

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](mailto:info@fritz-ingenieure.de)  
[www.fritz-ingenieure.de](http://www.fritz-ingenieure.de)

Bericht Nr.: **97580-ABS-1**  
Datum: **14.08.2013**

## SCHALLTECHNISCHE UNTERSUCHUNG

### Vorhaben:

Umgestaltung des Bahnknotens Stuttgart („Stuttgart 21“);  
Planänderungsverfahren zur Herstellung von Injektions-  
schächten und von Injektionsmaßnahmen

### Abschnitt:

Planfeststellungsabschnitt 1.5, Tunnel nach Bad Cannstatt

### Untersuchungsumfang:

Überprüfung der Belange des Immissionsschutzes bei der  
Durchführung von Arbeiten zur Herstellung der Injektions-  
schächte und der Injektionsarbeiten an 5 Standorten

Auftraggeber:

**DB ProjektBau GmbH**  
**Räpplenstraße 17**  
**70191 Stuttgart**

Sachbearbeiter:

**Dipl.-Ing.(FH) Katrin Endres**  
**Dipl.-Phys. Peter Fritz**

Umfang des Dokumentes

Textteil: 26 Seiten

---

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Sachverhalt und Aufgabenstellung</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Bearbeitungsgrundlagen</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Anforderungen an den Schallschutz</b>	<b>8</b>
4.1	Sachlicher Geltungsbereich und Begriffsdefinition	8
4.2	Immissionsrichtwerte für den Beurteilungspegel	9
4.3	Immissionsrichtwerte für Spitzenpegel	11
4.4	Schutzbedürftige Nutzungen im Umfeld	11
4.5	Maßnahmen zur Minderung von Baulärm	15
<b>5</b>	<b>Arbeitsgrundsätze und Vorgehensweise</b>	<b>15</b>
<b>6</b>	<b>Beschreibung des Baustellenbetriebes</b>	<b>16</b>
6.1	Herstellung der Injektionsschächte	16
6.2	Herstellung der Injektionsschirme	17
6.3	Durchführung der Injektionsmaßnahmen	17
<b>7</b>	<b>Untersuchungsergebnisse</b>	<b>18</b>
7.1	<b>Ermittlung der Emissionen</b>	<b>18</b>
7.1.1	Herstellung der Injektionsschächte	18
7.1.2	Herstellung der Injektionsschirme	20
7.1.3	Durchführung der Injektionsmaßnahmen	21
7.2	<b>Immissionen</b>	<b>22</b>
7.2.1	Herstellung der Injektionsschächte	22
7.2.2	Herstellung der Injektionsschirme	23
7.2.3	Durchführung der Injektionsmaßnahmen	24
<b>8</b>	<b>Schallschutzmaßnahmen</b>	<b>25</b>
8.1	<b>Bauliche Maßnahmen</b>	<b>25</b>
8.2	<b>Organisatorische Schallschutzmaßnahmen</b>	<b>25</b>

---

8.2.1	Kommunikation mit den Nachbarn	26
8.2.2	Reaktion auf Nachbarschaftsbeschwerden	26
<b>9</b>	<b>Abschließende Bemerkungen</b>	<b>26</b>

## Abkürzungsverzeichnis

AVV Baulärm	Allgem. Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm
BE	Baustelleneinrichtung
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BV	Bauvorhaben
dB(A)	Dezibel (A-bewertet)
$\Delta L$	Pegeldifferenz
IP	Immissionspunkt
IRW	Immissionsrichtwert [dB(A)]
$L_r$	Beurteilungspegel
$L_{WA}$	Schalleistungspegel

## 1 Zusammenfassung

Die schalltechnischen Untersuchungen zur Herstellung von 5 Injektions-schächten und zur Durchführung der Injektionsmaßnahmen haben zu den folgenden Ergebnissen geführt:

Herstellung der Schächte

Wie der folgenden Tabelle entnommen werden kann, können während der Herstellungsphase der Injektionsschächte Überschreitungen der gültigen Immissionsrichtwerte nicht vermieden werden. Die Überschreitungen liegen im Bereich von 0,6 bis 7,8 dB (A) bis zu einer Schachttiefe von 5,0 m.

Schacht	IRW <sub>Tag</sub>	L <sub>r,Tag</sub>	ΔIRW <sub>Tag</sub>
Bülowbogen	65	68,3	3,3
Presselstraße 10	65	68,9	3,9
Presselstraße 12	60	67,8	7,8
Nordbahnhofstraße	60	62,2	2,2
Ehmannstraße	65	65,6	0,6

Ab einer Schachttiefe von 5,0 m werden, an allen Schächten mit Ausnahme des Schachtes Presselstraße 12, zusätzliche und geänderte Baugeräte eingesetzt. Hier liegen die Überschreitungen im Bereich von 2,2 dB(A) bis 7,8 dB(A).

Schacht	IRW <sub>Tag</sub>	L <sub>r,Tag</sub>	ΔIRW <sub>Tag</sub>
Bülowbogen	65	69,7	4,7
Presselstraße 10	65	70,3	5,3
Presselstraße 12	60	67,8	7,8
Nordbahnhofstraße	60	63,6	3,6
Ehmannstraße	65	67,0	2,0

Herstellung der Injektionsschirme

In der folgenden Tabelle sind die Abweichungen von den Immissionsrichtwerten für den Fall der Durchführung der Bohrarbeiten für die

Injektionsschirme angegeben. Hierbei ist festzustellen, dass der gültige Immissionsrichtwert lediglich am Schacht Ehmannstraße unterschritten wird. Im Umfeld der übrigen Schächte sind Überschreitungen der Immissionsrichtwerte um bis zu 6,2 dB (A) zu erwarten.

Schacht	IRW <sub>Tag</sub>	L <sub>r,Tag</sub>	ΔIRW <sub>Tag</sub>
Bülowbogen	65	66,7	1,7
Presselstraße 10	65	67,3	2,3
Presselstraße 12	60	66,2	6,2
Nordbahnhofstraße	60	60,6	0,6
Ehmannstraße	65	64,0	-1,0

□ Injektionsmaßnahmen

Die nachfolgende Tabelle enthält die Abweichungen von den Immissionsrichtwerten bei der Durchführung der Injektionsarbeiten. Der Injektionscontainer ist mit einer Schalleistung von maximal 90 dB(A) berücksichtigt worden. Unter diesen Voraussetzungen sind die Immissionsrichtwerte an fast allen untersuchten Gebäudefassaden eingehalten.

Schacht	IRW <sub>Tag</sub>	L <sub>r,Tag</sub>	ΔIRW <sub>Tag</sub>
Bülowbogen	65	61,7	-3,3
Presselstraße 10	65	62,3	-2,7
Presselstraße 12	60	61,2	1,2
Nordbahnhofstraße	60	55,6	-4,4
Ehmannstraße	65	59,0	-6,0

□ Empfehlung

Die Dauer der Schachtherstellung, der Bohrarbeiten für den Injektionsschirm und der eigentlichen Hebungsinjektion ist pro Schacht auf wenige Monate beschränkt. Die Ausführung wird von längeren Ruhephasen unterbrochen. Mit temporär begrenzten Überschreitungen der Grenzwerte ist im Rahmen der Schachtherstellung und der Bohrarbeiten für den Injektionsschirm zu rechnen. Da bauliche aktive Schallschutzmaßnahmen nicht möglich sind, wird empfohlen bis zur Bauausführung das bisher vorgesehene Gerätekonzept auf Optimie-

rungsmöglichkeiten zu überprüfen und die im vorliegenden Gutachten erläuterten organisatorischen Maßnahmen zum Schallschutz umzusetzen.

## 2 Sachverhalt und Aufgabenstellung

Im Zusammenhang mit der Herstellung des Tunnels nach Bad Cannstatt sollen Schächte zur Durchführung von Injektionsmaßnahmen errichtet werden, aus denen heraus situationsbedingt bedarfsgerechte Injektionen durchgeführt werden. Konkret handelt es sich hierbei um die im Folgenden genannten Schachtanlagen:

- Schacht Bülowbogen (Heilbronner Straße 150),
- Schacht Presselstraße 10,
- Schacht Presselstraße 12,
- Schacht Nordbahnhofstraße,
- Schacht Ehmannastraße.

Die Lage der Schächte, die im Trassenbereich des Tunnels nach Bad Cannstatt verlaufen, sind in der folgenden **Abbildung 1** mit roten Symbolen gekennzeichnet.

**Abbildung 1** : Lage der Injektionsschächte



Bei den möglichen Auswirkungen der Maßnahmen auf die Nachbarschaft handelt es sich um punktuelle, vorübergehende / bauzeitliche Belastungen. Für die Herstellung der Schächte, der Injektionsschirme sowie zur Durchführung der Injektionsmaßnahmen wird daher der Nachweis gefordert, dass die erforderlichen Bauarbeiten zu keinen Geräuschimmissionen führen, die nach dem Maßstab der AVV Baulärm als erheblich belästigend einzustufen sind.

### **3 Bearbeitungsgrundlagen**

Der durchgeführten schalltechnischen Untersuchung liegen die folgenden Gesetze, Verordnungen, Richtlinien, Planunterlagen und Schriftsätze zu Grunde:

- /1/ Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigung, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) in der aktuell gültigen Fassung
- /2/ 32. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung – 32. BImSchV) vom 29. August 2002
- /3/ Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm - Geräuschimmissionen – AVV Baulärm (Beilage zum BAnz Nr.160 vom 01.09.1970) vom 19.08.1970
- /4/ VDI-Richtlinie 3765, „Kennzeichnende Geräuschemissionen typischer Arbeitsabläufe auf Baustellen“, Entwurf Dezember 2001
- /5/ Umwelt-Leitfaden zur Eisenbahnrechtlichen Planfeststellung und Plangenehmigung sowie für Magnetschwebebahnen, Teil VI – Schutz vor Schallimmissionen aus Schienenverkehr, Eisenbahn-Bundesamt, Stand: Dezember 2012
- /6/ Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Baumaschinen, Heft Nr. 247, Hessische Landesanstalt für Umwelt, Ausgabe Dezember 1997

- 
- /7/ Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Baumaschinen, Heft Nr. 2, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Ausgabe 2004
  - /8/ Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen durch Lastkraftwagen auf Betriebsgeländen von Frachtzentren, Auslieferungslagern, Speditionen und Verbrauchermärkten sowie weiterer typischer Geräusche insbesondere von Verbrauchermärkten, Umwelt und Geologie, Lärmschutz in Hessen, Heft 3, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Ausgabe 2005
  - /9/ Geplantes Großgerätekonzept für die Herstellung von Injektionschächten und für die Durchführung von Hebungsinjektionen, Arbeitsgemeinschaft Tunnel Cannstatt S21, Stand: März 2013
  - /10/ Erläuterungsbericht Hebungsinjektionen, Arbeitsgemeinschaft Tunnel Cannstatt S21, Bericht vom 07.11.2012
  - /11/ Geplantes Großgerätekonzept Hebungsinjektionen, Geräte für Schachtherstellung, Arbeitsgemeinschaft Tunnel Cannstatt S21, Stand: Juli 2013, Ergänzende Angaben der DB ProjektBau GmbH, August 2013

## 4 Anforderungen an den Schallschutz

### 4.1 Sachlicher Geltungsbereich und Begriffsdefinition

Die Rechtsgrundlage zur Beurteilung von Baulärm stellt das Bundes-Immissionsschutzgesetz (**BImSchG**) /1/ dar. Baustellen, Baulagerplätze und Baumaschinen sind im Allgemeinen als nicht genehmigungsbedürftige Anlagen im Sinne des **§ 3 (5) BImSchG** einzustufen. Beim Betrieb derartiger Anlagen muss der Anlagenbetreiber gemäß **§ 22 (1) Nr. 1 und 2 BImSchG** sicherstellen, dass

- schädliche Umwelteinwirkungen **verhindert** werden, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind und dass
- nach dem Stand der Technik **unvermeidbare** schädliche Umwelteinwirkungen auf ein **Mindestmaß** beschränkt werden.



Ob bei dem Betrieb einer Baustelle schädliche Umwelteinwirkungen durch Geräusche entstehen, wird nach der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm – Geräuschimmissionen (**AVV Baulärm**) /3/ beurteilt.

Hierin sind **Baustellen** als Bereiche definiert, auf denen Baumaschinen zur Durchführung von Bauarbeiten zum Einsatz kommen, einschließlich der Plätze, auf denen Baumaschinen zur Herstellung von Bauteilen und zur Aufbereitung von Baumaterial für bestimmte Bauvorhaben betrieben werden. Geräuschimmissionen im Sinne der **AVV Baulärm** sind auf Menschen einwirkende Geräusche, die durch Baumaschinen auf einer Baustelle hervorgerufen werden.

## 4.2 Immissionsrichtwerte für den Beurteilungspegel

Die **AVV Baulärm** nennt unter Ziffer 3 Immissionsrichtwerte in Abhängigkeit von Gebietsnutzungen. Die Immissionsrichtwerte finden sich in **Tabelle 1**.

Die angegebenen Immissionsrichtwerte (**IRW**) sind Richtwerte für den Beurteilungspegel. Sie beziehen sich auf Messpositionen vor Gebäuden, konkret auf Messpositionen 0,5 m vor dem geöffnetem Fenster des am stärksten von Baulärm betroffenen Raumes. Für die Ermittlung der Beurteilungspegel ist die tatsächliche Einwirkungsdauer der einzelnen Geräusche mit den in **Tabelle 2** angegebenen Abschlüssen zu berücksichtigen.

Es gelten die Beurteilungszeiten

- tags (07.00 Uhr bis 20.00 Uhr): **T<sub>r</sub> = 13 h**,
- nachts (20.00 Uhr bis 07.00 Uhr): **T<sub>r</sub> = 11 h**.

Eine weiterführende Unterscheidung der Beurteilungszeiten in Werktage bzw. Sonn- und Feiertage ist nicht gegeben, so dass die Immissionsrichtwerte gleichermaßen für Werktage sowie Sonn- und Feiertage gelten.

Tabelle 1 **Immissionsrichtwerte gemäß AVV Baulärm**

Zeile	Gebiete	Immissionsrichtwerte [dB(A)]	
		Tag	Nacht
1	Gebiete, in denen nur gewerbliche oder industrielle Anlagen und Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichts- und Bereitschaftspersonen untergebracht sind	70	70
2	Gebiete, in denen vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind	65	50
3	Gebiete mit gewerblichen Anlagen und Wohnungen, in denen weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind	60	45
4	Gebiete, in denen vorwiegend Wohnungen untergebracht sind	55	40
5	Gebiete, in denen ausschließlich Wohnungen untergebracht sind	50	35
6	Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten	45	35

Bei der Ermittlung des Beurteilungspegels ist die maßgebliche Größe der sogenannte Wirkpegel. Der Wirkpegel entspricht dem energetisch gemittelten Taktmaximalpegel mit einem Messtakt von 5 Sekunden. Im Taktmaximalpegel bzw. Wirkpegel findet die Impulshaltigkeit eines Geräusches besondere Berücksichtigung.

Bei der Ermittlung des Beurteilungspegels aus dem Wirkpegel ist je nach täglicher Betriebsdauer eine Zeitkorrektur entsprechend der **Tabelle 2** zu berücksichtigen. Darüber hinaus ist ein Lästigkeitszuschlag bis zu 5 dB(A) zu erheben, wenn am Immissionsort deutlich hörbare Töne hervortreten (z. B. Heulen, Pfeifen, Kreischen).

**Tabelle 2** Zeitkorrektur bei Ermittlung des Beurteilungspegels

Durchschnittliche tägliche Betriebsdauer		Zeitkorrektur [dB(A)]
07.00 Uhr bis 20.00 Uhr	20.00 Uhr bis 07.00 Uhr	
bis 2 ½ h	bis 2 h	10
über 2 ½ h bis 8 h	über 2 h bis 6 h	5
über 8 h	über 6 h	0

### 4.3 Immissionsrichtwerte für Spitzenpegel

Beim Betrieb von Baumaschinen auf Baustellen werden in der Regel zeitlich schwankende Schalldruckpegel emittiert. Es können also auch einzelne Geräuschspitzen auftreten. Für den Tagzeitraum (07.00 Uhr bis 20.00 Uhr) werden diesbezüglich gemäß AVV Baulärm keine Anforderungen gestellt. In der Nacht, das heißt im Zeitraum zwischen 20.00 Uhr und 07.00 Uhr, dürfen einzelne Geräuschspitzen, die von Baumaschinen auf Baustellen hervorgerufen werden, die Immissionsrichtwerte gemäß **Tabelle 1** am Immissionsort (0,5 m vor dem geöffneten Fenster des schutzbedürftigen Gebäudes) um nicht mehr als **20 dB(A)** überschreiten. Da im vorliegenden Fall nachts keine Arbeiten durchgeführt werden, sind bei der schalltechnischen Beurteilung der hier erörterten Bauarbeiten Spitzenpegel nicht von Relevanz.

### 4.4 Schutzbedürftige Nutzungen im Umfeld

Bei der Zuordnung der in **Tabelle 1** angegebenen Gebietsnutzungen ist zu beachten, dass im Allgemeinen die in rechtskräftigen Bebauungsplänen ausgewiesenen Flächennutzungen zu Grunde zu legen sind, soweit sich diese mit der tatsächlichen Nutzung decken. Gemäß AVV Baulärm 3.2.2 ist jedoch dann von der „*tatsächlichen baulichen Nutzung des Gebietes auszugehen*“, wenn die tatsächliche bauliche Nutzung im Einwirkungsbereich der Anlage „*erheblich von der im Bebauungsplan festgesetzten baulichen Nutzung*“ abweicht. Soweit kein Bebauungsplan existiert, ist die tatsächliche bauliche Nutzung für die Zuordnung von Immissionsrichtwerten zu Grunde zu legen. Die Festlegung der tatsächlichen baulichen Nutzung hat hierbei nach der Baunutzungsverordnung 1968 zu erfolgen. In Anbetracht des Sachverhaltes, dass sich die Schutzbedürftigkeit letztendlich nach der tatsächlichen baulichen Nutzung des vom Baulärm betroffenen Siedlungsbereiches richtet, wird im Folgenden eine diesbezügliche Ein-

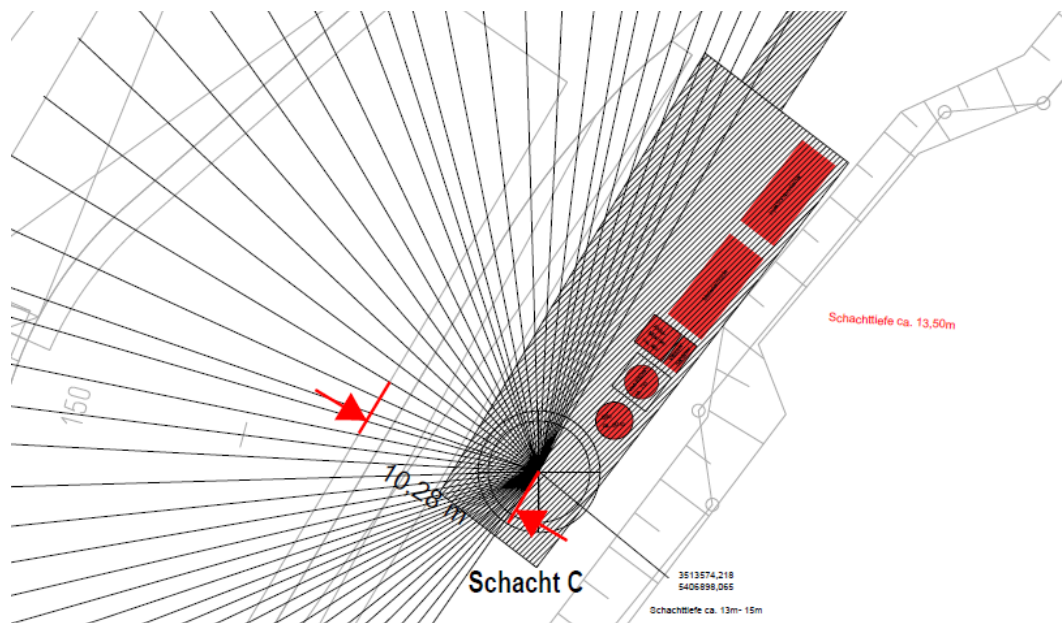
schätzung der Siedlungsbereiche im Umfeld der Injektionsschächte vorgenommen.

Drei der Injektionsschächte, liegen im Bereich der Presselstraße:

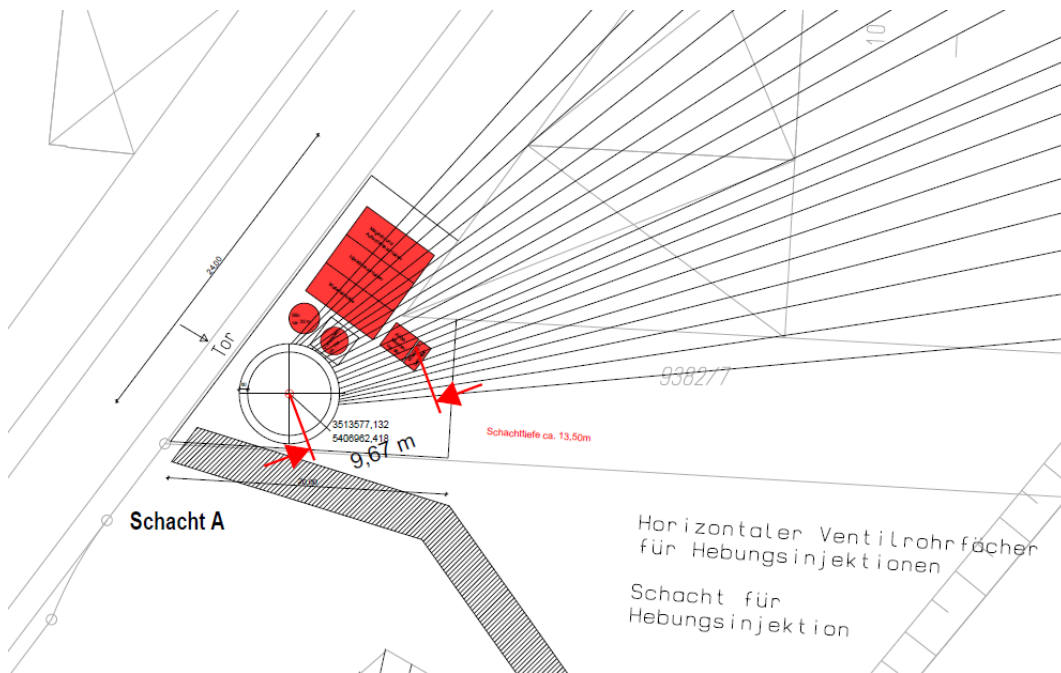
- Schacht Bülowbogen (Abbildung 2)
- Schacht Presselstraße 10 (Abbildung 3)
- Schacht Presselstraße 12 (Abbildung 4)

Zwei weitere Injektionsschächte liegen im Bereich des Gäubahnviadukts:

- Schacht Nordbahnhofstraße (Abbildung 5)
- Schacht Ehmannastraße (Abbildung 6)

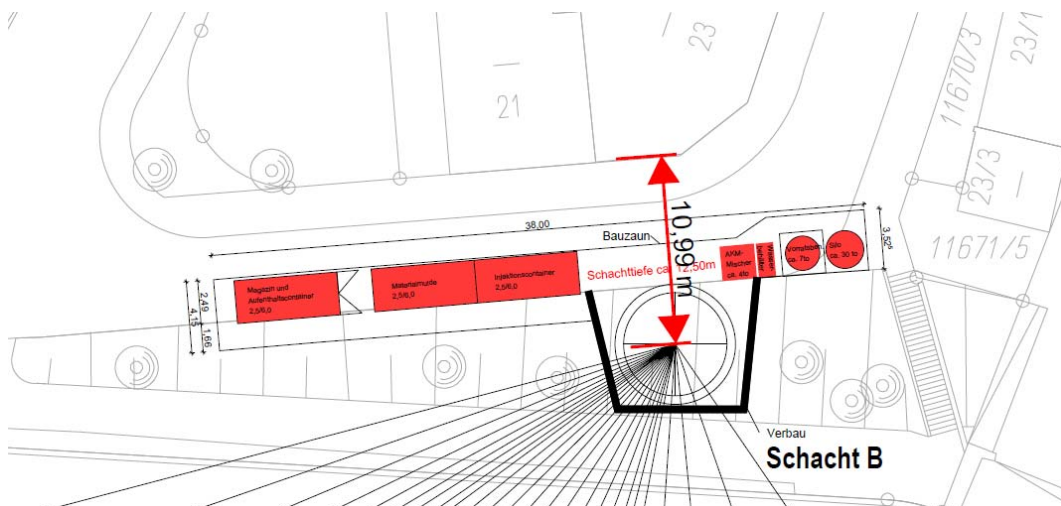


**Abbildung 2:** Lage Schacht Bülowbogen



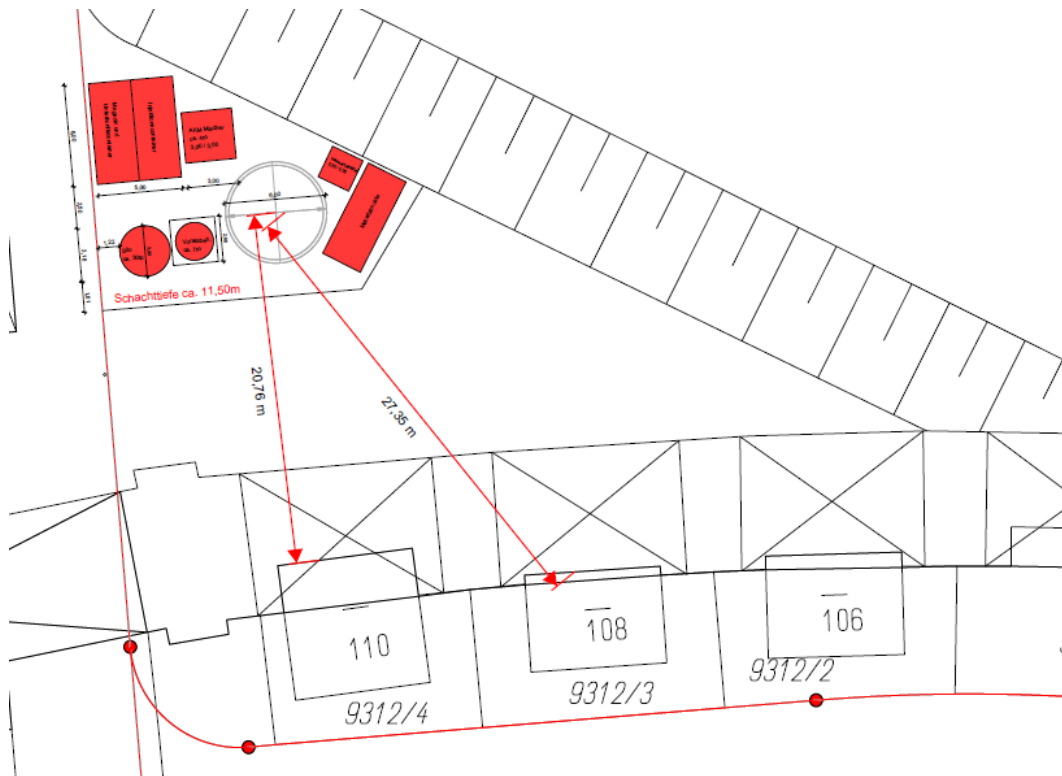
**Abbildung 3:** Lage Schacht Presselstraße 10

Bei dem nächstgelegenen schutzbedürftigen Gebäude im Bereich Bülowbogen handelt es sich um ein Büro und Verwaltungsgebäude. In Anbetracht des Sachverhaltes dass es sich hierbei um eine gewerbliche Nutzung handelt, gelten hierfür die Anforderungswerte gemäß **Tabelle 1** Zeile 2. Gleiches gilt für das Gebäude Presselstraße 10.



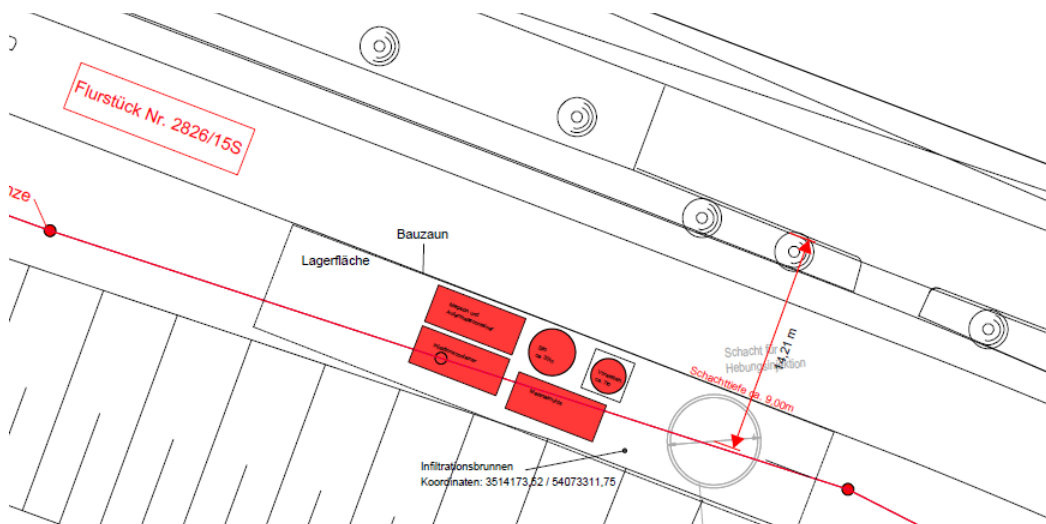
**Abbildung 4:** Lage Schacht Presselstraße 12

Das bauliche Umfeld des Gebäudes Presselstraße 12 ist gleichermaßen von Wohnnutzungen und von gewerblichen Nutzungen geprägt. Demgemäß gelten hierfür die Anforderungen gemäß **Tabelle 1** Zeile 3.



**Abbildung 5:** Lage Schacht Nordbahnhofstraße

Das bauliche Umfeld der Gebäude Rosensteinstraße 110 bis 106, Ecke Nordbahnhofstraße, ist gleichermaßen von Wohnnutzungen und von gewerblichen Nutzungen geprägt. Demgemäß gelten hierfür die Anforderungen gemäß **Tabelle 1** Zeile 3.



### **Abbildung 6:** Lage Schacht Ehmannastraße

Im Umfeld des Schachtes Ehmannastraße befinden sich ausschließlich gewerbliche Nutzungen. Demgemäß sind hierfür die Anforderungen gemäß **Tabelle 1** Zeile 2 anzuwenden

## **4.5 Maßnahmen zur Minderung von Baulärm**

Soweit die Untersuchungen zu dem Ergebnis führen, dass die oben genannten Immissionsrichtwerte nicht eingehalten werden können, ist zu prüfen, welche Maßnahmen zur Konfliktvermeidung oder zumindest zur Konfliktminimierung erforderlich sind. Es kommen hierbei insbesondere die folgenden Maßnahmen in Betracht:

- Maßnahmen bei der Einrichtung der Baustelle,
- Maßnahmen an den Baumaschinen,
- die Verwendung geräuscharmer Baumaschinen,
- die Anwendung geräuscharmer Bauverfahren,
- die Beschränkung der Betriebszeit lautstarker Baumaschinen.“

Als Maßnahmen im Vorfeld der Bauarbeiten sind bevorzugt geräuscharme Bauverfahren vorzusehen bzw. die Verwendung geräuscharmer Maschinen, die dem Stand der Lärminderungstechnik entsprechen.

Weiter ist anzuraten, vor Durchführung der Bauarbeiten die Bewohner der betroffenen Siedlungsbereiche (bei Mischnutzungen im Umfeld von maximal etwa 36 m) rechtzeitig auf die bevorstehenden Belastungen hinzuweisen. Die rechtzeitige Information über unvermeidbare Einwirkungen hat sich als Maßnahme zur Reduzierung der subjektiven Einwirkungen im Umfeld von Baustellen als vorteilhaft erwiesen.

## **5 Arbeitsgrundsätze und Vorgehensweise**

Grundlage der schalltechnischen Betrachtungen zur Herstellung der Injektionsschächte ist die Aufstellung eines überschlägigen Schallquellen- und Ausbreitungsmodelles. Es wird auf Grundlage der von der ausführenden Firma vorgelegten Einsatzliste für Baugeräte die zu erwartenden Schallleistungen für einzelne Vorgänge und für die jeweilige Gesamtmaßnahme ermittelt. Hierbei wird zwischen den zwei Bauphasen „Erstellung der Injek-

tionsschächte“ und „Durchführung der Injektionsmaßnahmen“ differenziert. In Anbetracht des Sachverhaltes, dass bis auf unterschiedliche Schachttiefen, die sich lediglich marginal auf die Bauzeit zur Herstellung der Schächte auswirken, bei allen 5 Schächten im Wesentlichen dieselben Bauvorgänge stattfinden, werden demzufolge für alle 5 Injektionsschächte dieselben Emissionsansätze zur Abbildung des Baugeschehens ermittelt. In Anbetracht des Sachverhaltes, dass es sich bei der Baumaßnahme um einen kleinräumigen baulichen Eingriff handelt, ist es möglich, den Emissionsansatz auf einen beurteilten Schalleistungspegel für jede Bauphase zu reduzieren. Hierfür werden anschließend Schallausbreitungsberechnungen zu dem nächstgelegenen von den Baulärmimmissionen am stärksten betroffenen Immissionsort durchgeführt. Die Ergebnisse werden nach dem Maßstab der AVV Baulärm beurteilt.

## **6 Beschreibung des Baustellenbetriebes**

### **6.1 Herstellung der Injektionsschächte**

Wie oben bereits ausgeführt wurde, müssen für die Durchführung von Injektionsmaßnahmen im Zusammenhang mit dem Bau des Tunnels nach Bad Cannstatt 5 Injektionsschächte errichtet werden. Die Injektionsschächte haben einen Außendurchmesser von

$$d = 6,5 \text{ m.}$$

Die Tiefe der Injektionsschächte variiert nach derzeitigem Planungsstand zwischen 9,0 m und 13,5 m.

Die für die Herstellung der Schächte erforderlichen Baumaßnahmen sind bei allen 5 Schächten nahezu gleich. Lediglich beim Schacht Presselstraße 12 sind zusätzliche Maßnahmen zur Böschungssicherung erforderlich, außerdem wird hier auf Grund der Nähe zu schutzwürdiger Nutzung auf den Einsatz eines Kranes verzichtet. Die Herstellung der Schächte beginnt mit der Herstellung des Kopfbalkens. Anschließend erfolgt der Aushub des Materials mit einem „TEREX-Minibagger“, der in der Mitte des späteren Schachtes aufgestellt wird. Der Kübelaushub des Materials wird mit einem seitlich stehenden Kran aus dem Schacht befördert. Hierbei erfolgt direkt die Verladung des Aushubs auf bereitstehende LKW. Nach



dem Beladen erfolgt der sofortige Abtransport. Eine Zwischenlagerung des Aushubmaterials ist nicht vorgesehen. Die freistehenden Schachtwände werden mit einer Spritzbetonversiegelung gesichert. Hierzu wird eine einlagige Bewehrungsmatte eingebaut. Der Spritzbetonauftrag wird ca. 16 cm betragen. Anschließend werden im Schacht die Ankerbohrungen und der Ankereinbau vorgenommen. Danach wird eine zweite Lage Bewehrungsmatten gestellt und es erfolgt ein weiterer Spritzbetonauftrag in einer Stärke von ca. 6 cm. Dann werden die Dränbohrungen hergestellt. Dieser Ablauf wiederholt sich einige Male bis die Endtiefe des Schachtes erreicht ist.

Sobald dies der Fall ist, erfolgt die Herstellung der Schachtsohle. Nach dem Einbau des Pumpensumpfes und dem Verlegen des Vlieses wird eine ca. 20 cm mächtige Kiesschicht mit dem Krankübel eingebracht. Diese wird anschließend verdichtet. Hierzu kommt eine baustellenübliche Rüttelplatte zum Einsatz. Der verdichtete Kies wird sodann mit einer Folie abgedeckt auf der dann die ca. 10 cm starke Sauberkeitsschicht betoniert wird. Hierauf werden sodann die Bewehrungsmatten eingebaut und der Schachtboden in einer Stärke von ca. 20 cm betoniert.

## **6.2 Herstellung der Injektionsschirme**

Nachdem der Schacht fertiggestellt ist, werden nun die Bohrungen für den Injektionsschirm fächerförmig vom Schacht aus durchgeführt. Sie verlaufen horizontal und sind unterschiedlich lang. Das hierbei zum Einsatz kommenden Bohrgerät steht dabei im unteren Teil des Schachtes. Auf der BE-Fläche wird hierfür ein Kompressor betrieben.

Die Herstellung der jeweiligen BE-Flächen, der Arbeitsschächte inkl. Aushub und die Bohrungen zur Herstellung der Injektionsschirme erfolgt im Tageszeitraum. Für die Fertigstellung eines Schachtes wird eine Dauer von je ca. 7 Wochen veranschlagt.

## **6.3 Durchführung der Injektionsmaßnahmen**

Die Injektionen werden in mehreren Phasen durchgeführt. Dazwischen liegen Abschnitte, in denen auch längere Zeit keine Betriebsaktivitäten erfolgen. Bei den Injektionen selbst handelt es sich also um Arbeiten von sporadischer und zeitlich begrenzter Dauer, die abhängig vom Bauablauf durchgeführt werden. Die hierfür erforderlichen Maßnahmen finden größ-

tenteils im Sohlenbereich der Schächte statt. Auf der BE-Fläche wird hierfür lediglich ein Injektionscontainer betrieben.

Nach Abschluss der Injektionsarbeiten erfolgt der Rückbau der Schächte (Verfüllung) und der BE-Flächen. Die jeweils ca. 4 Wochen dauernden Arbeiten werden im Tageszeitraum ausgeführt.

## **7 Untersuchungsergebnisse**

### **7.1 Ermittlung der Emissionen**

#### **7.1.1 Herstellung der Injektionsschächte**

Für den Schachtaushub wird, bis zu einer Tiefe von 5,0 m ein Mobilbagger (Typ Liebherr A309, oder vergleichbar) eingesetzt. Gemäß der vorgelegten Spezifikation weist der Bagger im Arbeitsbetrieb einen Schallleistungspegel von

$$L_{WA} = 98 \text{ dB(A)}$$

auf. Dieser Bagger wird beim Schacht in der Presselstraße 12 mit einem verlängerten Greifarm versehen, so dass der gesamte Schachtaushub durch den Bagger erfolgen kann. Ab einer Tiefe von 5,0 m wird, an den übrigen Schächten, auf der sich absenkenden Schachtsohle ein Minibagger (Typ TEREX, oder vergleichbar) betrieben. Von diesem gehen beim Arbeitsbetrieb Geräuschmissionen in Höhe von

$$L_{WA} = 94 \text{ dB(A)}$$

aus.

Der Transport von Kleingeräten und Baustoffen sowie die Förderung des Aushubs wird ab einer Tiefe von mehr als 5,0 m, an allen Schächten mit Ausnahme des Schachts Presselstraße 12, mittels Teleskopkran vorgenommen. Dieser Teleskopkran (Typ Sennebogen 643 M) weist im Arbeitsbetrieb einen Schallleistungspegel von

$$L_{WA} = 102 \text{ dB(A)}$$

auf. Zum Abtransport des Schachtaushubes und zum Antransport von Baustoffen (Bewehrungsstahl, Beton etc.) kommen, unabhängig von der Schachttiefe, LKW mit einem zulässigen Gesamtgewicht über 7,5 t zum Einsatz. Diese weisen üblicherweise einen Schallleistungspegel im Bereich

$$L_{WA} \leq 106 \text{ dB(A)}$$

auf. Für die Schachtsicherung kommt oberirdisch ein Kompressor (Typ XAS 137, oder vergleichbar) zum Einsatz. Dieser weist gemäß der vorgelegten Spezifikation einen Schallleistungspegel in Höhe von

$$L_{WA} = 99,0 \text{ dB(A)}$$

auf.

Für die Durchführung der Emissionsermittlung ist es nun sachgerecht für die oben genannten Baugeräte eine im Sinne der AVV Baulärm beurteilte Gesamtschallleistung zu ermitteln. Hierbei kann davon ausgegangen werden, dass der Mobilbagger am Tag maximal

$$T \leq 2,5 \text{ Stunden}$$

betrieben wird. Somit ergibt sich für den Mobilbagger eine beurteilte Gesamtschallleistung in Höhe von

$$L_{WA_r} = 98 - 10 = 88 \text{ dB(A)}$$

Der Minibagger wird während der Baumaßnahmen täglich über einen Zeitraum von

$$T \leq 4 \text{ Stunden}$$

betrieben. Somit ergibt sich für den Minibagger eine beurteilte Gesamtschallleistung in Höhe von

$$L_{WA_r} = 94 - 5 = 89 \text{ dB(A)}$$

Der Teleskopkran ist, bei einer Schachttiefe >5,0 m täglich über einen Zeitraum

**T ≤ 2 Stunden**

im Einsatz. Somit ergibt sich für den Kran (Typ Sennebogen) eine beurteilte Gesamtschallleistung in Höhe von

$$L_{WAr} = 102 - 10 = 92 \text{ dB(A)}$$

Die Fahraktivitäten von LKW auf dem Baufeld werden täglich insgesamt eine Zeitspanne von

**T ≤ 2,5 Stunden**

ausfüllen. Somit ergibt sich für den LKW-Betrieb eine beurteilte Gesamtschallleistung in Höhe von

$$L_{WAr} = 106 - 10 = 96 \text{ dB(A)}$$

Bei der Ermittlung der beurteilungsrelevanten Gesamtschallleistung wird die Emission des Kompressors nicht gesondert berücksichtigt, da dieser bei der Durchführung von Sicherungsmaßnahmen stets dann betrieben wird, wenn zum Beispiel kein Baggereinsatz erfolgt.

Demzufolge beläuft sich die beurteilte Gesamtschallleistung für die Herstellung der Schächte auf

$$L_{WAr,gesamt} = 96,6 \text{ dB(A)} \text{ bei Schachttiefe } <5,0 \text{ m}$$
$$L_{WAr,gesamt} = 98,0 \text{ dB(A)} \text{ bei Schachttiefe } >5,0 \text{ m.}$$

Diese Schallleistungspegel werden für die Immissionsermittlung herangezogen. Hierbei wird vereinfachend davon ausgegangen, dass die Emissionen vom Standort des jeweiligen Schachtes ausgehen.

### **7.1.2 Herstellung der Injektionsschirme**

Für die Durchführung der Bohrarbeiten wird oberirdisch aus schalltechnischer Sicht lediglich ein relevantes Gerät betrieben. Es handelt es sich um einen Kompressor zur Versorgung des Injektionssystems mit Druckluft.

Hierbei ist beispielsweise der Einsatz eines Kompressors vom Typ XAS 137, (oder vergleichbar) vorzusehen. Dieser weist gemäß der vorgelegten Spezifikation einen Schalleistungspegel in Höhe von

$$L_{WA_r} = 99,0 \text{ dB(A)}$$

auf. Der Kompressor wird während der Herstellung der Injektionsschirme täglich über einen Zeitraum von etwa

$$T \leq 8 \text{ Stunden}$$

betrieben. Somit ergibt sich für den Betrieb des Kompressors eine beurteilte Gesamtschalleistung in Höhe von

$$L_{WA_r} = 99 - 5 = 94 \text{ dB(A)}$$

In Anbetracht des Sachverhaltes, dass die Schalleistung anderer untergeordneter Schallquellen im Zusammenhang mit der Herstellung des Injektionsschirms den Wert für den Kompressor um mindestens 6 dB (A) unterschreiten, kann davon ausgegangen werden, dass die emittierte beurteilte Gesamtschalleistung der Injektionsvorgänge im Bereich von

$$L_{WA_r, \text{gesamt}} \leq 95,0 \text{ dB(A)}$$

liegt. Insgesamt kann davon ausgegangen werden, dass der genannte Wert eine obere Abschätzung darstellt.

### 7.1.3 Durchführung der Injektionsmaßnahmen

Die Injektionsmaßnahmen werden mittels Injektionscontainer auf der BE-Fläche abgewickelt. Nach Angaben des Herstellers des Injektionscontainers ist für die Phase der eigentlichen Hebungsinjektionen von folgender maximaler Schalleistung des Containers auszugehen:

$$L_{WA_r, \text{gesamt}} \leq 90,0 \text{ dB(A)}.$$

## 7.2 Immissionen

### 7.2.1 Herstellung der Injektionsschächte

Bei der Herstellung der Injektionsschächte ist unter Berücksichtigung der oben ermittelten Emissionsansätze an der jeweils nächstgelegenen schutzbedürftigen Bebauung von den folgenden Beurteilungspegeln auszugehen:

**Tabelle 3.1** Herstellung Injektionsschächte Schachttiefe < 5,0m

Schacht	L <sub>WAr</sub>	Mindestabstand	A <sub>div+3</sub>	L <sub>r,Tag</sub>
Bülowbogen	96,6	10,3	-28,3	<b>68,3</b>
Presselstraße 10	96,6	9,7	-27,7	<b>68,9</b>
Presselstraße 12	96,6	11,0	-28,8	<b>67,8</b>
Nordbahnhofstraße	96,6	20,8	-34,4	<b>62,2</b>
Ehmannstraße	96,6	14,2	-31,0	<b>65,6</b>

**Tabelle 3.2** Herstellung Injektionsschächte - Schachttiefe > 5,0m

Schacht	L <sub>WAr</sub>	Mindestabstand	A <sub>div+3</sub>	L <sub>r,Tag</sub>
Bülowbogen	98,0	10,3	-28,3	<b>69,7</b>
Presselstraße 10	98,0	9,7	-27,7	<b>70,3</b>
Presselstraße 12	96,6	11,0	-28,8	<b>67,8</b>
Nordbahnhofstraße	98,0	20,8	-34,4	<b>63,6</b>
Ehmannstraße	98,0	14,2	-31,0	<b>67,0</b>

Bezogen auf die hier gültigen Immissionsrichtwerte ergeben sich die in den folgenden **Tabellen 4.1 und 4.2** aufgeführten Überschreitungen. Es ist also festzustellen, dass die Überschreitungen der Immissionsrichtwerte bei der Herstellung der Injektionsschächte, bei den Arbeiten bis zu 5,0 m Tiefe in der Größenordnung von 0,6 dB(A) bis 7,8 dB(A) liegen (**Tabelle 4.1**). Die maximale Überschreitung tritt am Gebäude Pressestraße 12 auf. Ab einer Schachttiefe von mehr als 5,0 m werden andere (Minibagger statt Mobilbagger) und zusätzliche Baugeräte (Kran) erforderlich. Auf Grund dieser Arbeiten sind an den untersuchten Immissionsorten Überschreitungen in der Größenordnung von 2,0 dB(A) bis 7,8 dB(A) zu erwarten (**Tabelle 4.2**). Hierbei ist zu beachten, dass in der Pressestraße 12

kein Kran zum Einsatz kommt und der Aushub statt mittels Minibagger weiterhin, wie bis zur Schachttiefe von 5,0 m mittels Mobilbagger erfolgt. Daher unterscheiden sich die maximalen Überschreitungen zwischen den Arbeiten in unterschiedlichen Schachttiefen nicht.

**Tabelle 4.1** Herstellung Injektionsschächte – Schachttiefe < 5,0m

Schacht	IRW <sub>Tag</sub>	L <sub>r,Tag</sub>	ΔIRW <sub>Tag</sub>
Bülowbogen	65	<b>68,3</b>	<b>3,3</b>
Presselstraße 10	65	<b>68,9</b>	<b>3,9</b>
Presselstraße 12	60	<b>67,8</b>	<b>7,8</b>
Nordbahnhofstraße	60	<b>62,2</b>	<b>2,2</b>
Ehmannstraße	65	<b>65,6</b>	<b>0,6</b>

**Tabelle 4.2** Herstellung Injektionsschächte – Schachttiefe > 5,0m

Schacht	IRW <sub>Tag</sub>	L <sub>r,Tag</sub>	ΔIRW <sub>Tag</sub>
Bülowbogen	65	<b>69,7</b>	<b>4,7</b>
Presselstraße 10	65	<b>70,3</b>	<b>5,3</b>
Presselstraße 12	60	<b>67,8</b>	<b>7,8</b>
Nordbahnhofstraße	60	<b>63,6</b>	<b>3,6</b>
Ehmannstraße	65	<b>67,0</b>	<b>2,0</b>

## 7.2.2 Herstellung der Injektionsschirme

Die Ergebnisse der Prognoseberechnungen für die Herstellung der Injektionsschirme sind in der folgenden **Tabelle 5** zusammengestellt.

**Tabelle 5** Herstellung der Injektionsschirme – Beurteilungspegel

Schacht	L <sub>WAR</sub>	Mindestabstand	A <sub>div+3</sub>	L <sub>r,Tag</sub>
Bülowbogen	95	10,3	-28,3	66,7
Presselstraße 10	95	9,7	-27,7	67,3
Presselstraße 12	95	11,0	-28,8	66,2
Nordbahnhofstraße	95	22,8	-30,4	60,6
Ehmannstraße	95	14,2	-31,0	64,0

Bedingt durch die um 4 dB (A) geringere Geräuschemissionen, ergeben sich wie der **Tabelle 6** zu entnehmen ist entsprechend geringere Überschreitungen.

**Tabelle 6** Herstellung der Injektionsschirme – Beurteilung

Schacht	IRW <sub>Tag</sub>	L <sub>r,Tag</sub>	ΔIRW <sub>Tag</sub>
Bülowbogen	65	66,7	1,7
Presselstraße 10	65	67,3	2,3
Presselstraße 12	60	66,2	6,2
Nordbahnhofstraße	60	60,6	0,6
Ehmannstraße	65	64,0	-1,0

Die maximale Richtwertüberschreitung ist wiederum für den Schacht Presselstraße 12 mit 6,2 dB (A) zu verzeichnen. Im Umfeld der übrigen 4 Schachtanlagen werden die Richtwerte eingehalten oder es kommt ansonsten zu maximalen Überschreitungen um bis zu 2,3 dB(A).

### 7.2.3 Durchführung der Injektionsmaßnahmen

Die Ergebnisse der Prognoseberechnungen für die Durchführung der Injektionsmaßnahmen sind in der folgenden **Tabelle 7** zusammengestellt.

**Tabelle 7** Durchführung Injektionsmaßnahmen – Beurteilungspegel

Schacht	L <sub>WA,r</sub>	Mindestabstand	A <sub>div+3</sub>	L <sub>r,Tag</sub>
Bülowbogen	90	10,3	-28,3	61,7
Presselstraße 10	90	9,7	-27,7	62,3
Presselstraße 12	90	11,0	-28,8	61,2
Nordbahnhofstraße	90	22,8	-30,4	55,6
Ehmannstraße	90	14,2	-31,0	59,0

Da die Geräuschemissionen hier wiederum 5 dB geringer sind, ergeben sich, wie **Tabelle 8** zu entnehmen, überwiegend Unterschreitungen der Richtwerte.



**Tabelle 8** Durchführung Injektionsmaßnahmen – Beurteilung

Schacht	IRW <sub>Tag</sub>	L <sub>r,Tag</sub>	ΔIRW <sub>Tag</sub>
Bülowbogen	65	61,7	-3,3
Presselstraße 10	65	62,3	-2,7
Presselstraße 12	60	61,2	1,2
Nordbahnhofstraße	60	55,6	-4,4
Ehmannstraße	65	59,0	-1,0

Die maximale und nun einzige Richtwertüberschreitung ist wiederum für den Schacht Presselstraße 12 mit 1,2 dB (A) zu verzeichnen. Im Umfeld der übrigen 4 Schachtanlagen werden die Richtwerte eingehalten.

## 8 Schallschutzmaßnahmen

### 8.1 Bauliche Maßnahmen

In Anbetracht des Sachverhaltes dass sowohl während der Bauphase zur Herstellung der Injektionsschächte und der Injektionsschirme als auch während der Durchführung der Injektionsmaßnahmen mit Richtwertüberschreitungen zu rechnen ist, sind Schallschutzmaßnahmen in Betracht zu ziehen. Abschirmungsmaßnahmen scheiden aus, da während der Herstellungsphase der Schächte die Quellen im Umfeld des Schachtes nicht räumlich gebunden sind und darüber hinaus mit temporären Schallschutzwänden ohnehin keine Effekte in oberen Geschossebenen zu erzielen sind. Da die Aufstellung temporärer Schallschutzwände innerhalb des Baufeldes darüber hinaus die Arbeit erschweren und somit das Zeitfenster der Bauarbeiten ausdehnen würde, ist letztendlich auch aus Gründen der schalltechnischen Gesamteinwirkung von der Installation temporärer Schallschutzwände abzuraten.

### 8.2 Organisatorische Schallschutzmaßnahmen

Trotz des Sachverhaltes, dass im vorliegenden Fall durch die geplanten baulichen und planerischen Maßnahmen eine vollständige Konfliktlösung nicht erreicht werden kann, ist es erforderlich, dass die vom Baulärm betroffene Nachbarschaft frühzeitig und ausführlich über die bevorstehenden

baulichen Maßnahmen und deren voraussichtliche schalltechnische Konsequenzen informiert wird, so dass sich diese mit ihren persönlichen Planungen darauf einstellen können. Im Folgenden werden für die Informationen von Anliegern geeignete Maßnahmen und Einrichtungen geschildert.

### 8.2.1 Kommunikation mit den Nachbarn

In den einzelnen Projektphasen sollte die Nachbarschaft über die Baumaßnahme in Hinblick auf die zu erwartenden Lärmbelastigungen informiert werden. Insbesondere sollten die Nachbarn vor Beginn der Schachtbaumaßnahmen umfassend mit Informationen versorgt werden.

### 8.2.2 Reaktion auf Nachbarschaftsbeschwerden

Die eingehenden telefonischen sowie schriftlichen Beschwerden sind zentral vom zuständigen Ansprechpartner für Nachbarschaftsbetreuung zu erfassen, zu bewerten und zeitnah zu beantworten. Mögliche Reaktionen in der Ausführung sind in Abstimmung mit der örtlichen Bauleitung und dem ausführenden Unternehmen kurzfristig zu prüfen und ggf. umzusetzen. Bei Bedarf werden mit den Nachbarn Termine zur Aufklärung und Lösungsfindung vereinbart.

## 9 Abschließende Bemerkungen

Es wurde aufgezeigt, dass insbesondere während der Herstellungsphase der Injektionsschächte und Injektionsbohrungen Überschreitungen der gültigen Immissionsrichtwerte nicht ausgeschlossen werden können. Es wird daher geraten, die örtliche Bauleitung dahingehend zu instruieren, dass während der Bauarbeiten konsequent auf die Vermeidung unnötiger Geräuschemissionen geachtet wird. Insbesondere sollten Leerlaufphasen von Maschinen und Anlagen strikt vermieden werden.



Dipl.-Phys. Peter Fritz



Dipl.-Ing(FH) Katrin Endres

