



Planfeststellungsunterlagen

Umgestaltung des Bahnknotens Stuttgart

Ausbau- und Neubaustrecke Stuttgart - Augsburg
Bereich Stuttgart - Wendlingen mit Flughafenanbindung

Abschnitt 1.5

Zuführung Feuerbach und Bad Cannstatt

Bau-km -4.0 -90.3 bis -0.4 -42.0 und -4.8 -64.4 bis -0.4 -42.0

Anlage 16.1 E: Schalltechnische Untersuchung

Erläuterungsbericht
Planänderungsverfahren
Entrauchungsbauwerk
Rettungsausfahrt Prag

DB Projekte
Stuttgart-Ulm GmbH
Räpplenstraße 17
70191 Stuttgart

im Auftrag der



Nur zur Information

SCHALLTECHNISCHE UNTERSUCHUNG

Vorhaben:

Umgestaltung des Bahnknotens Stuttgart („Stuttgart 21“)
Ausbau- und Neubaustrecke Stuttgart – Augsburg,
Bereich Stuttgart – Wendlingen mit Flughafenbindung

Abschnitt:

Planfeststellungsabschnitt 1.5

Untersuchungsumfang:

Prognose und Beurteilung der zu erwartenden Schallimmissionen aufgrund des Betriebes von Lüftungstechnischen Anlagen im Entrauchungsbauwerk Prag

FRITZ GmbH
BERATENDE INGENIEURE VBI

SCHALLIMMISSIONSSCHUTZ
ERSCHÜTTERUNGSSCHUTZ
BAUDYNAMIK & BAUPHYSIK
TECHNISCHE AKUSTIK

Messstelle zur Ermittlung der Emission und Immission von Geräuschen und Erschütterungen nach § 26 BImSchG

Schallschutzprüfstelle DIN 4109
Zertifikat: VMPA-SPG-203-00-HE

Fehlheimer Str. 24 □ 64683 Einhausen
Telefon (06251) 9646-0
Telefax (06251) 9646-46

E-Mail: info@fritz-ingenieure.de
www.fritz-ingenieure.de

Bericht Nr.: **97450-ABS-4**
Datum: **20.05.2016**

Auftraggeber:

**DB Projekt
Stuttgart-Ulm GmbH
Räpplenstraße 17
70191 Stuttgart**

Sachbearbeiter:

Dipl.-Ing. Mario Graefen

Qualitätskontrolle:

Dipl.-Phys. Peter Fritz

Umfang des Dokumentes

Textteil: 16 Seiten

Anhang 1: 1 Seite

Anhang 2: 7 Seiten

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	4
2	Sachverhalt und Aufgabenstellung	5
3	Bearbeitungsgrundlagen	6
3.1	Gesetze, Normen und Richtlinien	6
3.2	Planunterlagen und projektspezifische Informationen	7
4	Beschreibung des Bauvorhabens	7
5	Anforderungen an den Schallschutz	9
6	Arbeitsgrundsätze und Vorgehensweise	10
6.1	Ermittlung von Emissionen	11
6.2	Ermittlung von Transmissionen	11
6.3	Ermittlung von Immissionen	12
7	Untersuchungsergebnisse	13
7.1	Ermittlung der Emissionen	13
7.2	Beurteilung der Immissionen	15
8	Abschließende Bemerkungen	15

Anhänge

- Anhang 1 Übersichtslageplan
Anhang 2 Beurteilungspegel an Immissionsorten mit Schalldämpfer

Abkürzungsverzeichnis

BlmSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BlmSchV	Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz
dB(A)	Dezibel (A-bewertet)
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
D _E	Einfügedämmung [dB]
ΔL	Pegeldifferenz [dB(A)]
IP	Immissionspunkt
IRW	Immissionsrichtwert [dB(A)]
L _r	Beurteilungspegel [dB(A)]
L _{WA}	Schalleistungspegel [dB(A)]
L _{WA,r}	beurteilter Schalleistungspegel [dB(A)]
PFA	Planfeststellungsabschnitt
TA Lärm	Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm
T _r	Beurteilungszeit [h]
WA	Allgemeines Wohngebiet

1 Zusammenfassung

Die durchgeführten schalltechnischen Untersuchungen zu den Einwirkungen aus dem Betrieb der Ventilatoren im Entrauchungsbauwerk Prag haben zu folgenden Ergebnissen geführt:

- Das Entrauchungsbauwerk Prag dient der Entrauchung der Tunnel in Notsituationen. Da maßgebliche Schallemissionen durch den Betrieb der beiden Entrauchungsventilatoren zu erwarten sind, sieht die gegenwärtige Planung vor, im Bereich der Ventilatoren Schalldämpfer anzuordnen. Hinsichtlich der Schalldämpfer ist die Einhaltung des Standes der Technik zur Lärminderung zu beachten. Das bedeutet, dass Schalldämpfer mit einer größtmöglichen Einfügedämmung unter Berücksichtigung betriebsbedingter Zwangspunkte sowie der Verhältnismäßigkeit des Aufwandes zu verwenden sind. Aus hiesiger Sicht sind demnach vor und hinter den Ventilatoren Schalldämpfer mit einem Einfügedämm-Maß von jeweils **mindestens**

$$D_E \geq [15 + 2] \text{ dB} \geq 17 \text{ dB.}$$

vorzusehen. Dieser Wert ist durch die Vorlage eines qualifizierten Prüfzeugnisses nachzuweisen. Hierbei ist insbesondere nachzuweisen, dass die zum Einsatz kommenden Schalldämpfer in Verbindung mit den hier zum Einsatz kommenden Ventilatoren zu der angestrebten Emissionsminderung führen. Die zusätzlich berücksichtigte Beaufschlagung von 2 dB stellt ein Vorhaltemaß dar, das sicherstellen soll, dass der aus Sicht des Immissionsschutzes erforderliche Zielwert auch unter Berücksichtigung der spezifischen Einbaubedingungen innerhalb des Entrauchungsbauwerkes erreicht wird.

- Die Ventilatoren werden zu Wartungszwecken an nicht mehr als 10 Werktagen in einem Kalenderjahr maximal 1 Stunde während des Tagzeitraums außerhalb von Ruhezeiten, d.h. zwischen 07:00 Uhr und 20:00 Uhr, betrieben. Ein Wartungsbetrieb während der Ruhezeiten sowie während des Nachtzeitraums ist nicht vorgesehen. Aufgrund der vorgesehenen Wartungsintervalle und der damit verbundenen geringen Anzahl von Betriebstagen sind für die Beurteilung der Ventilatorgeräusche **mindestens** die Immissionsrichtwerte

für seltene Ereignisse nach **Ziffer 6.3** der **TA Lärm /2/** heranzuziehen. Ungeachtet dessen ist die Vorhabenträgerin verpflichtet, die vom Entrauchungsbauwerk ausgehenden Geräuschimmissionen unter Berücksichtigung des Verhältnismäßigkeitsgrundsatzes auf ein technisch mögliches Minimum zu reduzieren. Demnach müssen die Beurteilungspegel an den nächstgelegenen schutzbedürftigen Nutzungen während des Tagzeitraums im Bereich

$$\text{IRW} \leq 70 \text{ dB(A)}$$

liegen.

- Gemäß den durchgeführten Schallausbreitungsberechnungen werden im Umfeld des Entrauchungsbauwerkes für den Tag Beurteilungspegel von bis zu

$$L_{r, \text{Tag}} \leq 59,9 \text{ dB(A)}$$

erreicht. Der Immissionsrichtwert für seltene Ereignisse wird demnach um mindestens

$$\Delta L_{r, \text{Tag}} = - 10,1 \text{ dB(A)}$$

unterschritten. Die Mindestanforderungen aus Sicht des Schallimmissionsschutzes sind demnach mit Sicherheit erfüllt.

- Aufgrund der im Entrauchungsbauwerk geplanten Schalldämpfer sowie der großen Entfernung zwischen dem Entrauchungsbauwerk und den unterirdischen Streckenabschnitten sind über das Entrauchungsbauwerk keine maßgeblichen Geräuschübertragungen aus dem Bahnbetrieb zu erwarten.

2 Sachverhalt und Aufgabenstellung

Der Planfeststellungsabschnitt (PFA) 1.5 des Projektes „Stuttgart 21“ umfasst die Zuführungen Stg-Feuerbach und Stg-Bad Cannstatt mit der S-Bahn-Anbindung Stuttgart-Nord. Fern- und S-Bahnstrecken verlaufen zukünftig weitgehend in eingleisigen Tunnelbauwerken, für die Vorkehrungen zum Brand- und Katastrophenschutz gemäß den einschlägigen Regelwerken zu treffen sind. Im Brandschutz- und Entrauchungskonzept wurden daher für die unterirdischen Streckenabschnitte Entrauchungs-

bauwerke am Killesberg (Strecke 4813) und an der Heilbronner Straße (Strecke 4715) vorgesehen.

Der Planfeststellungsbeschluss für den Abschnitt 1.5 erging am 13.10.2006 durch das Eisenbahnbundesamt. Veränderte Randbedingungen machen nun die Verlegung des Entrauchungsbauwerkes Killesberg/Messe erforderlich. Der neue Standort ist an der Rettungsausfahrt ZA Prag vorgesehen, die während der Bauphase bereits als Zwischenangriff für den Tunnelvortrieb erstellt wird. Die Auswirkungen dieser Verlegung sollen im Rahmen eines Planänderungsverfahrens diskutiert und baurechtlich gefestigt werden.

Im Zusammenhang mit der Verlegung des Entrauchungsbauwerkes ist zu prüfen, ob die Belange des Schallimmissionsschutzes an dem geplanten Ersatzstandort hinreichend berücksichtigt sind. Maßgebliche Schallimmissionen sind durch den Betrieb der beiden Entrauchungsventilatoren zu erwarten. Im Rahmen dieser Untersuchung wird nun ermittelt, ob hinsichtlich der Belange des Schallimmissionsschutzes zusätzliche Schallschutzmaßnahmen an den Ventilatoren erforderlich werden. Die Beurteilung der Immissionen an den umliegenden schutzbedürftigen Nutzungen erfolgt nach Maßgabe der technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) /2/.

3 Bearbeitungsgrundlagen

3.1 Gesetze, Normen und Richtlinien

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

- /1/ 16. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV) vom 12. Juni 1990, geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 18. Dezember 2014 (BGBl. I S. 2269)

- /2/ Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA-Lärm) vom 26. August 1998, in Kraft seit 01. November 1998

- /3/ VDI-Richtlinie 2081, Blatt 1 – Geräuscherzeugung und Lärmminde-
rung in Raumlufotechnischen Anlagen, Verein Deutscher Ingenieure,
Stand Juli 2001
- /4/ DIN ISO 9613-2 „Akustik – Dämpfung des Schalls bei der Ausbrei-
tung im Freien, Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren“, Okto-
ber 1999
- /5/ DIN EN 12354-4 „Bauakustik – Berechnung der akustischen Eigen-
schaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften, Teil 4:
Schallübertragung von Räumen ins Freie“, April 2001

3.2 Planunterlagen und projektspezifische Informationen

Zur Bearbeitung wurden die nachfolgenden Planunterlagen, Schriftsätze
und sonstigen Informationen herangezogen:

- /6/ Lageplan, Grundrisse und Schnitte Entrauchungsbauwerk Zwi-
schenangriff Prag, müller + hereth, DBProjekt Stuttgart 21, Umge-
staltung des Bahnknotens Stuttgart - Planfeststellungsabschnitt 1.5,
Maßstab 1:100, Stand: Dezember 2014
- /7/ Grundrisse und Schnitte Tunnel Feuerbach, C+F Architekten BDA
Claus + Forster, Maßstab 1:200, Stand 01.09.2015
- /8/ Angaben zu Schalleistungspegeln der Entrauchungsventilatoren im
Vollastbetrieb, zur Verfügung gestellt durch Herrn Dr. Peter Reinke,
HBI Haerter AG, Mitteilung vom 10.05.2016

4 Beschreibung des Bauvorhabens

Das Entrauchungsbauwerk Prag dient im Havariefall der Entrauchung des
Tunnels. In dem Gebäude sind insgesamt 2 Ventilatoren angeordnet. Die-
se können grundsätzlich in 2 verschiedene Richtungen betrieben werden.
D.h. sie können einen Luftvolumenstrom generieren, der vom Inneren des
Tunnels hin zur Außenluft verläuft und alternativ ist ebenfalls die umge-
kehrte Strömungsrichtung möglich. Die Förderrichtung ist hierbei von dem
Ort des Havariefalls innerhalb des Tunnels abhängig.

Da maßgebliche Schallemissionen durch den Betrieb der beiden Ent-
rauchungsventilatoren zu erwarten sind, sieht die gegenwärtige Planung

vor, im Bereich der Ventilatoren Schalldämpfer anzuordnen. Konkret sind Schalldämpfer sowohl tunnelseitig, als auch in Richtung der Lüftungsöffnungen geplant. Hinsichtlich der Dimensionierung von Schalldämpfern, ist zu beachten, dass die Emissionen, die von einer Anlage ausgehen, im Rahmen der technischen Möglichkeiten so weit wie möglich zu minimieren sind. Die technischen Grenzen bei der Auslegung von Schalldämpfern stellen im vorliegenden Fall zum einen die räumlichen Grenzen innerhalb des Bauwerkes und zum anderen die Gewährleistung der Entrauchungsfunktion dar. Gerade hinsichtlich der im Havariefall zur Rettung von Personen erforderlichen Funktion des Bauwerkes ist ein ausreichender Luftvolumenstrom zu gewährleisten. Da das Einbringen von Schalldämpfern in den unmittelbaren Volumenstrom negative Auswirkungen auf die Lüftungsleistung der Ventilatoren hat, stellt dies vorliegend den maßgeblichen Zwangspunkt hinsichtlich der Dimensionierung von Schalldämpfern dar. Grundsätzlich sollten demnach Schalldämpfer vorgesehen werden, die mit verhältnismäßigem technischen Aufwand unter den genannten Einschränkungen eine größtmögliche Einfügedämmung aufweisen. Aus hiesiger Sicht sind jedoch vor und hinter den Ventilatoren Schalldämpfer mit einer Einfügedämmung von **mindestens**

$$D_E \leq [15 + 2] \text{ dB} \leq 17 \text{ dB}$$

vorzusehen. Dieser Wert ist durch die Vorlage eines qualifizierten Prüfzeugnisses nachzuweisen. Hierbei ist insbesondere nachzuweisen dass die zum Einsatz kommenden Schalldämpfer in Verbindung mit den hier zum Einsatz kommenden Ventilatoren zu der angestrebten Emissionsminderung führen. Die zusätzlich berücksichtigte Beaufschlagung von 2 dB stellt ein Vorhaltemaß dar, das sicherstellen soll, dass der aus Sicht des Immissionsschutzes erforderlichen Zielwert auch unter Berücksichtigung der spezifischen Einbaubedingungen innerhalb des Entrauchungsbauwerkes erreicht wird.

Die Lüftungsanlagen sind im Regelbetrieb nicht in Betrieb. Sie werden nur im Katastrophenfall oder bei gelegentlichen Funktionsprüfungen in Betrieb gesetzt. Hinsichtlich der Geräuschimmissionen im Katastrophenfall wird auf die Ausnahmeregelung für Notsituationen in Abschnitt 7.1 der technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) verwiesen. Demgemäß sind Überschreitungen von Immissionsrichtwerten oder Grenzwerten zu dulden, soweit es zur Abwehr von Gefahren für die öffentliche Sicherheit und Ordnung oder zur Abwehr eines betrieblichen Notstandes erforderlich ist. Ein betrieblicher Notstand ist ein ungewöhn-

liches nicht vorhersagbares, vom Willen des Betreibers unabhängiges und plötzlich eintretendes Ereignis, dass die Gefahr eines unverhältnismäßigen Schadens mit sich bringt. Demgemäß ist eine Havariefall im Tunnel im Sinne der TA Lärm als betrieblicher Notfall zu qualifizieren.

5 Anforderungen an den Schallschutz

Im vorliegenden Fall handelt es sich bei den Geräuschen, die durch den Betrieb der Ventilatoren im Entrauchungsbauwerk Prag hervorgerufen werden, um Anlagenlärm.

Die Ventilatoren dienen im Wesentlichen der Entrauchung im Havariefall. Demgemäß ist kein kontinuierlicher Betrieb dieser Ventilatoren beispielsweise zu Lüftungszwecken vorgesehen. Es ist lediglich geplant die insgesamt 2 Ventilatoren, die innerhalb des Bauwerkes, in der Ebene oberhalb der Rettungszufahrt angeordnet werden, zu Test- bzw. Wartungszwecken an nicht mehr als 10 Tagen in einem Kalenderjahr zu betreiben. Die Betriebsdauer der beiden Ventilatoren beträgt an diesen Tagen nicht mehr als 1 Stunde. Der erforderliche Wartungsbetrieb der Ventilatoren wird zukünftig ausschließlich an Werktagen während des Tagzeitraumes außerhalb von Ruhezeiten, d.h. zwischen 07:00 Uhr und 20:00 Uhr stattfinden.

Grundsätzlich sind die Geräusche, die durch den Betrieb der Ventilatoren hervorgerufen werden, als Anlagenlärm zu qualifizieren. Somit dürfen die Ventilatorgeräusche an den umliegenden schutzbedürftigen Nutzungen die Immissionsrichtwerte gemäß **TA Lärm /2/** nicht übersteigen. Die umliegenden schutzbedürftigen Nutzungen befinden sich in einem Allgemeinen Wohngebiet. Der hier während des Tagzeitraums gültige Immissionsrichtwert beträgt

$$IRW_{\text{Tag}} = 55 \text{ dB(A)}.$$

Dieser Immissionsrichtwert ist nach dem gegenwärtigen Stand der Technik unter Berücksichtigung des wirtschaftlichen Verhältnismäßigkeitsgrundsatzes nicht einzuhalten. Gleichwohl ist die Vorhabenträgers verpflichtet alle verhältnismäßigen technischen Maßnahmen zur Minimierung der Geräuschimmissionen umzusetzen. Hierbei ist das im Folgenden dargestellte Mindestmaß an Schallschutz zu gewährleisten: Aufgrund der vorgesehenen Wartungsintervalle und der damit verbundenen geringen

Anzahl von Betriebstagen sind für die Beurteilung der Ventilatorgeräusche mindestens die Immissionsrichtwerte für „seltene Ereignisse“ nach **Ziffer 6.3 der TA Lärm** einzuhalten. Demnach dürfen die Beurteilungspegel an den nächstgelegenen schutzbedürftigen Nutzungen während des Tagzeitraums zwischen 06:00 Uhr und 22:00 Uhr den Immissionsrichtwert von

$$IRW_{\text{Tag}} = 70 \text{ dB(A)}$$

nicht überschreiten. Gleichwohl ist anzustreben, den regulären Immissionsrichtwert gemäß **TA Lärm**, Ziffer 6.1 nach Möglichkeit so weit wie möglich einzuhalten.

Ein Probetrieb der Ventilatoren während des Nachtzeitraums zwischen 22:00 Uhr und 06:00 Uhr ist nicht vorgesehen und wird daher an dieser Stelle nicht untersucht.

Es sei nochmals darauf hingewiesen, dass lediglich der Test- und Wartungsbetrieb nach **TA Lärm** zu beurteilen ist, nicht jedoch der eigentliche Havariefall. Dieser ist gemäß den Ausnahmeregelungen für Notsituationen nach **Ziffer 7.1 der TA Lärm** nicht beurteilungsrelevant, da die Immissionsrichtwerte gemäß **TA Lärm** zur Abwehr von Gefahren für die öffentliche Sicherheit und Ordnung oder betrieblicher Notstände grundsätzlich überschritten werden dürfen.

6 Arbeitsgrundsätze und Vorgehensweise

Zur Wahrung des Schallimmissionsschutzes im Umfeld von Anlagen ist sicherzustellen, dass die Summe aller Geräuscheinwirkungen (**Gesamtbelastung**) aus allen auf einen Ort einwirkenden Anlagen im Sinne des § 3 Bundes-Immissionsschutzgesetzes den gültigen Immissionsrichtwert nicht übersteigt. Der Beurteilungspegel der **Gesamtbelastung** L_G setzt sich gemäß Ziffer A.1.2 TA Lärm aus den Beurteilungspegeln der **Vorbelastung** L_V und der **Zusatzbelastung** L_Z zusammen:

$$L_G = 10 \cdot \lg(10^{0,1 \cdot L_V} + 10^{0,1 \cdot L_Z})$$

Die **Vorbelastung** ist gemäß TA Lärm definiert als die Belastung eines Ortes mit Geräuschimmissionen von allen Anlagen, für die die TA Lärm gilt, ohne den Immissionsbeitrag der zu beurteilenden Anlage. Die **Zu-**

satzbelastung ist definitionsgemäß der Immissionsbeitrag, der an einem Immissionsort durch die neu zu beurteilende Anlage hervorgerufen wird.

Schalltechnische Untersuchungen zur Immissionsprognose bei Planungen von Anlagen erfolgen im Allgemeinen auf der Grundlage von Schallausbreitungsberechnungen. Im vorliegenden Fall handelt es sich um ein Bauvorhaben, bei dem ein Entrauchungsbauwerk in Nachbarschaft zu Wohngebäuden errichtet wird. Dabei werden die durch den künftigen Betrieb der Anlage verursachten Immissionen untersucht.

Ausgangspunkt der schalltechnischen Untersuchungen ist zunächst die Aufstellung eines Schallquellen- und Ausbreitungsmodells. Hierfür werden die schalltechnisch maßgeblichen topographischen Gegebenheiten im Einwirkungsbereich der hier zur Beurteilung anstehenden Anlage lage- und höhenrichtig abgebildet. An den Fassaden der nächstgelegenen schutzwürdigen Nutzungen werden Immissionspunkte festgelegt, anhand derer die Einhaltung der Belange des Immissionsschutzes geprüft und nachgewiesen werden können.

6.1 Ermittlung von Emissionen

Unter Berücksichtigung der in Abschnitt 3 genannten Richtlinien und Literaturquellen werden die Emissionsermittlungen auf der Grundlage des zur Verfügung gestellten Betriebskonzeptes durchgeführt. In der Regel werden hierbei bewertete Schalleistungspegel L_{WAr} , das heißt auf eine Stunde Betriebszeit t bezogene Schalleistungspegel, aus den energieäquivalenten Schalleistungspegeln L_{WAeq} bestimmt:

$$L_{WAr} = L_{WAeq} + 10 \cdot \lg\left(\frac{t}{1h}\right)$$

Lage und Erstreckung der Flächenschallquellen für die geplanten Anlagen sowie der Baukörper und deren schutzwürdige Umgebung sind im Lageplan in **Anhang 1** dokumentiert.

6.2 Ermittlung von Transmissionen

Die Schallausbreitungsberechnungen werden für jede Quelle nach **DIN ISO 9613-2 /4/** wie folgt durchgeführt:

$$L_m = L_{WAr} + D_C - A$$

mit

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc}$$

Dabei sind

- L_m** Mittelungspegel (energieäquivalenter Dauerschallpegel), verursacht durch eine Quelle mit der Schalleistung L_{WAr},
- L_{WAr}** bewerteter Schalleistungspegel,
- D_C** Richtwirkungskorrektur („*correction*“), die beschreibt, wie der von einer Punktquelle erzeugte L_{Aeq} vom Pegel einer ungerichteten Punktschallquelle abweicht. D_C entspricht der Summe der Richtwirkungsmaße D_I und D_Ω, das die Schallausbreitung in Raumwinkeln von weniger als 4 π berücksichtigt. Bei einer in den Vollraum frei abstrahlenden Punktschallquelle ist D_C = 0 dB.
- A_{div}** Dämpfung aufgrund geometrischer Ausbreitung („*diversion*“),
- A_{atm}** Dämpfung aufgrund von Luftabsorption („*atmosphere*“),
- A_{gr}** Dämpfung aufgrund des Bodeneffekts („*ground*“, hier: Alternatives Verfahren gemäß Ziffer 7.3.2 /4/),
- A_{bar}** Dämpfung aufgrund von Abschirmung („*barrier*“),
- A_{misc}** Dämpfung aufgrund verschiedener anderer Effekte:
Bewuchs A_{fol}, Industriegelände A_{site} oder bebautes Gelände A_{hous}.

Die Berechnungen erfolgen mit einem digitalen Schallquellen- und Ausbreitungsmodell, in dem neben den Schallquellen die schallimmissions-technisch relevanten Umgebungsbedingungen lage- und höhenrichtig erfasst sind. Die Abschirmung auf dem Ausbreitungsweg wird für das Anlagegebäude selbst sowie für die umliegende Bebauung berücksichtigt. Als Berechnungsprogramm wird die Software „SoundPlan“, Version 7.3 der Firma SoundPLAN GmbH eingesetzt.

6.3 Ermittlung von Immissionen

Bei Geräuscheinwirkungen ist zwischen momentan auftretenden Schall-druckpegeln und Beurteilungspegeln zu unterscheiden. Ein Beurteilungs-pegel basiert auf dem energieäquivalenten Dauerschallpegel über die je-weilige Beurteilungszeit (z. B. 16 Stunden am Tag) unter Einrechnung von Korrekturen zur Berücksichtigung der Störwirkung des Geräusches.

Der energieäquivalente Dauerschallpegel ergibt sich aus dem momentanen Schalldruckpegel unter Berücksichtigung der zeitlichen Einwirkung des Emittenten. Der Beurteilungspegel am Immissionsort wird nach Gleichung G2 der **TA Lärm /2/** wie folgt ermittelt:

$$L_r = 10 \cdot \lg \left[\frac{1}{T_r} \sum_{j=1}^N T_j \cdot 10^{0,1(L_{Aeq,j} - C_{met} + K_{T,j} + K_{I,j} + K_{R,j})} \right]$$

mit

- T_r Beurteilungszeit: 16 h tags bzw. 1 h nachts $T_r = \sum_{j=1}^N T_j$
- T_j Teilzeit j
- N Zahl der gewählten Teilzeiten
- $L_{Aeq,j}$ Mittelungspegel (energieäquivalenter Dauerschallpegel) während der Teilzeit T_j aller am Immissionsort einwirkenden Anlagen
- C_{met} meteorologische Korrektur nach DIN ISO 9613-2 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**
(hier: mit $C_0 = 2$ dB)
- $K_{T,j}$ Zuschlag für Ton- und Informationshaltigkeit in der Teilzeit T_j
- $K_{I,j}$ Zuschlag für Impulshaltigkeit in der Teilzeit T_j
- $K_{R,j}$ Zuschlag für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit in der Teilzeit T_j

Die meteorologische Korrektur dient zur Berechnung des nach **TA Lärm /2/** zu bildenden Langzeitmittelungspegels. Bezogen auf die Immissionsorte werden dabei Witterungsbedingungen im Jahresmittel berücksichtigt.

Für die nahegelegenen Immissionsorte werden Einzelpunktberechnungen durchgeführt. Die Ergebnisse sind in **Anhang 2** dokumentiert.

7 Untersuchungsergebnisse

7.1 Ermittlung der Emissionen

Die hinsichtlich der Anlagengeräusche maßgeblichen Schallquellen stellen die beiden Ventilatoren dar, die im Havariefall der Entrauchung des Tunnels dienen. Die vorgesehenen Ventilatoren weisen gemäß den

Planerangaben /8/ im Volllastbetrieb jeweils einen Schallleistungspegel von

$$L_{WA, Ventilator} = 133 \text{ dB(A)}$$

auf. Es sei erwähnt, dass es sich hierbei um die abgestrahlte Schallleistung eines Ventilators ohne die Berücksichtigung eines Schalldämpfers handelt. Die technische Planung sieht in den Einbau von Schalldämpfern vor und hinter dem Ventilator vor. Die hiermit erzielbare Einfügedämmung ist durch den von den Schalldämpfern verursachten Druckverlust begrenzt. In den Berechnungen werden daher jeweils vor und hinter den Ventilatoren Schalldämpfer mit einer Einfügedämmung von

$$D_E = 15 \text{ dB}$$

berücksichtigt.

Im Sinne einer oberen Abschätzung wird im Folgenden davon ausgegangen, dass die abgestrahlte Schallleistung der beiden Ventilatoren lediglich unter Berücksichtigung der Einfügedämmung des Schalldämpfers, ohne weitere Abminderungen infolge von Ausbreitungseffekten innerhalb des Bauwerkes an den Entrauchungsöffnungen emittiert wird. Des Weiteren wird diese Schallleistung ebenfalls in Richtung des Tunnelbauwerkes emittiert. Das bedeutet, dass auch im Bereich der Rettungszufahrt unterhalb der Ventilatoren ähnlich hohe Pegel innerhalb des Bauwerkes vorliegen. Es wird davon ausgegangen, dass das Tor dieser Rettungszufahrt während des Wartungs- und Testbetriebes geschlossen ist. Für dieses geschlossene Tor wird im Rahmen der Berechnungen ein bewertetes Schalldämm-Maß in Höhe von

$$R'_{w, Tor} = 15 \text{ dB}$$

berücksichtigt.

Die Betriebszeit jedes einzelnen Ventilators beträgt nicht mehr als eine Stunde während des Tagzeitraums zwischen 07:00 Uhr und 20:00 Uhr. Während der Nacht ist kein Betrieb der Ventilatoren zu Test- und Wartungszwecken vorgesehen.

An dieser Stelle sei erwähnt, dass der Test- bzw. Wartungsbetrieb lediglich ein Mal pro Jahr tatsächlich unter Volllast erfolgen wird. An den übrigen Wartungstagen werden die Ventilatoren lediglich mit Teillast

betrieben. Bei Teillastbetrieb sind grundsätzlich deutlich geringere Schallleistungen und somit im gleichen Maße niedrigere Beurteilungspegel an den nächstgelegenen schutzbedürftigen Nutzungen zu erwarten. Da der Wartungsbetrieb jedoch im ungünstigsten Fall unter Volllast erfolgt, ist die genannte Schallleistung für die Beurteilung der Anlagengeräusche maßgebend.

7.2 Beurteilung der Immissionen

Infolge des Test- und Wartungsbetriebes unter Volllast der insgesamt 2 Ventilatoren ergeben sich an den nächstgelegenen schutzbedürftigen Nutzungen im Umfeld des Entrauchungsbauwerkes während des Tagzeitraumes Beurteilungspegel von bis zu

$$L_{r,Tag} = 59,9 \text{ dB(A)}$$

Die Beurteilungspegel werden hierbei an dem Gebäude Dornbuschweg 17A (IP 11) maximal. Der gültige Immissionsrichtwert für seltene Ereignisse in Höhe von

$$IRW_{Tag} = 70 \text{ dB(A)}$$

wird demnach um mindestens

$$\Delta L_{r,Tag} = - 10,1 \text{ dB(A)}$$

unterschritten und somit eingehalten. Die Mindestanforderungen aus Sicht des Schallimmissionsschutzes werden demnach erfüllt. Grundsätzlich sollte angestrebt werden den regulären während des Tagzeitraumes gültigen Immissionsrichtwerte in Höhe von

$$IRW_{Tag} = 55 \text{ dB(A)}$$

einzuhalten. Der Vergleich der Beurteilungspegel mit dem genannten Immissionsrichtwert weist eine Überschreitung in Höhe von lediglich

$$\Delta L_{r,Tag} = + 4,9 \text{ dB(A)}$$

aus.

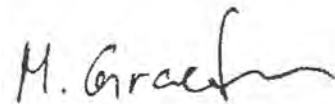
8 Abschließende Bemerkungen

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass die Mindestanforderungen gemäß **TA Lärm /2/** für seltene Ereignisse infolge von Geräuschen aus dem Wartungs- und Testbetrieb der Entrauchungsventilatoren sicher eingehalten werden.

Aufgrund der im Entrauchungsbauwerk geplanten Schalldämpfer sowie der großen Entfernung zu den unterirdischen Streckenabschnitten sind über das Entrauchungsbauwerk keine maßgeblichen Geräuschübertragungen aus dem Bahnbetrieb zu erwarten.



Dipl.-Phys. Peter Fritz



Dipl.-Ing. Mario Graefen



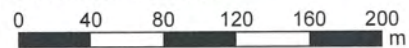
ANHANG



- Öffnungen EBW Prag
- Gebäude
- Immissionspunkt

- Mischgebiete
- Allgemeine Wohngebiete

Maßstab 1:4000



FRITZ GmbH
BERATENDE INGENIEURE VBI

Fehlheimer Straße 24
64683 Einhausen
Telefon (06251) 96 46-0
www.fritz-ingenieure.de

Schalltechnische Untersuchung - 10.05.2016

DB Projekt Stuttgart-Ulm GmbH

Umgestaltung des Bahnknotens Stuttgart

- ÜBERSICHTSLAGEPLAN -

Darstellung der schalltechnisch relevanten Parameter
PFA 1.5 - Entrauchungsbauwerk Prag

ANHANG 1

**PFA 1.5 - Entrauchungsbauwerk Prag
Beurteilungspegel
Wartungs- und Testbetrieb - mit Schalldämpfer**



Legende

IP Nr.	Objektnummer
Immissionsort	Name des Immissionsorts
Nutz.	Gebietsnutzung
Gesch.	Geschoss
HR	Himmelsrichtung
IRW Tag	Richtwert Tag
Lr Tag	Beurteilungspegel Tag
dLr Tag	Grenzwertüberschreitung in Zeitbereich LrT
	dB(A)
	dB(A)
	dB(A)

PFA 1.5 - Entrauchungsbauwerk Prag
Beurteilungspegel
Wartungs- und Testbetrieb - mit Schalldämpfer

IP Nr.	Immissionsort	Nutz.	Gesch.	HR	IRW Tag dB(A)	Lr Tag dB(A)	dLr Tag dB(A)
1	Hildebrandstraße 9	WA	EG	S	70	49,9	---
1	Hildebrandstraße 9	WA	1.OG	S	70	55,0	---
1	Hildebrandstraße 9	WA	2.OG	S	70	56,5	---
2	Hildebrandstraße 17	WA	EG	S	70	51,1	---
2	Hildebrandstraße 17	WA	1.OG	S	70	54,6	---
2	Hildebrandstraße 17	WA	2.OG	S	70	55,8	---
3	Hildebrandstraße 25	WA	EG	S	70	48,7	---
3	Hildebrandstraße 25	WA	1.OG	S	70	51,6	---
3	Hildebrandstraße 25	WA	2.OG	S	70	53,9	---
4	Hildebrandstraße 22	WA	EG	S	70	54,5	---
4	Hildebrandstraße 22	WA	1.OG	S	70	56,4	---
4	Hildebrandstraße 22	WA	2.OG	S	70	58,9	---
5	Hildebrandstraße 26	WA	EG	S	70	49,9	---
5	Hildebrandstraße 26	WA	1.OG	S	70	52,8	---
5	Hildebrandstraße 26	WA	2.OG	S	70	53,7	---
6	Hildebrandstraße 30	WA	EG	S	70	46,5	---
6	Hildebrandstraße 30	WA	1.OG	S	70	48,7	---
6	Hildebrandstraße 30	WA	2.OG	S	70	50,7	---
6	Hildebrandstraße 30	WA	3.OG	S	70	51,8	---
7	Hildebrandstraße 36B	WA	EG	S	70	44,0	---
7	Hildebrandstraße 36B	WA	1.OG	S	70	45,4	---
7	Hildebrandstraße 36B	WA	2.OG	S	70	46,9	---
8	Dornbuschweg 29	WA	EG	S	70	35,3	---
8	Dornbuschweg 29	WA	1.OG	S	70	36,8	---

PFA 1.5 - Entrauchungsbauwerk Prag
Beurteilungspegel
Wartungs- und Testbetrieb - mit Schalldämpfer



IP Nr.	Immissionsort	Nutz.	Gesch.	HR	IRW Tag dB(A)	Lr Tag dB(A)	dLr Tag dB(A)
8	Dornbuschweg 29	WA	2.OG	S	70	39,7	---
9	Dornbuschweg 25	WA	EG	S	70	33,9	---
9	Dornbuschweg 25	WA	1.OG	S	70	35,6	---
9	Dornbuschweg 25	WA	2.OG	S	70	38,7	---
9	Dornbuschweg 25	WA	3.OG	S	70	44,8	---
10	Dornbuschweg 21	WA	EG	S	70	55,5	---
10	Dornbuschweg 21	WA	1.OG	S	70	57,1	---
10	Dornbuschweg 21	WA	2.OG	S	70	57,7	---
11	Dornbuschweg 17A	WA	EG	S	70	58,7	---
11	Dornbuschweg 17A	WA	1.OG	S	70	59,5	---
11	Dornbuschweg 17A	WA	2.OG	S	70	59,9	---
12	Unterer Dornbusch 13	WA	EG	W	70	56,4	---
12	Unterer Dornbusch 13	WA	1.OG	W	70	56,6	---
12	Unterer Dornbusch 13	WA	2.OG	W	70	56,9	---
12	Unterer Dornbusch 13	WA	3.OG	W	70	57,2	---
13	Dornbuschweg 15	WA	EG	S	70	53,5	---
13	Dornbuschweg 15	WA	1.OG	S	70	55,2	---
13	Dornbuschweg 15	WA	2.OG	S	70	55,4	---
13	Dornbuschweg 15	WA	3.OG	S	70	55,6	---
14	Dornbuschweg 22	WA	EG	W	70	52,4	---
14	Dornbuschweg 22	WA	1.OG	W	70	52,8	---
14	Dornbuschweg 22	WA	2.OG	W	70	54,4	---
14	Dornbuschweg 22	WA	3.OG	W	70	54,8	---
15	Dornbuschweg 24	WA	EG	S	70	36,7	---

PFA 1.5 - Entrauchungsbauwerk Prag
Beurteilungspegel
Wartungs- und Testbetrieb - mit Schalldämpfer

IP Nr.	Immissionsort	Nutz.	Gesch.	HR	IRW Tag dB(A)	Lr Tag dB(A)	dLr Tag dB(A)
15	Dornbuschweg 24	WA	1.OG	S	70	36,7	---
15	Dornbuschweg 24	WA	2.OG	S	70	38,3	---
15	Dornbuschweg 24	WA	3.OG	S	70	44,1	---
16	Unterer Dornbusch 16	WA	EG	S	70	44,3	---
16	Unterer Dornbusch 16	WA	1.OG	S	70	50,0	---
17	Unterer Dornbusch 18	WA	EG	W	70	52,1	---
17	Unterer Dornbusch 18	WA	1.OG	W	70	53,6	---
18	Wartbergstraße 1	WA	EG	O	70	33,2	---
18	Wartbergstraße 1	WA	1.OG	O	70	34,5	---
19	Wartbergstraße 3	WA	EG	N	70	33,6	---
19	Wartbergstraße 3	WA	1.OG	N	70	33,8	---
19	Wartbergstraße 3	WA	2.OG	N	70	34,3	---
19	Wartbergstraße 3	WA	3.OG	N	70	35,8	---
20	Volkerstraße 20	WA	EG	N	70	34,5	---
20	Volkerstraße 20	WA	1.OG	N	70	33,5	---
20	Volkerstraße 20	WA	2.OG	N	70	33,6	---
20	Volkerstraße 20	WA	3.OG	N	70	33,9	---
21	Wartbergstraße 5	WA	EG	O	70	35,0	---
21	Wartbergstraße 5	WA	1.OG	O	70	35,0	---
21	Wartbergstraße 5	WA	2.OG	O	70	40,8	---
21	Wartbergstraße 5	WA	3.OG	O	70	41,6	---
22	Wartbergstraße 7	WA	EG	N	70	36,9	---
22	Wartbergstraße 7	WA	1.OG	N	70	38,0	---
22	Wartbergstraße 7	WA	2.OG	N	70	39,5	---

PFA 1.5 - Entrauchungsbauwerk Prag
Beurteilungspegel
Wartungs- und Testbetrieb - mit Schalldämpfer

IP Nr.	Immissionsort	Nutz.	Gesch.	HR	IRW Tag dB(A)	Lr Tag dB(A)	dLr Tag dB(A)
23	Wartbergstraße 11	WA	EG	N	70	37,3	---
23	Wartbergstraße 11	WA	1.OG	N	70	38,2	---
23	Wartbergstraße 11	WA	2.OG	N	70	38,7	---
23	Wartbergstraße 11	WA	3.OG	N	70	39,8	---
24	Wartbergstraße 15	WA	EG	N	70	36,3	---
24	Wartbergstraße 15	WA	1.OG	N	70	36,2	---
24	Wartbergstraße 15	WA	2.OG	N	70	36,4	---
24	Wartbergstraße 15	WA	3.OG	N	70	36,9	---
25	Wartbergstraße 19	WA	EG	N	70	36,5	---
25	Wartbergstraße 19	WA	1.OG	N	70	36,7	---
25	Wartbergstraße 19	WA	2.OG	N	70	37,0	---
25	Wartbergstraße 19	WA	3.OG	N	70	37,3	---
26	Wartbergstraße 8	WA	EG	NO	70	41,7	---
26	Wartbergstraße 8	WA	1.OG	NO	70	50,4	---
26	Wartbergstraße 8	WA	2.OG	NO	70	50,9	---
26	Wartbergstraße 8	WA	3.OG	NO	70	51,2	---
27	Wartbergstraße 10	WA	EG	NW	70	41,8	---
27	Wartbergstraße 10	WA	1.OG	NW	70	46,4	---
27	Wartbergstraße 10	WA	2.OG	NW	70	48,1	---
27	Wartbergstraße 10	WA	3.OG	NW	70	50,7	---
28	Wartbergstraße 14	WA	EG	NW	70	39,9	---
28	Wartbergstraße 14	WA	1.OG	NW	70	41,2	---
28	Wartbergstraße 14	WA	2.OG	NW	70	44,4	---
28	Wartbergstraße 14	WA	3.OG	NW	70	46,7	---

PFA 1.5 - Entrauchungsbauwerk Prag
Beurteilungspegel
Wartungs- und Testbetrieb - mit Schalldämpfer



IP Nr.	Immissionsort	Nutz.	Gesch.	HR	IRW Tag dB(A)	Lr Tag dB(A)	dLr Tag dB(A)
29	Wartbergstraße 18	WA	EG	N	70	37,7	---
29	Wartbergstraße 18	WA	1.OG	N	70	38,3	---
29	Wartbergstraße 18	WA	2.OG	N	70	38,8	---
29	Wartbergstraße 18	WA	3.OG	N	70	39,6	---
30	Gudrunweg 7	WA	EG	O	70	49,5	---
30	Gudrunweg 7	WA	1.OG	O	70	51,1	---
30	Gudrunweg 7	WA	2.OG	O	70	51,8	---
31	Gudrunweg 9	WA	EG	N	70	47,1	---
31	Gudrunweg 9	WA	1.OG	N	70	49,1	---
31	Gudrunweg 9	WA	2.OG	N	70	50,1	---
32	Gunterstraße 6	WA	EG	O	70	42,8	---
32	Gunterstraße 6	WA	1.OG	O	70	43,3	---
32	Gunterstraße 6	WA	2.OG	O	70	43,7	---
33	Stresemannstraße 76	WA	EG	O	70	41,8	---
33	Stresemannstraße 76	WA	1.OG	O	70	42,8	---
33	Stresemannstraße 76	WA	2.OG	O	70	45,4	---
34	Sanweystraße 76	WA	EG	W	70	44,9	---
34	Sanweystraße 76	WA	1.OG	W	70	45,1	---
35	Sanweystraße 80	MI	EG	SW	70	42,9	---
35	Sanweystraße 80	MI	1.OG	SW	70	43,5	---
36	Störzbachstraße 13	WA	EG	SW	70	23,5	---
36	Störzbachstraße 13	WA	1.OG	SW	70	25,4	---
36	Störzbachstraße 13	WA	2.OG	SW	70	26,2	---
36	Störzbachstraße 13	WA	3.OG	SW	70	32,8	---

PFA 1.5 - Entrauchungsbauwerk Prag
Beurteilungspegel
Wartungs- und Testbetrieb - mit Schalldämpfer



IP Nr.	Immissionsort	Nutz.	Gesch.	HR	IRW Tag dB(A)	Lr		dLr	
						Tag dB(A)	Tag dB(A)	Tag dB(A)	Tag dB(A)
36	Störzbachstraße 13	WA	4.OG	SW	70	35,6	---	---	---
36	Störzbachstraße 13	WA	5.OG	SW	70	37,2	---	---	---
36	Störzbachstraße 13	WA	6.OG	SW	70	41,8	---	---	---

