

## **Anhang B**

### **Schallimmissionsprognose für die Baumaßnahmen zur Herstellung der Vorsetze Köhlbrand**

---

<b>Verfasser:</b>	IBL UMWELTPLANUNG GBR	IMS INGENIEURGESELLSCHAFT MBH
<b>Projektleitung:</b>	Wolfgang Herr	Dr. Peter Ruland
<b>Bearbeitung:</b>		Dr. Ulf Teschke Bastian Schneekloth Jochen Stroebel
<b>Techn. Arbeiten:</b>		Siggi Beese
<b>Redaktion:</b>		Ingrid Schmitz-Aha
<b>Projekt Nr.:</b>	633	9089
<b>Datum:</b>		11.10.2006

<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
<b>1 ANLASS UND AUFGABENSTELLUNG .....</b>	<b>1</b>
<b>2 BESCHREIBUNG VON BAUVORHABEN UND BAUABLAUF.....</b>	<b>2</b>
<b>3 WAHL DER IMMISSIONSAUFPUNKTE UND IHRE RICHTWERTE.....</b>	<b>6</b>
<b>4 GRUNDLAGEN ZUR BERECHNUNG DER SCHALLIMMISSION .....</b>	<b>10</b>
<b>5 ERGEBNISSE DER BERECHNUNG .....</b>	<b>12</b>
5.1 Vorbemerkung .....	12
5.2 Ergebnisse .....	12
<b>6 GENAUIGKEIT DES PROGNOSEVERFAHRENS .....</b>	<b>14</b>
<b>7 ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>15</b>
<b>8 LITERATUR- UND QUELLENVERZEICHNIS.....</b>	<b>16</b>

#### **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 2-1:	Schematischer Bauablaufplan.....	4
Tabelle 2-2:	Schallleistungspegel.....	5
Tabelle 2-3:	Relative Schalldruckpegel (Spektrum) für die Oktaven mit der Mittenfrequenz nach Müller & Möser (2003) .....	5
Tabelle 3-1:	Immissionsaufpunkte der Schallimmissionsprognose.....	6
Tabelle 3-2:	Beschreibung der Immissionsaufpunkte mit Zuordnung der Immissionsrichtwerte .....	9
Tabelle 4-1:	Meteorologiefaktor $C_0$ für unterschiedliche Windrichtungen der Region Hamburg .....	11
Tabelle 5-1:	Beurteilungspegel an den Immissionsaufpunkten 01 bis 06 .....	12

#### **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 2-1:	Lageplan der Vorsetze am Ostufer des Köhlbrand .....	2
Abbildung 2-2:	Schematischer Schnitt durch den Köhlbrand mit Darstellung der Vorsetze.....	2
Abbildung 3-1:	Auszug aus der digitalen Stadtkarte mit Lage der gewählten Immissionsaufpunkte .....	7

#### **Anlagen**

Anlage 1	Unterlagen Schallberechnung Bauphase 1, Anlagen 1.1 bis 1.12
Anlage 2	Unterlagen Schallberechnung Bauphase 2, Anlagen 2.1 bis 2.12
Anlage 3	Unterlagen Schallberechnung Bauphase 3, Anlagen 3.1 bis 3.12
Anlage 4	Unterlagen Schallberechnung Bauphase 4, Anlagen 4.1 bis 4.12
Anlage 5	Unterlagen Schallberechnung Bauphase 5, Anlagen 5.1 bis 5.12
Anlage 6	Unterlagen Schallberechnung Bauphase 6, Anlagen 6.1 bis 6.12

## **1 ANLASS UND AUFGABENSTELLUNG**

Im Zuge der geplanten Fahrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe ist für die Köhlbrandkurve eine Vertiefung und eine Verschwenkung der Fahrrinne nach Osten vorgesehen. Aufgrund der daraus resultierenden Versteilung der Böschung am Ostufer des Köhlbrands sind Sicherungsmaßnahmen zur Gewährleistung der Standsicherheit der Böschung erforderlich. Um den aus der Vertiefung und Verschwenkung entstehenden Geländesprung aufzufangen, ist daher der Bau einer Vorsetze (senkrechte Ufereinfassung) geplant.

Die Maßnahmen zum Bau der Vorsetze sind mit Schallemissionen durch die eingesetzten Baugeräte und Maschinen verbunden. Die Auswirkungen der Schallemissionen auf die Umwelt sind in der Umweltverträglichkeitsuntersuchung (UVU) zur Fahrinnenanpassung darzustellen und zu bewerten.

Das Projektbüro hat am 10. April 2006 die IMS Ingenieurgesellschaft mbH beauftragt, im Rahmen des Loses 1F zur UVU II eine Schallimmissionsprognose für die Baumaßnahmen zur Herstellung der Vorsetze zu erstellen. Aufgabe der Schallberechnungen ist es, auf der Grundlage von Unterlagen über die voraussichtlich für den Bau der Vorsetze zum Einsatz kommenden Maschinen und Geräte die zu erwartenden Schallbelastungen in den nächstgelegenen schutzbedürftigen Wohnbebauungen zu prognostizieren. Die Schallimmissionsprognose ist Grundlage für die Bewertung der Umweltauswirkungen dieser Baumaßnahme.

## 2 BESCHREIBUNG VON BAUVORHABEN UND BAUABLAUF

Die Vorsetze ist am Ostufer des im Hamburger Hafen gelegenen Köhlbrand geplant. Der Lage der geplanten Vorsetze ist in Abbildung 2-1 dargestellt. Abbildung 2-2 zeigt einen Schnitt durch den Köhlbrand mit der veränderten Böschungsneigung und der geplanten Vorsetze.

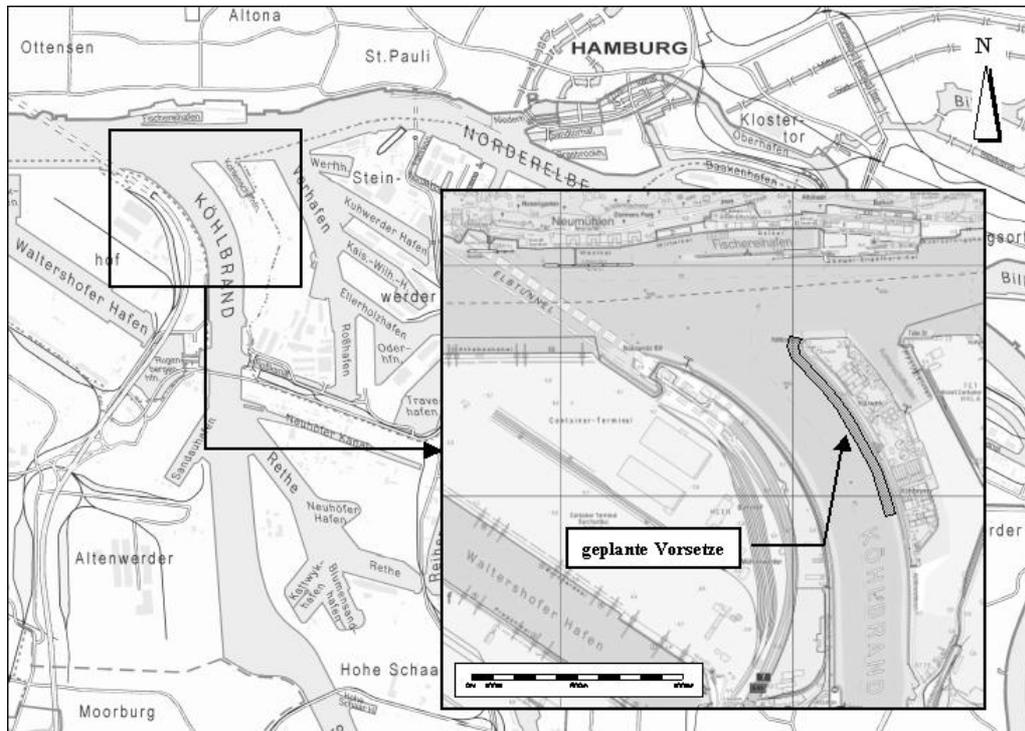


Abbildung 2-1: Lageplan der Vorsetze am Ostufer des Köhlbrand

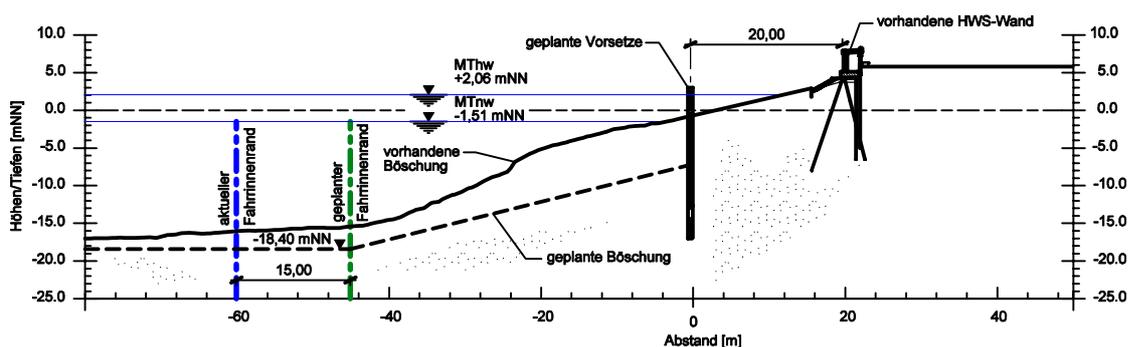


Abbildung 2-2: Schematischer Schnitt durch den Köhlbrand mit Darstellung der Vorsetze

Die gesamte Länge der zu erstellenden Spundwand beträgt ca. 1.200 m. Sie besteht aus Trag- und Füllbohlen, welche nacheinander eingebracht werden. Die Breite der Füllbohlen beträgt ca. 1,75 m.

Der Arbeitsablauf gliedert sich in sechs Bauphasen und ist in Tabelle 2-1 schematisch dargestellt. In den ersten beiden Bauphasen wird die Trasse der neuen Spundwand

freigeräumt. Dabei werden die in der Trasse vorhandenen Sedimente mit Hilfe eines vom Wasser aus operierenden Seilbaggers entfernt.

Nach dem Freiräumen der Trasse erfolgt das Einbringen der Trag- und Füllbohlen (Phase 2 bis 5). Diese Arbeiten werden von der Wasserseite unter Einsatz eines Schwimmpontons ausgeführt. Die Tragbohlen der Spundwand werden zunächst mit einer Vibrationsramme eingerüttelt. Die letzten 3 m werden die Bohlen aus statischen Gründen mit einer Schlagramme eingerammt. Die zwischen den Tragbohlen einzubringenden Füllbohlen werden über die gesamte Länge mit einer Vibrationsramme eingerüttelt. Bei den Füllbohlen ist ein Nachrammen nicht erforderlich.

Zum Abschluss der Bauarbeiten wird mit Hilfe eines Seilbaggers die Gewässersohle vor der Vorsetze auf das geplante Sollmaß vertieft (Phasen 5 und 6).

Die Anlieferung der Baumaterialien und der Abtransport von Aushubmaterial erfolgt mit Schuten ebenfalls von der Wasserseite aus.

Beim Bau der Spundwand wird von einem durchschnittlichen Baufortschritt von ca. 10 m pro Tag ausgegangen, so dass durchschnittlich pro Tag ca. 4 – 5 Füllbohlen und 4 - 5 Tragbohlen eingebracht werden können. Einschließlich der oben genannten Vor- und Nacharbeiten wird eine Bauzeit von insgesamt 10 Monaten angesetzt.

Nach Fertigstellung des Bauwerkes werden die Nassbaggerarbeiten zur Vertiefung der Gewässersohle im Rahmen der Fahrinnenanpassung durchgeführt. Für diese Arbeiten erfolgt im Rahmen dieser Betrachtungen keine Schallprognose. Die schalltechnische Bewertung dieser Nassbaggerarbeiten erfolgt in Teilgutachten H 8.

In Tabelle 2-1 ist der voraussichtliche Bauablauf schematisch dargestellt. Dabei sind für die zum Einsatz kommenden Baumaschinen und –geräte repräsentative Fabrikate aufgeführt, mit denen die entsprechenden Arbeiten durchgeführt werden könnten. Die für die einzelnen Baugeräte angegebenen Schalleistungspegel sind dem Taschenbuch der Akustik (Müller & Möser 2003) entnommen. Für den Seilbagger basiert der Wert auf Angaben des Herstellers.

**Tabelle 2-1: Schematischer Bauablaufplan**

Bau- phase	Monate	parallele Bauabläufe	eingesetzte Geräte	Typ	Schall- leistungs- pegel dB(A)	Emissions- höhe <sup>1)</sup> [m]	Geräte pro Tag	effektive Betriebs- zeit <sup>2)</sup> [h]	minimaler Abstand von Bau- null [m]	
1	1 und 2	- Rammtrasse freiräumen	Seilbagger	Liebherr HS 851 HD	112	4	1	8	0	
			Ponton Schuten		n.b.	3	1	3	0	
2	3	- Rammtrasse freiräumen - vorhandenes Deckwerk ausbauen	Seilbagger	Liebherr HS 851 HD	112	4	1	8	480	
			Ponton Schuten		n.b.	3	1	3	480	
		- Rammarbeiten Tragbohlen	Seilbagger	Liebherr HS 851 HD	112	4	1	5	0	
			Vibrationsramme		Müller MS 16	125	12	1	5	0
		Schlagramme	IHC S 50	134	3	1	3	0		
3	4 und 5	- Rammtrasse freiräumen - vorhandenes Deckwerk ausbauen - Rammarbeiten Tragbohlen	Seilbagger	Liebherr HS 851 HD	112	4	1	8	720	
			Ponton Schuten		n.b.	3	1	3	720	
		- Rammarbeiten Füllbohlen	Seilbagger	Liebherr HS 851 HD	112	4	1	5	240	
			Vibrationsramme		Müller MS 16	125	12	1	5	240
			Schlagramme		IHC S 50	134	3	1	3	240
			Seilbagger		Liebherr HS 851 HD	112	4	1	5	0
			Vibrationsramme		Müller MS 16	125	12	1	5	0
4	6 und 7	- Rammarbeiten Tragbohlen	Seilbagger	Liebherr HS 851 HD	112	4	1	8	720	
			Vibrationsramme		Müller MS 16	125	12	1	5	720
			Schlagramme		IHC S 50	134	3	1	3	720
		- Rammarbeiten Füllbohlen	Seilbagger	Liebherr HS 851 HD	112	4	1	5	240	
			Vibrationsramme		Müller MS 16	125	12	1	5	240
			Seilbagger		Liebherr HS 851 HD	112	4	1	8	0
- UW-Baggerarbeiten vor der Vor- setze	Schute	n.b.	3	1	2	0				
5	8	- Rammarbeiten Füllbohlen	Seilbagger	Liebherr HS 851 HD	112	4	1	5	960	
			Vibrationsramme		Müller MS 16	125	12	1	5	960
		- UW-Baggerung vor Vorsetze	Seilbagger	Liebherr HS 851 HD	112	4	1	12	0	
			Klappschuten		n.b.	3	1	3	0	
6	10	- UW-Baggerung vor Vorsetze	Seilbagger	Liebherr HS 851 HD	112	4	1	12	600	
			Klappschuten		n.b.	3	1	3	600	

Erläuterungen:  
1) Die angegebenen Emissionshöhen sind angenommene Mittelwerte, da sich die Höhen der Schallquellen während des Rammens verändern.  
2) Im Zeitraum zwischen 7:00 und 20:00 h. Nachts werden keine Bauarbeiten durchgeführt.  
n.b. nicht betrachtet

Der in Tabelle 2-1 dargestellte Bauablauf stellt die Grundlage für die Schallimmissionsprognose dar. Zu den Angaben im Bauablaufplan gibt es folgende Anmerkungen:

- Die Angaben zur effektiven Betriebszeit basieren auf der Annahme, dass die Bauarbeiten nur an Werktagen (Montag bis Samstag) in der Zeit von 7:00 Uhr bis 20:00 Uhr ausgeführt werden.
- Die Höhe der baubedingten Schallbelastung hängt aufgrund des hohen Schalleistungspegels insbesondere von dem Einsatz der Schlagramme ab. Die tägliche Einsatzdauer der Schlagramme wird voraussichtlich etwa 2 Stunden betragen. Für die Berechnungen wird jedoch eine Betriebszeit von 3 Stunden angesetzt und somit der schalltechnisch ungünstige Fall den Berechnungen zu Grunde gelegt.
- Für die Vibrationsramme und die Schlagramme werden die im Taschenbuch der Akustik (Müller & Möser 2003) angegebenen Maximalwerte angenommen (siehe Tabelle 2-2). Auch hier erfolgte die Annahme zur sicheren Seite.
- In der letzten Spalte von Tabelle 2-1 ist der minimale Abstand von Baunull angegeben. Als Baunull wird der nördlichste Punkt der Vorsetze bezeichnet. Im Laufe des Baufortschrittes entfernen sich die Baugeräte immer weiter vom festgesetzten Baunull. Die Prognoserechnungen der Bauphasen erfolgen immer für den Standort der Baugeräte zu Beginn der jeweiligen Bauphase. Da sich die Immissionsaufpunkte alle nördlich von der Baustelle befinden und der Baufortschritt in südliche Richtung erfolgen soll, ist davon auszugehen, dass die Schallbelastung an den Immissionsaufpunkten im Laufe der einzelnen Bauphasen leicht abnimmt, da sich der Abstand zwischen den Immissionsaufpunkten und den Baugeräten vergrößert.
- Gemäß DIN-ISO 9613 werden bei den Schallberechnungen die Schallspektren der eingesetzten Maschinen und Geräte berücksichtigt. Die Schallspektren sind in Tabelle 2-3 angegeben.

**Tabelle 2-2: Schalleistungspegel**

Gerät	Schallpegel	Quelle
Seilbagger	112 dB(A)	Angabe von Hersteller Liebherr
Vibrationsramme	119 dB(A)	Taschenbuch der Akustik, S. 653 (Müller & Möser 2003)
Schlagramme	134 dB(A)	

**Tabelle 2-3: Relative Schalldruckpegel (Spektrum) für die Oktaven mit der Mittenfrequenz nach Müller & Möser (2003)**

Gerät	Mittenfrequenz [Hz]						
	63	125	250	500	1000	2000	4000
Seilbagger	-20 dB(A)	-15 dB(A)	-10 dB(A)	-7 dB(A)	-5 dB(A)	-7 dB(A)	-10 dB(A)
Vibrationsramme	-22 dB(A)	-17 dB(A)	-12 dB(A)	-7 dB(A)	-7 dB(A)	-8 dB(A)	-11 dB(A)
Schlagramme	-31 dB(A)	-26 dB(A)	-18 dB(A)	-11 dB(A)	-5 dB(A)	-4 dB(A)	-8 dB(A)

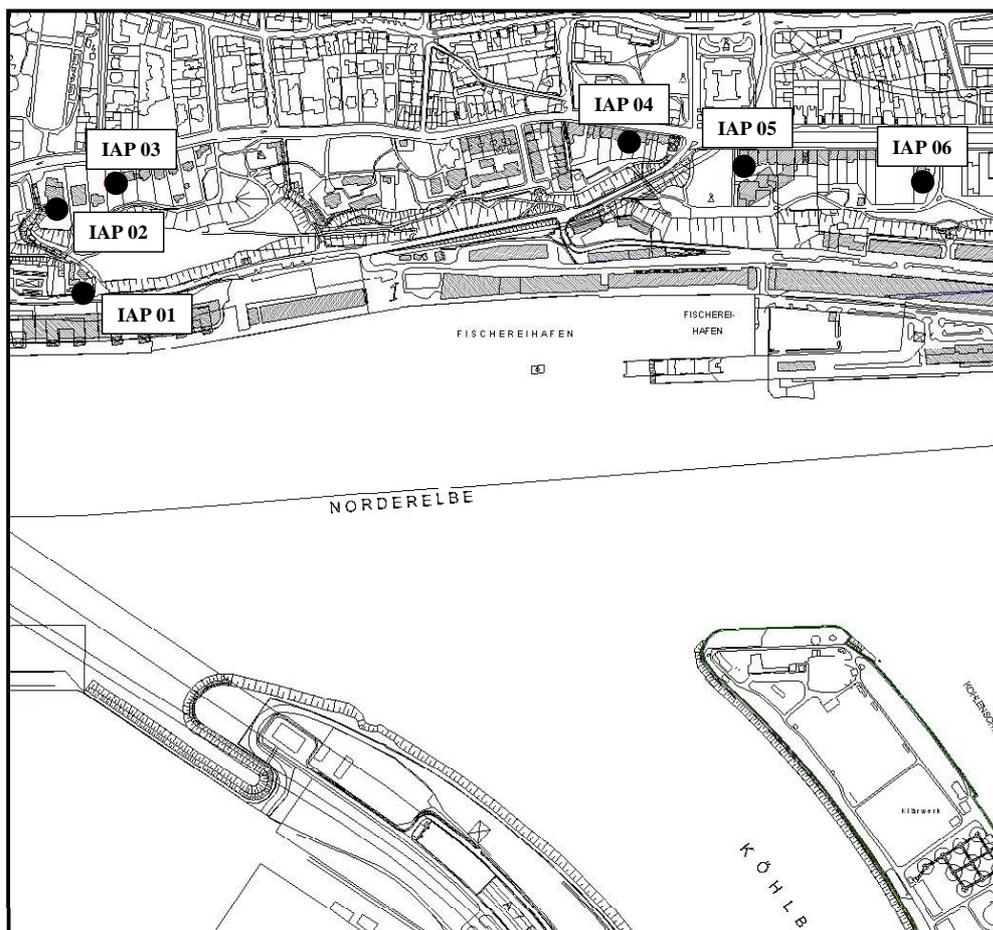
Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass bei den Annahmen zum Bauablauf, die den Prognoserechnungen zu Grunde liegen, immer von dem schalltechnisch ungünstigen Fall ausgegangen wird. Es handelt sich somit um einen konservativen Ansatz zur sicheren Seite.

### 3 WAHL DER IMMISSIONSAUFPUNKTE UND IHRE RICHTWERTE

Die der Baustelle am nächsten gelegenen schutzbedürftigen Wohnbebauungen befinden sich am gegenüberliegenden Elbufer in den Stadtteilen Neumühlen und Altona-Altstadt. In diesem Gebiet wurden insgesamt 6 repräsentative Immissionspunkte ausgewählt, in denen aufgrund der geringen Entfernung zu den Baumaßnahmen die höchsten Auswirkungen auf die Schallbelastung zu erwarten sind. Die 6 repräsentativen Immissionsaufpunkte (IAP) sind in Tabelle 3-1 aufgelistet. Einen Überblick über die Lage der Punkte gibt Abbildung 3-1.

**Tabelle 3-1: Immissionsaufpunkte der Schallimmissionsprognose**

	Lage	Rechtswert	Hochwert	Höhe IAP	Abstand zur Vorsetze <sup>1)</sup>
<b>IAP 01</b>	Neumühlen, Straße Neumühlen 5	3561160,57	5935162,57	NN +11,76 m	1.000 – 1.900 m
<b>IAP 02</b>	Neumühlen, Elbchaussee 97	3561124,27	593582,37	NN +36,96 m	1.100 – 2.000 m
<b>IAP 03</b>	Neumühlen, Elbchaussee 91	3561206,61	5935320,2	NN +38,40 m	1.000 – 2.000 m
<b>IAP 04</b>	Altona-Altstadt, Kloppstockstraße 5	3561934,00	5935378,6	NN +34,78 m	720 – 1.700 m
<b>IAP 05</b>	Altona-Altstadt, Palmaille 79	3562095,79	5935345,1	NN +35,00 m	680 – 1.600 m
<b>IAP 06</b>	Altona-Altstadt, Palmaille 37	3562350,19	5935322,6	NN +33,51 m	730 – 1.520 m
Erläuterungen: IAP Immissionsaufpunkt Höhe des IAP = Geländeoberkante (GOK) + 2,4 m <sup>1)</sup> Abstand variiert in den einzelnen Bauphasen (s. Anlagen 1.12, 2.12, 3.12, 4.12, 5.12, 6.12)					



**Abbildung 3-1: Auszug aus der digitalen Stadtkarte mit Lage der gewählten Immissionsaufpunkte**

Alle sechs IAP befinden sich an der Südseite von Gebäuden auf der der Baustelle zugewandten Seite. Mit Ausnahme des im unteren Bereich des Elbhanges gelegenen IAP 01 liegen alle übrigen IAP im oberen Bereich des Elbhanges.

Für die IAP 01 und 02 gilt nach Auskunft des Bezirksamtes Altona, Bauamt, Abteilung Stadtplanung der Bebauungsplan „Ottensen 2 / Othmarschen 31 / Altona-Altstadt 48“ (Stand September 1999) mit seinen Festsetzungen. Gemäß diesem Bebauungsplan liegen die IAP 01 und 02 in einem reinen Wohngebiet (WR).

Der IAP 03 liegt in einem Wohngebiet mit zweigeschossiger und der IAP 04 in einem Wohngebiet mit dreigeschossiger Wohnbebauung. Für beide IAP gilt nach Auskunft des Bezirksamtes Altona, Abteilung Stadtplanung, der Baustufenplan Ottensen vom 14.01.1955. Baustufenpläne sind Pläne mit Festsetzungen über die zulässige bauliche Nutzung aus der Zeit vor dem Inkrafttreten des Bundesbaugesetzes (1960, heute: Baugesetzbuch). Die in Baustufenplänen enthaltenen Festsetzungen erfolgten auf Grundlage der Baupolizeilichen Verordnung von 1938 und nicht wie heute erforderlich auf der Grundlage der Baunutzungsverordnung (BauNVO). Baustufenpläne wurden übergeleitet und gelten heute als Bebauungsplan (B-Plan) weiter, wobei die in Baustufenplänen verwendeten Begriffe teils von den heute gemäß BauNVO zu verwendenden Bezeichnungen abweichen. Das in dem Baustufenplan Ottensen für die IAP 03

und 04 ausgewiesene Wohngebiet ist mit einem allgemeinen Wohngebiet (WA) nach BauNVO vergleichbar.

Für den IAP 05 gilt nach Auskunft des Bezirksamtes Altona der B-Plan Altona-Altstadt 32 vom 28.10.1982 und für den IAP 06 der B-Plan Altona-Altstadt 30 vom 02.03.1977. Entsprechend den Festsetzungen in diesen B-Plänen liegen beide Gebäude in Kerngebieten (MK).

Zur Beurteilung der Schallbelastungen während der Bauphase ist die Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm (AVV Baulärm) heranzuziehen. Gemäß AVV Baulärm, S. 2, Abschn. 3, gelten an den Immissionsaufpunkten 01 und 02 die Immissionsrichtwerte von 50 dB(A) tagsüber und 35 dB(A) nachts (siehe Tabelle 3-2). An den IAP 03 und 04 betragen die Immissionsrichtwerte 55 dB(A) tagsüber und 40 dB(A) nachts. An den in sogenannten Kerngebieten gelegenen IAP 05 und 06 betragen die Richtwerte tagsüber 60 dB(A) und nachts 45 dB(A). Dabei gilt nach AVV Baulärm die Zeit zwischen 20.00 und 7.00 Uhr als Nacht und die restliche Zeit als Tag.

Nach Abschnitt 4.1 der AVV Baulärm sollen Maßnahmen zur Minderung der Geräusche angeordnet werden, wenn der Beurteilungspegel des von Baumaschinen hervorgerufenen Geräusches den Richtwert um mehr als 5 dB(A) überschreitet.

Gemäß DIN ISO 9613-2 beziehen sich die Immissionsberechnungen an den IAP auf eine Höhe von 2,4 m über der Geländeoberkante.

**Tabelle 3-2: Beschreibung der Immissionsaufpunkte mit Zuordnung der Immissionsrichtwerte**

Immissionsaufpunkt	B-Plan bzw. Baustufenplan*	Beschreibung der Nutzung	Nutzung gemäß BauNVO	Immissionsrichtwerte gem. AVV Baulärm	
				tagsüber 7:00 – 20:00 h	nachts 20:00 – 7:00 h
<b>IAP 01</b>	B-Plan Ottensen 2 / Othmarschen 31 / Altona-Altstadt 48 von 09/1999	reines Wohngebiet	WR	50 dB(A)	35 dB(A)
<b>IAP 02</b>	B-Plan Ottensen 2 / Othmarschen 31 / Altona-Altstadt 48 von 09/1999	reines Wohngebiet	WR	50 dB(A)	35 dB(A)
<b>IAP 03</b>	Baustufenplan Ottensen vom 14.01.1955	Wohngebiet mit zweigeschossiger offener Bauweise (W2o)	WA	55 dB(A)	40 dB(A)
<b>IAP 04</b>	Baustufenplan Ottensen vom 14.01.1955	Wohngebiet mit dreigeschossiger geschlossener Bauweise (W3g)	WA	55 dB(A)	40 dB(A)
<b>IAP 05</b>	B-Plan Altona-Altstadt 32 vom 28.10.1982	Kerngebiet	MK	60 dB(A)	45 dB(A)
<b>IAP 06</b>	B-Plan Altona-Altstadt 30 vom 02.03.1977	Kerngebiet	MK	60 dB(A)	45 dB(A)
<p>Erläuterungen:  IAP Immissionsaufpunkt  B-Plan bestehender Bebauungsplan  BauNVO Baunutzungsverordnung  WR reines Wohngebiet  WA allgemeines Wohngebiet  MK Kerngebiet  * Baustufenplan: Plan mit Festsetzungen über die zulässige bauliche Nutzung aus der Zeit vor dem Inkrafttreten des Bundesbaugesetzes (1960, heute: Baugesetzbuch). Baustufenpläne wurden übergeleitet und gelten heute als Bebauungsplan weiter, wobei die in Baustufenplänen verwendeten Begriffe teils von den heute gemäß BauNVO zu verwendenden Bezeichnungen abweichen.  Angaben zu den B-Plänen und den Baustufenplänen gemäß Auskunft des Bezirksamtes Altona, Bauamt, Stadtplanungsabteilung.</p>					

## 4 GRUNDLAGEN ZUR BERECHNUNG DER SCHALLIMMISSION

In der AVV Baulärm ist nur ein sehr überschlägiges Verfahren zur Berechnung des Schallpegels an einem Immissionsort angegeben. Das dort beschriebene Verfahren basiert hauptsächlich auf den Ergebnissen von Messungen am Ort der Baustelle und ist daher für eine Prognoseberechnung nicht geeignet.

Im Rahmen dieser Untersuchungen wird daher das Ausbreitungsmodell nach der DIN ISO 9613-2 zur Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien angewendet. Diese Norm stellt in Deutschland den allgemeinen Stand der Technik zur Berechnung der Schallausbreitung dar. Im Anwendungsbereich der DIN ISO 9613, S. 2, werden Bautätigkeiten explizit mit aufgeführt.

In der DIN ISO 9613-2 werden zur Berechnung der Ausbreitung des Schalls verschiedene Annahmen getroffen. Eine wesentliche Grundannahme ist, dass die Schallausbreitung bei sogenannten Mitwindbedingungen stattfindet. Dabei weht der Wind zwischen 1 m/s und 5 m/s von der Schallquelle zum Immissionsort. Es wird also von Bedingungen ausgegangen, die eine Schallausbreitung zum Immissionsort begünstigen.

Bei der Dämpfung des Schalls werden insbesondere die geometrische Ausbreitung, die Luftabsorption, die Dämpfung auf Grund des Bodeneffektes, die Abschirmung durch Hindernisse sowie Dämpfungen durch Bebauung, Bewuchs und Industriegelände berücksichtigt. Die DIN ISO 9613-2 führt die anzuwendenden Näherungsformeln zur Abschätzung der auftretenden Effekte auf. Dabei wird das unterschiedliche Dämpfungsverhalten des Schalls in Abhängigkeit der Frequenz durch das Aufteilen des Schallpegels in die acht Oktavbänder berücksichtigt. Dies ist insbesondere bei der Luftabsorption, den auftretenden Bodeneffekten und bei Berücksichtigung von Bewuchs von Bedeutung.

Da die Luftdämpfung erheblich von der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit abhängt, sind hier ebenfalls Annahmen zu treffen. Entsprechend den Tabellenwerten in der DIN-ISO 9613 und der Vorgabe in der VDI-Richtlinie 2714, Abschnitt 6.2, wird für die Schallimmissionsprognose zum Bau der Vorsetze die Luftfeuchtigkeit mit 70 % und die Lufttemperatur mit 10° Celsius angenommen.

Die akustischen Eigenschaften der Bodenbereiche über die sich der Schall ausbreitet werden in der DIN ISO 9613-2 durch einen Bodenfaktor G berücksichtigt. Wasserflächen werden dabei als harter Boden betrachtet. Dementsprechend ist G für den Bereich der Elbe null zu setzen.

Bei der Berechnung der Schallausbreitung über Wasserflächen ist zu beachten, dass Inversionsbedingungen über Wasserflächen<sup>1</sup> in der DIN ISO 9613-2 nicht berücksichtigt sind. Derartige Bedingungen können zu höheren Schalldruckpegeln führen als sie nach DIN ISO 9613-2 berechnet werden.

---

<sup>1</sup> Unter Inversion wird in diesem Zusammenhang die Umkehrung der Temperaturschichtung verstanden. Bei diesem Wetterphänomen nimmt die Temperatur mit zunehmender Höhe nicht ab sondern zu.

Da die gemäß DIN ISO 9613-2 dem Rechenverfahren zu Grunde gelegten Mitwindbedingungen in der Regel über einen längeren Zeitraum nicht anhalten, wird bei der vorliegenden Schallberechnung eine meteorologische Korrektur mit Hilfe eines Faktors  $C_{\text{met}}$  berücksichtigt. Dieser Faktor kann aus den örtlichen Wetterbedingungen, repräsentiert durch die lokalen Meteorologiefaktoren  $C_0$ , berechnet werden. Die Meteorologiefaktoren  $C_0$  wurden von der Freien und Hansestadt Hamburg, Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, Amt für Immissionsschutz und Betriebe, Lärmmessstelle zur Verfügung gestellt. Tabelle 4-1 gibt einen Überblick über die im Rahmen dieser Schallimmissionsprognose verwendeten Faktoren.

**Tabelle 4-1: Meteorologiefaktor  $C_0$  für unterschiedliche Windrichtungen der Region Hamburg**

Richtung	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
$C_0$ [dB]	2,1	2,4	2,7	2,6	2,0	1,6	1,4	1,3	1,2	1,4	1,7	1,8

Die meteorologische Korrektur  $C_{\text{met}}$  in dB berechnet sich hieraus zu

$$C_{\text{met}} = 0, \text{ wenn } d_p \leq 10 (h_s + h_r)$$

$$C_{\text{met}} = C_0 [1 - 10 (h_s + h_r)/d_p], \text{ wenn } d_p > 10 (h_s + h_r),$$

wobei  $d_p$  dem Abstand zwischen Quelle und Empfänger,  $h_s$  der Senderhöhe und  $h_r$  der Immissionshöhe, jeweils über Geländeroberkante, entspricht. Die meteorologische Korrektur ist also für jeden Immissionsort unterschiedlich, da sie von der Entfernung des Empfängers von der Schallquelle abhängt.

Für das betroffene Stadtgebiet wird das 3-D-Stadtmodell, Stufe 2, der Freien und Hansestadt Hamburg, Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung verwendet. Dabei handelt es sich um einen Auszug aus der digitalen Stadtgrundkarte (DSGK) der Freien und Hansestadt Hamburg. Die Daten werden nach den gängigen Verfahren für die Schallberechnungen zu einem digitalen Höhenmodell vermascht.

Die Berechnungen erfolgen mit dem Schallprognoseprogramm SOUNDPLAN, Version 6.3. Dabei handelt es sich um ein seit 1986 weiter entwickeltes Programm, welches schon in vielen vergleichbaren Projekten eingesetzt wurde.

## 5 ERGEBNISSE DER BERECHNUNG

### 5.1 Vorbemerkung

Die nachfolgende Schallimmissionsprognose wurde im Zeitraum von April bis Juni 2006 erstellt. Grundlage der Berechnungen war die zu diesem Zeitpunkt entwickelte technische Planung mit dem dazu gehörigen Bauablauf. Im Zuge der weiteren Abstimmungen mit dem Bauherren haben sich seit Juni Änderungen bei der technischen Planung ergeben. So ist abweichend von der ursprünglichen Planung inzwischen eine Rückverankerung der Spundwand mit einem gebohrten Einstabanker vorgesehen. Der Anker wird mit Hilfe einer hydraulisch angetriebenen Bohrlafette eingebracht. Die Arbeiten erfolgen in den Bauphasen 3 bis 5.

Erfahrungsgemäß werden die von einer Baustelle verursachten Schallimmissionen maximal durch die fünf lautesten Schallquellen bestimmt. Da die Arbeit mit Bohrlafetten durch geringe Schallemissionen und Erschütterungen gekennzeichnet ist, wird sich der Einsatz von Bohrlafetten nicht auf die im Rahmen der Schallimmissionsprognose berechneten Beurteilungspegel auswirken. Die im Rahmen der Schallimmissionsprognose getroffenen Aussagen gelten also auch für den zusätzlichen Einsatz von Bohrlafetten. Die maximalen Schallpegel resultieren weiterhin aus dem Einsatz der Schlagramme beim Einbringen der Tragbohlen sowie aus dem Einsatz der Vibrationsrammen beim Einbringen der Trag- und Füllbohlen.

### 5.2 Ergebnisse

Unter den in Kapitel 2 getroffenen Annahmen zum Bauablauf, insbesondere zu Art und Einsatzdauer der Baumaschinen und –geräte (siehe Tabelle 2-1) ergeben sich die in Tabelle 5-1 dargestellten Beurteilungspegel für die gewählten sechs Immissionsaufpunkte (IAP). Da die Baustelle nur werktags von 7:00 Uhr bis 20:00 Uhr betrieben werden soll, können Ausführungen zur Nachtzeit entfallen.

**Tabelle 5-1: Beurteilungspegel an den Immissionsaufpunkten 01 bis 06**

	IAP 01	IAP 02	IAP 03	IAP 04	IAP 05	IAP 06
Richtwert gem. AVV Baulärm <sup>1)</sup>	50	50	55	55	60	60
Bauphase 1	27,8	31,0	31,1	32,2	32,8	36,1
Bauphase 2	44,7	48,6	48,9	49,9	50,4	54,0
Bauphase 3	44,3	47,9	49,7	49,6	48,6	51,4
Bauphase 4	41,3	44,7	47,0	47,0	45,5	48,3
Bauphase 5	33,4	36,8	37,2	38,0	36,4	40,0
Bauphase 6	24,8	27,6	29,6	27,2	28,1	28,7
Erläuterungen: Alle Angaben in dB(A). In der Tabelle sind nur die Tageswerte angegeben, weil in der Nachtzeit keine Bauarbeiten stattfinden. Unterscheidung der Bauphasen gemäß Bauablaufplan in Tabelle 2-1. <sup>1)</sup> Die Richtwerte ergeben sich aus der in Tabelle 3-1 dargestellten Nutzung gemäß B- bzw. Baustufenplan.						

Die Baumaßnahmen zur Errichtung der Vorsetze Köhlbrand verursachen Schallbelastungen zwischen 24,8 dB(A) und 54,0 dB(A) an den betrachteten Immissionsaufpunkten. Die höchsten Schallbelastungen treten an den Immissionsaufpunkten 01, 02, 04, 05 und 06 in der Bauphase 2 und am Immissionsaufpunkt 03 in der Bauphase 3 auf. Sie resultieren jeweils aus dem Einsatz der Schlagramme beim Einbringen der Tragbohlen. Die heranzuziehenden Immissionsrichtwert gemäß AVV Baulärm werden an allen Immissionsaufpunkten im gesamten Bauablauf eingehalten (siehe Tabelle 5-1).

Als Ergebnis der Prognose kann somit festgestellt werden, dass bei Durchführung der Bauarbeiten entsprechend Bauablaufplan (siehe Tabelle 2-1) die gesetzlichen Vorgaben eingehalten werden. Da die Beurteilungspegel die Richtwerte nicht überschreiten, sind Maßnahmen zur Minderung der Geräusche gemäß Abschnitt 4.1 der AVV Baulärm nicht anzuordnen. Insofern sind unter den getroffenen Annahmen keine besonderen Schallschutzmaßnahmen erforderlich.

Die zuvor dargestellten Beurteilungspegel ergeben sich gemäß DIN ISO 9613-2 aus den zu erwartenden Schalleistungspegeln, die über den gesamten Tag (13 h Länge) gemittelt werden. Eine gesonderte Beurteilung von Spitzenpegeln ist in der AVV Baulärm nicht enthalten.

Über die gesetzlich erforderliche Bewertung im Rahmen der AVV Baulärm hinaus soll nachfolgend eine Betrachtung von kurzzeitig auftretenden Spitzenwerten erfolgen. Eine Berechnungsformel für diese Werte findet sich in der TA Lärm, die allerdings nicht für die Beurteilung von Schallbelastungen durch Baustellen herangezogen werden kann<sup>2</sup>. Darüber hinaus ist darauf hinzuweisen, dass die gemäß TA Lärm berechneten Spitzenwerte ( $L_{AFmax}$ ) nicht mit den Richtwerten der AVV Baulärm verglichen werden können, da es sich bei den Richtwerten der AVV Baulärm um Mittelungspegel handelt.

Kurzzeitig auftretende Spitzenwerte  $L_{AFmax}$  berechnen sich nach Abschnitt A.2.3.5 der TA Lärm, S. 14, zu

$$L_{AFmax} = 10 \cdot \log_{10} \left( \sum_{i=1}^n 10^{0,1 \cdot L_{AFmax,i}} \right), \quad (1)$$

wobei  $i$  der Laufindex (hier die Baugeräte) und  $n$  die Anzahl (hier 5) der gleichzeitig auftretenden Spitzenpegel  $L_{AFmax,i}$  darstellt.

Der höchste Wert von  $L_{AFmax}$  ergibt sich dabei am Immissionsaufpunkt 6, im Bauabschnitt 2, wenn die ungünstige Annahme getroffen wird, dass für einen Zeitpunkt alle Spitzenpegel der eingesetzten Baumaschinen gleichzeitig wirken. In diesem Fall ergäbe sich für die Bauphase 2 ein Wert  $L_{AFmax}$  von 60,0 dB(A) am IAP 06<sup>3</sup>. Falls diese Geräuschsituationen auftreten, werden sie aus der vorherrschenden Geräuschsituation der allgemeinen Hafen- und Straßengeräusche herausragen.

<sup>2</sup> Die TA Lärm gilt für Anlagen, die als genehmigungsbedürftige oder nicht genehmigungsbedürftige Anlagen den Anforderungen des Zweiten Teils des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) unterliegen. Baustellen sind explizit von diesen Anlagen ausgenommen.

<sup>3</sup> Dieser Wert ergibt sich aus den maximalen Spitzenpegeln von 30,0, 38,3, 51,6, 59,3 und 30,1 dB(A) am Immissionsaufpunkt 6 in der Bauphase 2.

Wie zuvor erläutert, existieren zur Beurteilung dieser durch Baustellen bzw. Baumaßnahmen hervorgerufenen Immissionsspitzenwerte keine gesetzlichen Vorgaben, weil in der AVV Baulärm kurzzeitig auftretende Spitzenwerte nicht betrachtet und beurteilt werden.

## **6 GENAUIGKEIT DES PROGNOSEVERFAHRENS**

Die Genauigkeit von Schallberechnungen hängt, wie auch bei anderen Prognoserechnungen, einerseits von den Eingangsdaten und andererseits von dem Rechenverfahren ab. Die vorliegende Schallimmissionsprognose wurde nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik durchgeführt und die verwendeten Eingangsdaten entsprechen dem derzeitigen Stand des Wissens.

In Bezug auf die Einschränkungen des Prognoseverfahren ist noch einmal darauf hinzuweisen, dass die DIN ISO 9613-2 bei der Berechnung der Schallausbreitung über Wasserflächen bestimmte Witterungsbedingungen (Inversionsbedingungen) nicht berücksichtigt (siehe Kap. 4). Derartige Bedingungen können zu höheren Schalldruckpegeln führen als nach DIN ISO 9613-2 berechnet.

Darüber hinaus ist zu beachten, dass gemäß DIN ISO 9613-2 (Abschnitt 9) bei Abständen von mehr als 100 m zwischen Sender (Emissionsquelle) und Empfänger (Immissionsort) die Genauigkeit der Berechnung mit  $\pm 3$  dB angegeben wird.

Abschließend sei nochmals betont, dass die in Kapitel 2 getroffenen Annahmen zum Bauablauf (Betriebszeiten und Schalleistungspegel der eingesetzten Maschinen und Geräte, Bezug der Berechnung auf Baunull) immer den schalltechnisch ungünstigen Fall darstellen und die Berechnung der Schallimmissionen somit zur sicheren Seite hin erfolgte. Es ist also nicht zu erwarten, dass die prognostizierten Beurteilungspegel in der Höhe tatsächlich erreicht werden. Vielmehr ist davon auszugehen, dass in allen Bauphasen die prognostizierten Beurteilungspegel durch den Baubetrieb unterschritten werden.

## **7 ZUSAMMENFASSUNG**

Im Zuge der Anpassung der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt ist im Bereich des Köhlbrands der Bau einer Vorsetze (senkrechte Ufereinfassung) zur Gewährleistung der Standsicherheit der Böschung erforderlich.

Die Maßnahmen zum Bau der Vorsetze sind mit Schallemissionen durch die eingesetzten Baugeräte und Maschinen verbunden. In der vorliegenden Schallimmissionsprognose werden die während der Bauzeit auftretenden Schallbelastungen an sechs repräsentativen Immissionsaufpunkten am Nordufer der Elbe berechnet. Mit Hilfe der Berechnungen soll überprüft werden, ob die gesetzlich heranzuziehenden Richtwerte für die durch die Baumaßnahmen verursachten Geräuschimmissionen eingehalten werden können.

Die nach der DIN ISO 9613-2 berechneten Beurteilungspegel an den sechs festgelegten Immissionsaufpunkten erreichen Werte von maximal 54,0 dB(A) und bleiben für das zu Grunde gelegte BauablaufszENARIO unter den heranzuziehenden Richtwerten der AVV Baulärm. Die Anordnung von Schallschutzmaßnahmen ist somit nicht erforderlich. Dabei ist zu beachten, dass es sich bei der vorliegenden Schallimmissionsprognose um die Betrachtung des ungünstigsten Falles handelt, weil den Berechnungen maximale Schalleistungspegel und maximale Betriebszeiten der eingesetzten Maschinen und Geräte zu Grunde gelegt wurden.

Eine Betrachtung der Schallbelastung in der Nacht entfällt, weil in diesem Zeitraum keine Bauarbeiten durchgeführt werden.

## 8 LITERATUR- UND QUELLENVERZEICHNIS

### Gesetze, Verordnungen und Richtlinien

AVV Baulärm: Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm – Geräuschimmissionen - vom 19. August 1970 (Bundesanzeiger Nr. 160 vom 01.09.1970).

BauNVO: Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (Baunutzungsverordnung – BauNVO). In der Fassung der Bekanntmachung vom 23. Januar 1990 (BGBl. I S.132), zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 22. April 1993 (BGBl. I S. 466).

BImSchG: Bundes-Immissionsschutzgesetz – Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge vom 15.03.1974 (BGBl. I 1974, S. 721, 1193), in der Fassung der Bekanntmachung vom 26.09.2002, BGBl. I S. 3830, zuletzt geändert am 06.01.2004, BGBl. I S. 2.

DIN-ISO 9613-2: Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, 1999.

TA Lärm: Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz - Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm. Vom 26. August 1998 (GMBI. 1998 S. 503).

VDI-Richtlinie 2714: Schallausbreitung im Freien, Januar 1988, VDI-Verlag, Düsseldorf 1988.

### Literatur

Müller, H. A. & Möser, m. (Hrsg.) (2003): Taschenbuch der Technischen Akustik, 3. Aufl., Springer-Verlag, Berlin [u.a.].

## **Anlagen**

**Anlage 1 Unterlagen Schallberechnung  
Bauphase 1**

**Anlage 2 Unterlagen Schallberechnung  
Bauphase 2**

**Anlage 3 Unterlagen Schallberechnung  
Bauphase 3**

**Anlage 4 Unterlagen Schallberechnung  
Bauphase 4**

**Anlage 5 Unterlagen Schallberechnung  
Bauphase 5**

**Anlage 6 Unterlagen Schallberechnung  
Bauphase 6**

## **Anlage 1**

# **Unterlagen Schallberechnung Bauphase 1**

### **Anlagen 1.1 bis 1.12**

## **Anlage 2**

# **Unterlagen Schallberechnung Bauphase 2**

## **Anlagen 2.1 bis 2.12**

## **Anlage 3**

# **Unterlagen Schallberechnung Bauphase 3**

## **Anlagen 3.1 bis 3.12**

## **Anlage 4**

# **Unterlagen Schallberechnung Bauphase 4**

### **Anlagen 4.1 bis 4.12**

## **Anlage 5**

# **Unterlagen Schallberechnung Bauphase 5**

## **Anlagen 5.1 bis 5.12**

## **Anlage 6**

# **Unterlagen Schallberechnung Bauphase 6**

### **Anlagen 6.1 bis 6.12**