alle Ge-

bäude sind in Anhang 4 dieser Untersuchung dokumentiert. Es werden die höchsten Beurteilungspegel in den einzelnen Stockwerken zum Vergleich herangezogen.

9.3 Ergebnisse des Vergleiches zum Gesamtlärm

Die Ergebnisse des Vergleiches zwischen Verkehrslärm und Baulärm zeigen, dass im Bereich der Lauterbacher Straße, in Teilbereichen der Vatterstraße und Gebäuden der 2. und 3. Bebauungsreihe entlang der Straße „Am Erlenbruch“ keine Gesamtlärmproblematik vorliegt, da die Beurteilungspegel weniger als 55 dB(A) aus dem Verkehrslärm oder dem Baulärm betragen.

Für die verbleibenden 74 Gebäude wurde geprüft, ob der Summenpegel aus Verkehrslärm und an den Beurteilungszeitraum angepasstem Baulärm > 70 dB(A) beträgt. Diese Kriterien werden bei 45 Gebäuden bzw. 185 Geschossfassaden erfüllt.

Von den 185 Geschossfassaden haben gemäß Baulärmuntersuchung

- 9 Geschossfassaden keinen Anspruch auf Lärmvorsorge
- 85 Geschossfassaden Anspruch auf Entschädigung aus Baulärm
- 91 Geschossfassaden Anspruch auf passiven Schallschutz dem Grunde nach aus Baulärm

Wie in der Untersuchung dargelegt, sind zusätzliche Schallschutzmaßnahmen zur Minderung der Baulärmbelastung nicht möglich bzw. unverhältnismäßig. Aktive Schallschutzmaßnahmen zum Schutz gegen Straßenverkehrslärm sind wegen des geringen Abstandes der Fahrspuren zu den betroffenen Gebäuden nicht möglich. Der Verkehrslärm durch den Schienenverkehr und den Straßenverkehr auf der nördlichen Fahrspur wird bereits durch eine 6 m hohe Schallschutzwand nördlich der Umfahrung und einer 3 m hohen Schallschutzwand zwischen Tunnel und ökologischer Tabuzone gemindert. Um einen Schutz während der Bauzeit für die 94 Geschossfassaden ohne Anspruch auf passiven Schallschutz aus der Bautätigkeit zu gewährleisten, wird vorgeschlagen, dass passive Schallschutzmaßnahmen dem Grunde nach vorgesehen werden. Für diese 94 Geschossfassaden und die 91 Geschossfassaden mit Anspruch auf passiven Schallschutz aus der Bautätigkeit soll der Summenpegel aus Bautätigkeit und Verkehrslärm zur Bemessung der passiven Schallschutzmaßnahmen herangezogen werden.

Der Anhang 5 dieser Untersuchung wurde entsprechend ergänzt.

In Anhang 6 sind die Ergebnisse der Gesamtlärmuntersuchung für die Objekte dokumentiert, wo die Kriterien gemäß Punkt 9.1 erfüllt werden.

10 Zusammenfassung

Die Berechnungen zum Baulärm für den Riederwaldtunnel ergaben, dass während der 95 monatigen Bauzeit Überschreitungen der projektspezifischen Richtwerte auftreten.

Für die einzelnen Baugruben wurden aktive Schallschutzmaßnahmen geprüft. Die Ergebnisse dieser Prüfung wurden im Rahmen dieser Untersuchung dokumentiert und ein Schallschutzkonzept zum Schutz der angrenzenden Bebauung entwickelt.

Soweit notwendig und verhältnismäßig, wurden aktive Schallschutzmaßnahmen in Höhen zwischen 2 m und 10 m ausgewiesen. Für verbleibende Beeinträchtigungen werden ergänzend Entschädigungen oder passive Schallschutzmaßnahmen dem Grunde nach vorgesehen.

Zusätzlich wurde eine Gesamtlärmuntersuchung durchgeführt. Für 74 Gebäude wurde geprüft, ob der Summenpegel aus Verkehrslärm und an den Beurteilungszeitraum angepassten Baulärm > 70 dB(A) beträgt. Diese Kriterien werden von 45 Gebäuden bzw. 185 Geschossfassaden erfüllt.

Von diesen 185 Geschossfassaden haben 94 Geschossfassaden keinen Anspruch auf passiven Schallschutz gemäß Untersuchung nach AVV-Baulärm. Für diese Geschossfassaden werden ebenfalls passive Schallschutzmaßnahmen dem Grunde nach vorgesehen.

Die Ansprüche auf Lärmvorsorge nach AVV-Baulärm bzw. für Beeinträchtigungen aus der Gesamtlärmproblematik während der Bauzeit sind in Anhang 5 dieser Untersuchung dokumentiert.

München, den 12.10.2017

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

i. A. M.Sc. A. Frick

Literaturverzeichnis

- [1] Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) vom 14.05.1990 in der aktuellen Fassung
- [2] Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (Baunutzungsverordnung – BauN-VO), in der Fassung der Bekanntmachung vom 23.01.1990 zuletzt geändert am 22.04.1993
- [3] DIN-ISO 9613-2 Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren, Ausgabe Oktober 1999
- [4] Sechste allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (TA Lärm) vom 26.08.1998
- [5] Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen; RLS-90 (Ausgabe 1990)
- [6] Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm - Geräuschimmissionen – vom 19. August 1970
- [7] Richtlinie 2000/14/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 8.Mai 2000
- [8] Zweiunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, 32. BImSchV– Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung vom 29.08.2002
- [9] Urteil des Bundesverwaltungsgerichts BVerwG 7 A 11.11 vom 10. Juli 2012.
- [10] Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Baumaschinen, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Heft 2 – 2004
- [11] Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Baumaschinen, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Heft 247 – 1998
- [12] Schalldruckpegel für verschiedene schallintensive Bauverfahren; Bundesanstalt für Gewässerkunde, Referat M1.
- [13] Update of Noise Database for Prediction of Noise on Construction and Open Sites, Department for Environment Food and Rural Affairs, London, 2005.
- [14] Bauablaufplanung – Hessen Mobil – Stand 16.09.2016
- [15] Aufstellflächen Schallschutzmaßnahmen Bau Riederwaldtunnel – Hessen Mobil – Stand 27.10.2016 und 16.11.2016
- [16] Mietspiegel der Stadt Frankfurt am Main (Stand 2016); <https://www.frankfurt.de/sixcms/media.php/738/Mietspiegel%202016.pdf>
- [17] VDI 2719 – Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen – August 1987
- [18] Dipl.-Ing. Wolf-Dietrich Kötz, Umweltbundesamt Berlin: Zur Berechnung der erforderlichen Schalldämmung bei Räumen mit mehreren Außenwänden. Zeitschrift für Lärmbekämpfung 45 (1995) Nr. 2 – März. S. 73 ff.
- [19] Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissions-schutzgesetzes, 16. BIm-SchV– Verkehrslärmschutzverordnung vom 12. Juni 1990 (BGBl I S. 1036), entsprechend der Bundesratsdrucksache 319/14.
- [20] Vierundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissions-schutzgesetzes, 24. BImSchV - Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung vom 04. Februar 1997 (BGBl I S. 172,1253), die durch Artikel 3 der Verordnung vom 23. September 1997 (BGBl I S. 2329) geändert worden ist.
- [21] „Berechnung des Beurteilungspegels für Schienenwege (Schall 03)“, Anlage 2 zur 16. BIm-SchV, Bundesrat Drucksache 319*14 vom 17.07.14.
- [22] RLS-90 – „Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen – Ausgabe 1990“