

AAC – Audio & Acoustics Consulting Aachen

Prof. Dr.-Ing. Anselm Goertz
In der Linen 21
52134 Herzogenrath

TAC – Technische Akustik

Prof. Dr.-Ing. Alfred Schmitz
Fuggerstraße 3
41352 Korschenbroich

Arbeitsgebiete:

- Audiomesssysteme
- Beschallungsanlagen
- Lautsprecher
- Controller
- Planung, Design
- Tests
- Gutachten
- Schulung

Büro Korschenbroich

Fuggerstraße 3
41352 Korschenbroich
Fon: 02161 - 40296-32
Fax: 02161 - 40296-34

Büro Braunschweig

Ölschlägern 6
38100 Braunschweig
Fon: 0531 - 44626
Fax: 0531 - 18580

AAC-TAC 1451-11-V

Neubau / Sanierung der Beschallungsanlage

S-Bahnstationen Stuttgart

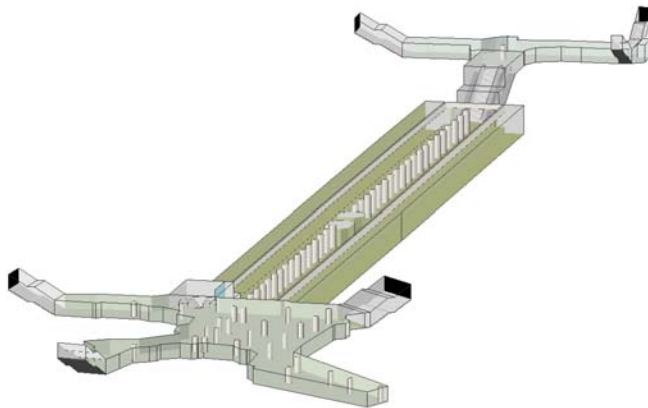
Teil 5: Geräuschimmissionen der Entrauchungskamine in der Wohnnachbarschaft

Ihr Ansprechpartner

Prof. Dr. Alfred Schmitz
Durchwahl: 02161 - 40296-32
schmitz@tac-akustik.de
www.tac-akustik.de

Objekt:

**S-Bahnstationen Stadtmitte, Feuersee,
Schwabstraße**



Unsere Leistungen

- Raumakustik
- Bauakustik
- Elektroakustik
- Immissionsschutz
- Schwingungstechnik
- Beratung
- Messung
- Schulung
- Sachverständigen-gutachten

Prof. Dr. Alfred Schmitz

Von der Industrie- und Handelskammer Mittlerer Niederrhein Krefeld – Mönchengladbach – Neuss
öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Bau-, Raum- und Elektroakustik

Zertifizierte Güteprüfstelle
nach DIN 4109
VMPA-SPG-211-04-NRW

Messstelle nach §§ 26, 28 BIm-SchG zur Ermittlung von Emissionen und Immissionen von Geräuschen

Gegenstand:

Gutachten zur Geräuschimmission von Entrauchungsanlagen in der Wohnnachbarschaft der S-Bahnstationen Stadtmitte, Feuersee, Schwabstraße

Auftraggeber:

DB Station&Service
Beschaffung Infrastruktur
Region Südwest (TEI-SW-A)
Presselstraße 17, 70191 Stuttgart

Erstellt am:

04.10.2012

Bearbeiter:

Prof. Dr.-Ing. Anselm Goertz
Prof. Dr.-Ing. Alfred Schmitz

Bankverbindung

Stadtsparkasse Aachen
Kontonummer 47678123
BLZ 390 500 00

Inhaltsverzeichnis

1 Aufgabenstellung	3
2 Normen, Richtlinien und verwendete Unterlagen	3
3 Anforderungen	4
4 Berechnungen der Geräuschemissionen	5
5 Berechnungen der Geräuschemissionen.....	5
6 Einwirkzeiten.....	6
7 Ergebnisse Beurteilung und Maßnahmen	7
Anhang A Lagepläne S-Bahnhöfe mit Immissionsorten (IO).....	9
Anhang B Berechnung Schalldruckpegel Station Schwabstraße West	12
Anhang C Berechnung Schalldruckpegel Station Stadtmitte West	13

1 Aufgabenstellung

Im Zuge der brandschutztechnischen Sanierungsmaßnahmen der S-Bahnstationen Stadtmitte, Feuersee und Schwabstraße in Stuttgart sollen Entrauchungsanlagen installiert werden. Dabei sollen im Betriebsfall die durch die Anlagen über die Entrauchungskamine erzeugten Geräusch-Beurteilungspegel den Anforderungen der TA Lärm genügen.

Es sind die durch die Entrauchungsanlagen erzeugten Schalleistungspegel an den Entrauchungskaminen rechnerisch abzuschätzen, gemäß TA Lärm für die Nachtzeit als seltenes Ereignis zu beurteilen und ggf. Lärminderungsmaßnahmen vorzuschlagen.

Die Lagepläne der drei Stationen sind in den Anhängen A1 bis A3 dargestellt.

2 Normen, Richtlinien und verwendete Unterlagen

- VDI 2081, Blatt 1
Geräuscherzeugung und Lärminderung in Raumluftechnischen Anlagen, Juli 2001
- BImSchG - Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge – Bundes-Immissionsschutzgesetz vom 26. September 2002 (BGBl. I Nr. 71 vom 04.10.2002, S. 3830)
- TA Lärm - Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm, 26. August 1998 (GMBI Nr. 26, S. 503 ff)
- DIN ISO 9613-2 - Dämpfung des Schalls bei Ausbreitung im Freien, Oktober 1999
- DIN 45687 - Akustik - Software-Erzeugnisse zur Berechnung der Geräuschimmission im Freien –Qualitätsanforderungen und Prüfbestimmungen, Mai 2006
- Konformitätserklärung nach DIN 45687: 2008-12 des Ingenieurbüros Stapelfeldt vom 09.05.2012 für das Schallausbreitungs-Programmsystem LimA 5.3, das für die in diesem Bericht dokumentierten Schallprognoserechnungen verwendet wurde
- Angabe der Schalleistungspegel der Entrauchungsventilatoren
- Zeichnungen der 3 S-Bahnhöfe inkl. der Entrauchungsanlagen

3 Anforderungen

Die Entrauchungsanlagen sollen so ausgelegt werden, dass bei regelmäßig durchzuführenden Probebetrieben keine unzumutbaren Geräuschbelastungen in der Wohnnachbarschaft der S-Bahnhöfe entstehen. Dies ist für gewerbliche Anlagen dann gewährleistet, wenn die Immissionsrichtwerte der TA Lärm eingehalten werden. Da der Probebetrieb nur ca. zweimal pro Jahr nachts stattfindet, kann dieser Betrieb als seltenes Ereignis gemäß Nummer 6.3 der TA Lärm betrachtet und beurteilt werden.

Für seltene Ereignisse gilt nachts folgender Immissionsrichtwert:

Immissionsrichtwert seltenes Ereignis Nacht: 55 dB(A)

Als maßgebliche Immissionsorte gemäß TA Lärm wurden folgende Wohnhäuser betrachtet:

- IO 1: Rotebühlstraße 67, Haltestelle Feuersee, Ost
- IO 2: Rotebühlstraße 66, Haltestelle Feuersee, West
- IO 3: Rotebühlstraße 108, Haltestelle Schwabstraße, Ost
- IO 4: Rotebühlstraße 147/149, Haltestelle Schwabstraße, West
- IO 5: Theodor Heuss Str. 14, Haltestelle Stadtmitte, Ost
- IO 6: Theodor Heuss Str. 26, Haltestelle Stadtmitte, West

Die Lage der Immissionsorte ist den Lageplänen in den Anhängen A1 bis A3 zu entnehmen.

4 Berechnungen der Geräuschemissionen

Als Grundlage der Berechnungen wurde der druckseitig in die Rohrleitung eingestrahlte Schallleistungspegel der Ventilatoren verwendet. Es sind pro Station zwei Ventilatoren (an jedem Ende einer) mit rechteckigem Querschnitt geplant. Die Kanäle münden in senkrechten Betonschächten, aus denen je nach Station jeweils 2 oder 3 Rohrstutzen ca. 3 m herausragen. Am Ende der Stutzen liegen die Luftaustrittsöffnungen.

Die Geräusche der Ansaugöffnungen sowie die von den Ventilatorgehäusen abgestrahlten Geräusche können aufgrund der baulichen Gegebenheiten vernachlässigt werden, so dass hier nur die Geräusche der Ausblasstutzen betrachtet werden.

Die Berechnungen der abgestrahlten Schallleistungspegel erfolgen gemäß der VDI Richtlinie 2081-1 - Geräuscherzeugung und Lärminderung in Raumluftechnischen Anlagen.

Die Berechnungen für die Stationen Feuersee und Schwabstraße mit baugleichen Axialventilatoren sind im Anhang B exemplarisch für die Station Schwabstraße wiedergegeben.

Für die Station Stadtmitte mit einem Radialventilator sind die Berechnungen in Anhang C aufgeführt.

Es haben sich für die einzelnen Auslässe folgende Schallleistungspegel L_W ergeben.

Station	L_W Ventilator am Auslass in dB(A)	Anzahl der Auslässe	Durchmesser der Auslässe in m	ges. Auslassvolumen in m³/s	Rauschen am Auslass in dB(A)
Feuersee, Ost	102,0	3	0,9	27	62,6
Feuersee, West	102,0	3	0,9	27	62,6
Schwabstraße, Ost	103,0	3	0,9	27	62,5
Schwabstraße, West	102,5	2	1,1	27	64,5
Stadtmitte, Ost	103,6	2	1,1	33	70,5
Stadtmitte, West	97,0	2	1,1	33	70,5

Tabelle 4.1: Schallleistungspegel Auslässe

5 Berechnungen der Geräuschimmissionen

Aus den Schallleistungen der Quellen wurden über eine Ausbreitungsrechnung unter Berücksichtigung der Geometrie, der Luftabsorption, der Dämpfung durch Meteorologie und Boden, der Höhe der Quellen und der Immissionsorte über dem Gelände, der Richtwirkung sowie etwaiger Abschirmung die jeweiligen zu erwartenden Immissionsanteile auf insgesamt sechs Immissionsorte - pro Anlage einen - berechnet.

Die Berechnungen der Immissionen erfolgten analog der DIN ISO 9613-2 in Oktavbandbreite. Die vorgenannte Richtlinie gibt Regeln an, mit deren Hilfe die Schallimmission ausgehend von einer Schallquelle oder einer Gruppe von Schallquellen bestimmt werden kann. Die ermittelten Schallleistungspegel wurden in Oktavbandbreite $L_{W\text{ Okt}}$ in die Ausbreitungsrechnung eingesetzt.

Die Dokumentation erfolgte nur für Mittelwerte und Mittelungspegel.

Die Berechnung der anteiligen Immissionen erfolgte jeweils für das Fenster des vom Geräusch am stärksten betroffenen schutzbedürftigen Raumes. Es wurde folgende Immissionsorthöhen über Straßenniveau zu Grunde gelegt:

- IO 1: $h = 8,4 \text{ m}$ (2. OG)
- IO 2: $h = 2,8 \text{ m}$ (EG)
- IO 3: $h = 8,4 \text{ m}$ (2. OG)
- IO 4: $h = 5,6 \text{ m}$ (1. OG)
- IO 5: $h = 5,6 \text{ m}$ (1. OG)
- IO 6: $h = 5,6 \text{ m}$ (1. OG)

Die Schallausbreitungsrechnung wurde mit dem Programm SAOS Version 2008.83 mit Rechenkern LimA Version 5.3.01 des Ingenieurbüros Stapelfeldt (Dortmund) durchgeführt. Die Software erfüllt gemäß der zugehörigen Konformitätserklärung die Qualitätsanforderungen und Prüfbestimmungen gemäß DIN 45687.

Die Aussagegenauigkeit der Prognose beläuft sich im Sinne der Tabelle 5 der DIN ISO 9613 auf $\pm 3 \text{ dB(A)}$.

6 Einwirkzeiten

Der Betrieb der Anlage erfolgt halbjährig nachts in der Zeit von 22.00 Uhr bis 06.00 Uhr über eine Dauer von 15 Minuten und einmal jährlich über eine Dauer von 30 oder 60 Minuten.

Es wurde im Rahmen einer konservativen Betrachtung der ungünstigste Fall mit folgenden Einwirkzeiten nach TA Lärm zu Grunde gelegt:

nachts	in der Zeit von	22.00 - 06.00 Uhr	1,0 h
		(lauteste volle Nachtstunde)	

7 Ergebnisse Beurteilung und Maßnahmen

Gemäß den Berechnungen ergeben sich für die drei Stationen **Feuersee**, **Schwabstraße** und **Stadtmitte** folgende gerundete Beurteilungspegel an den entsprechenden Immissionsorten:

Immissionsort	Beurteilungspegel in dB(A)
IO 1: Rotebühlstraße 67, Haltestelle Feuersee, Ost	67
IO 2: Rotebühlstraße 66, Haltestelle Feuersee, West	68
IO 3: Rotebühlstraße 108, Haltestelle Schwabstraße, Ost	73
IO 4: Rotebühlstraße 147/149, Haltestelle Schwabstraße, West	83
IO 5: Theodor Heuss Str 14, Haltestelle Stadtmitte, Ost	77
IO 6: Theodor Heuss Str 26, Haltestelle Stadtmitte, West	63

Tabelle 7.1: Beurteilungspegel

Der „zulässige“ Schalldruckpegel für seltene Ereignisse gemäß Nummer 6.3 der TA Lärm von **55 dB(A)** wird somit an allen Immissionsorten zum Teil erheblich überschritten.

Es wird daher empfohlen, Schalldämpfer in die Kanäle einzusetzen. Die Schalldämpfer haben grundsätzlich die Aufgabe, den vom Ventilator ausgehenden Schall zu reduzieren, ohne die Fortleitung des Luftstroms wesentlich zu behindern. Als Schalldämpfer in Kanälen kommen in erster Linie Reflexions- und Absorptionsschalldämpfer in Betracht. Ausgehend von den vorliegenden Spektren der Ventilatoren mit den Hauptanteilen bei ca. 500 – 2.000 Hz stellt der Einsatz von Absorptionsschalldämpfern in Form von Kulissenschalldämpfern mit der maximalen Einfügungsdämpfung in diesem Frequenzbereich eine aus akustischer und wirtschaftlicher Sicht optimale Lösung dar.

Für die Berechnungen des westlichen Ausgangs der Station **Schwabstraße** mit dem höchsten Beurteilungspegel wurde ein Kulissenschalldämpfer für den Ventilator mit folgenden Abmessungen berücksichtigt:

Länge = 2.000 mm

Kulissendicke = 200 mm

Spaltbreite = 120 mm

Die Einfügungsdämpfung des Schalldämpfers ist als Mindestanforderung in der Berechnungstabelle im Anhang B unten in Oktavbandbreit angegeben. Es ergibt sich damit für diese Station ein gerundeter Beurteilungspegel von **54 dB(A)**.

Für alle übrigen Stationen bzw. Ausgänge wurden für jeden Ventilator Kulissenschalldämpfer mit den nachstehenden Abmessungen berücksichtigt:

Länge = 2.000 mm

Kulissendicke = 200 mm

Spaltbreite = 200 mm

Die Einfügungsdämpfung der Schalldämpfer ist als Mindestanforderung in der Berechnungstabelle im Anhang C unten in Oktavbandbreit angegeben. Es ergeben sich damit gerundete Beurteilungspegel von **unter 55 dB(A)**.

Spitzenpegel, die den zulässigen Immissionsrichtwert nachts um mehr als 10 dB(A) überschreiten, sind nicht zu erwarten.

Die Anforderungen der TA Lärm für seltene Ereignisse sind somit für alle Auslässe erfüllt.

Entsprechende Schalldämpfer können z. B. von der Fa. TROX GmbH, Heinrich-Trox-Platz, D-47504 Neukirchen-Vluyn bezogen werden. Weitere Bezugsquellen sind von der Gütegemeinschaft Kulissenschalldämpfer e. V. (www.guete-schall.de) beziehbar.



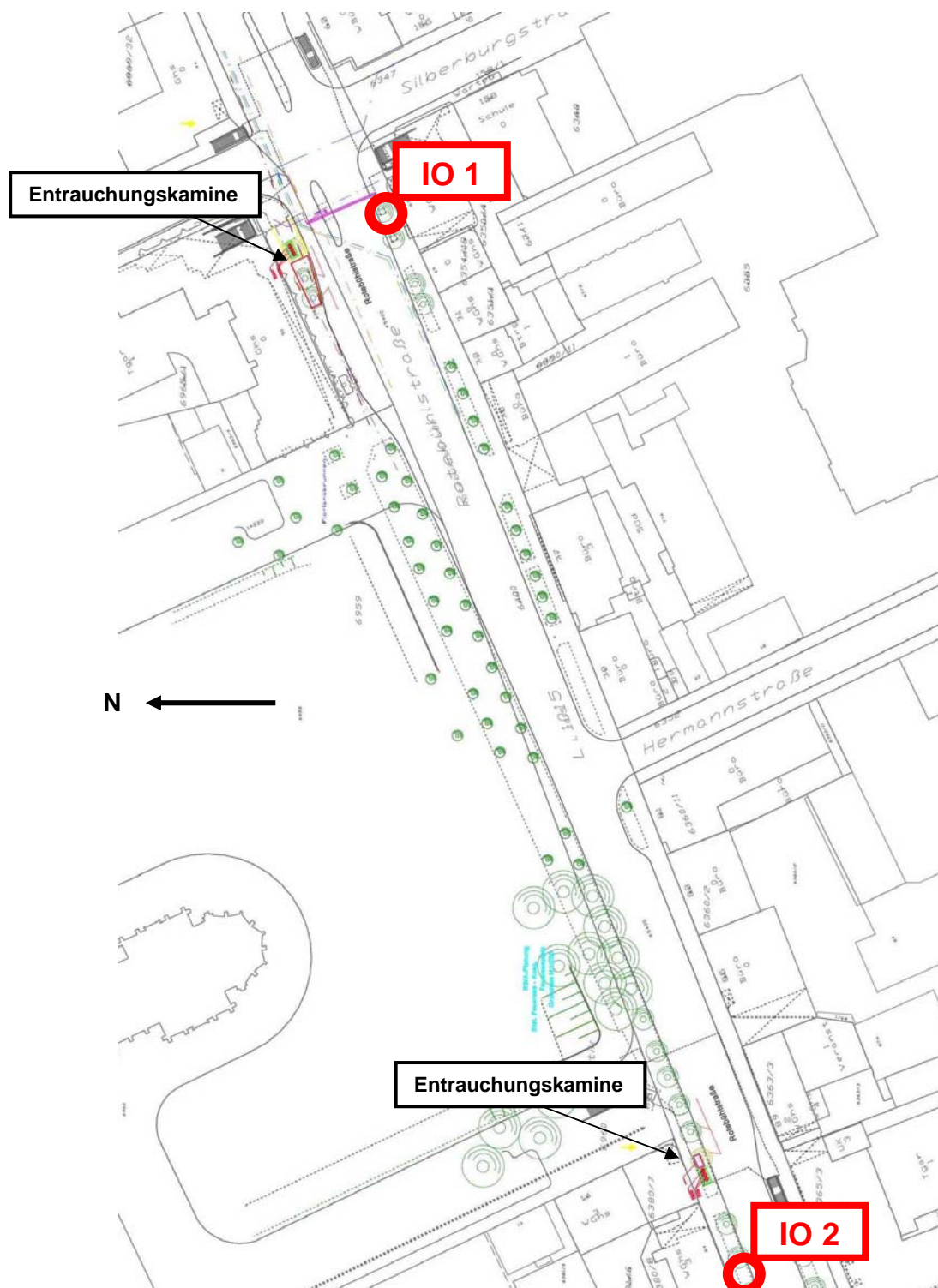
Prof. Dr.-Ing. Anselm Goertz



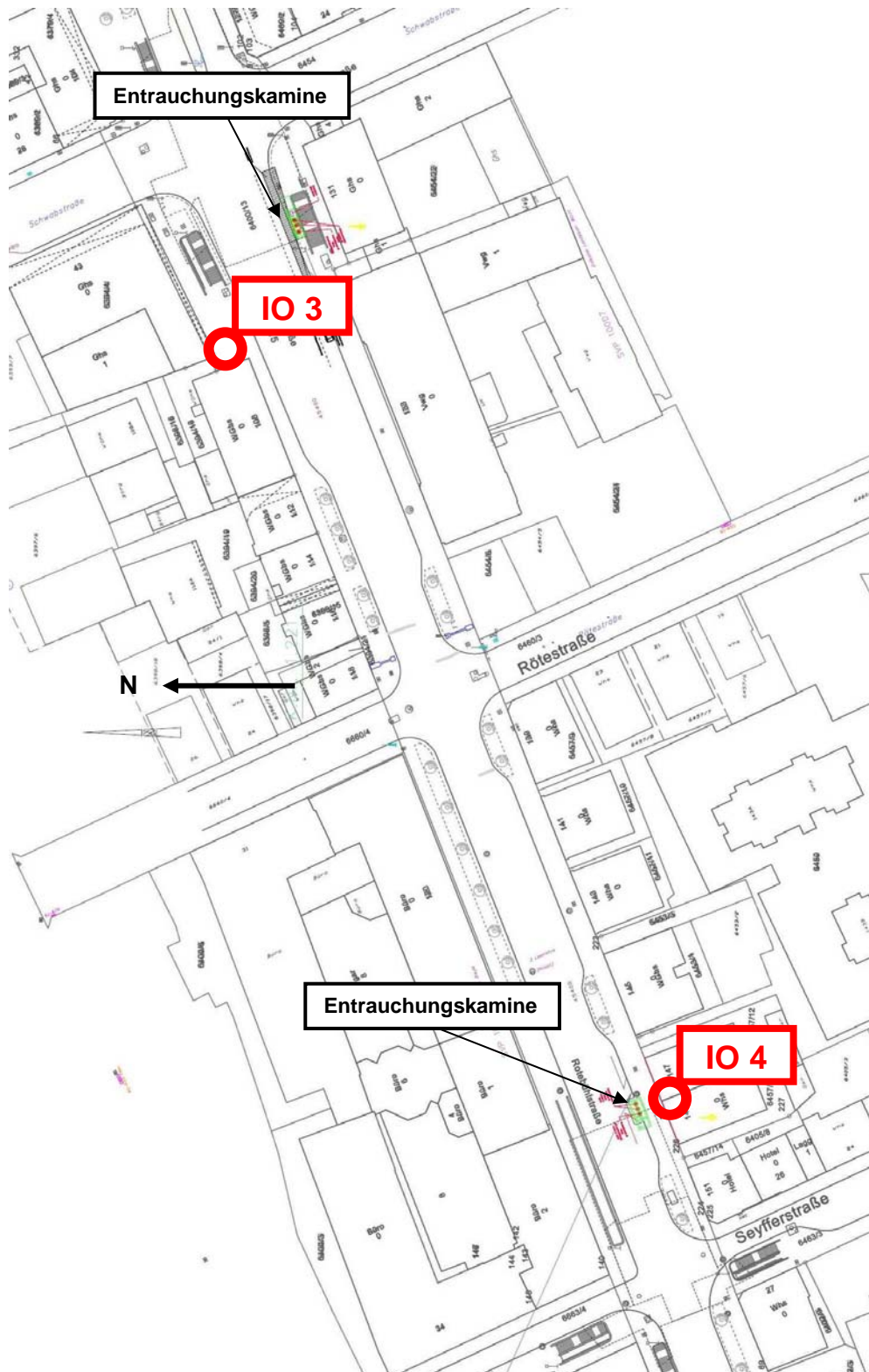
Prof. Dr.-Ing. Alfred Schmitz

Anhang A: Lagepläne der drei S-Bahnhöfe mit Entrauchungskaminen und Immissionsorten (ohne Maßstab)

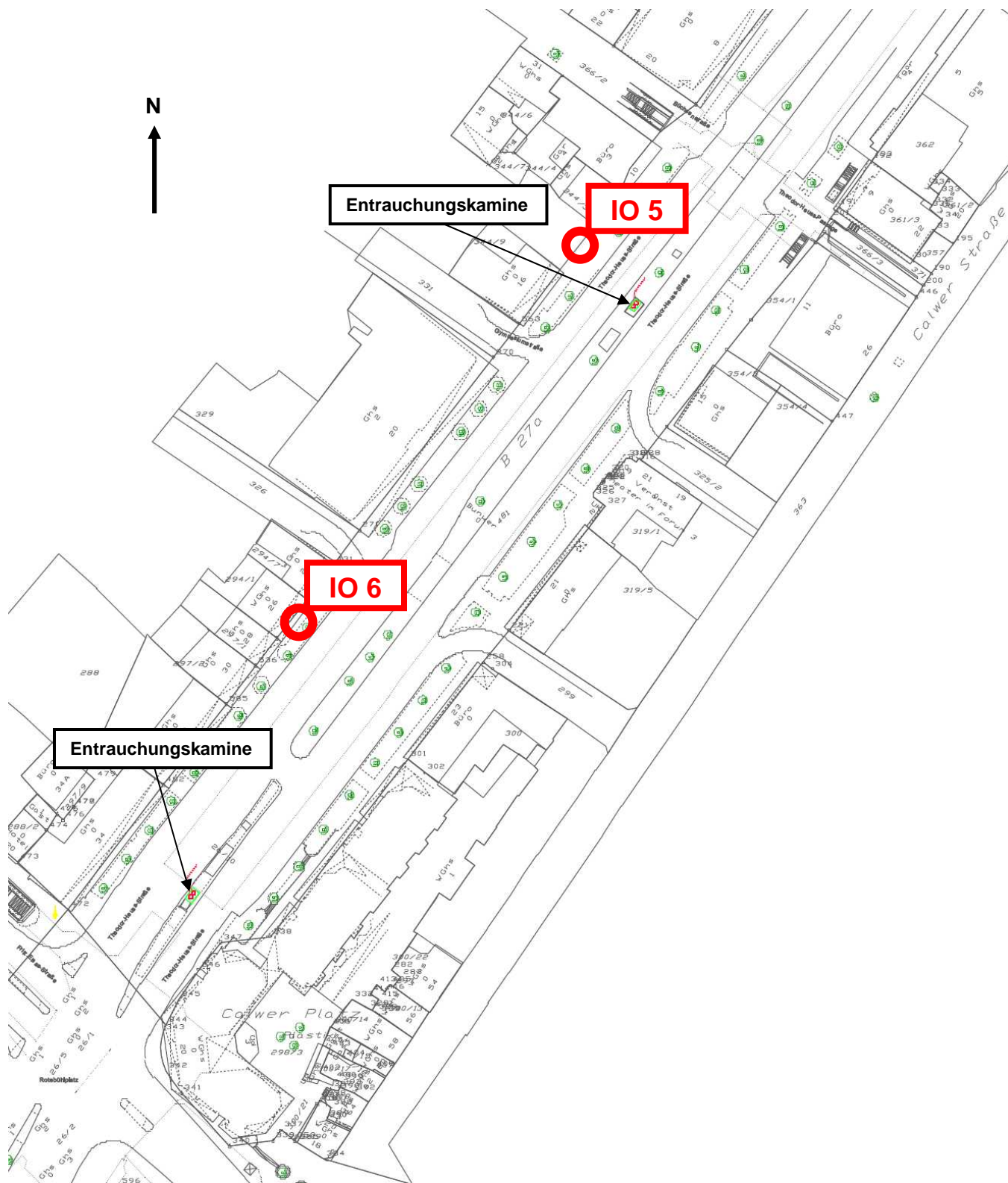
Anhang A1: Feuersee



Anhang A2: Schwabstraße



Anhang A3: Stadtmitte



Anhang B: Berechnung Schallleistungspegel Station Schwabstraße West

MP. Nr.	Lineares Spektrum								A-bewertetes Spektrum									
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	L _{in}	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	A rech.
L _w Herstellerangaben	107,0	109,0	104,0	103,0	107,0	107,0	103,0	101,0	114,9	80,8	92,9	95,4	99,8	107,0	108,2	104,0	99,9	112,2
Umlenkung 1 Tabelle 7 VDI 2081-1, mit Umlenklech, f _g = 122 Hz	1,0	6,0	6,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0		-25,2	-10,1	-2,6	-2,2	1,0	2,2	2,0	0,9	
Querschnittssprung 1 in Auslasskammer, a=1,6m, f _g = 103 Hz	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		-21,2	-16,1	-8,6	-3,2	0,0	1,2	1,0	-1,1	
Bild 26 VDI 2081-1																		
Umlenkung 2 Tabelle 7 VDI 2081-1, f _g = 107 Hz	3,0	7,0	6,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0		-23,2	-9,1	-2,6	-0,2	3,0	4,2	4,0	1,9	
Querschnittssprung 2 in Mündung, r = 0,55	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5		-23,7	-13,6	-6,1	-0,7	2,5	3,7	3,5	1,4	
Bild 26 VDI 2081-1																		
Aufspaltung 2 Kanäle Formel (35) VDI 2081-1	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0		-23,2	-13,1	-5,6	-0,2	3,0	4,2	4,0	1,9	
LW Ventilator	92,5	90,5	86,5	93,5	97,5	97,5	93,5	90,5	103,1	66,3	74,4	77,9	90,3	97,5	98,7	94,5	89,4	102,5
Auslass Strömungsrauschen, Formel (19) VDI 2081-1, ξ = 0,5; v = 13,5 m³/s, S = 0,95 m²	65,3	65,3	65,3	64,3	59,3	49,3	36,3	14,3	71,4	39,1	49,2	56,7	61,1	59,3	50,5	37,3	13,2	64,5
Mündungsreflexion Bild 28 VDI 2081-1, S = 0,95 m², Ω = 4 π	5,6	2,3	0,8	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3		-20,6	-13,8	-7,8	-2,8	0,3	1,5	1,3	-0,8	
LW ohne SD	87,0	88,2	85,7	93,1	97,2	97,2	93,2	90,2	102,4	60,8	72,1	77,1	89,9	97,2	98,4	94,2	89,1	102,2
Einfügungsdämpfung Schalldämpfer L = 2000 mm, Kulissendicke 200 mm, Spaltbreite 120 mm	5,0	13,0	25,0	50,0	50,0	50,0	31,0	19,0		-21,2	-3,1	16,4	46,8	50,0	51,2	32,0	17,9	
L _w zus. Strömungsrauschen durch Schalldämpfer	75,0	72,0	67,0	63,0	58,0	54,0	50,0	47,0	77,4	48,8	55,9	58,4	59,8	58,0	55,2	51,0	45,9	65,1
LW mit SD	82,8	77,2	69,8	66,7	61,9	55,9	62,5	71,2	84,4	56,6	61,1	61,2	63,5	61,9	57,1	63,5	70,1	73,0

Anhang C: Berechnung Schallleistungspegel Station Stadtmitte West

Lineares Spektrum										A-bewertetes Spektrum									
MP. Nr.	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	L _{in}	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	A rech.	
L _W Herstellerangaben Radiallüfter	114,2	115,1	114,1	110,2	105,0	100,3	94,5	90,1	120,0	88,0	99,0	105,5	107,0	105,0	101,5	95,5	89,0	111,6	
Umlenkung 1 Tabelle 7 VDI 2081-1, mit Umlenklech, f _G = 122 Hz	3,0	7,0	6,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0		-23,2	-9,1	-2,6	-0,2	3,0	4,2	4,0	1,9		
Umlenkung 2 Tabelle 7 VDI 2081-1, f _G = 107 Hz	3,0	7,0	6,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0		-23,2	-9,1	-2,6	-0,2	3,0	4,2	4,0	1,9		
Umlenkung 3 Tabelle 7 VDI 2081-1, f _G = 107 Hz	3,0	7,0	6,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0		-23,2	-9,1	-2,6	-0,2	3,0	4,2	4,0	1,9		
Querschnittssprung 2 in Mündung, r = 0,55	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2		-25,0	-14,9	-7,4	-2,0	1,2	2,4	2,2	0,1		
Bild 26 VDI 2081-1										-23,2	-13,1	-5,6	-0,2	3,0	4,2	4,0	1,9		
Aufspaltung 2 Kanäle Formel (35) VDI 2081-1	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0		74,8	73,8	83,3	93,8	91,8	88,3	82,3	75,8	97,0	
LW Ventilator	101,0	89,9	91,9	97,0	91,8	87,1	81,3	76,9	103,5	43,3	54,4	61,9	66,3	66,5	57,7	47,5	18,4	70,5	
Auslass Strömungsrauschen, Formel (19) VDI 2081-1, ξ = 0,5; v = 16,5 m³/s, S = 0,95 m²	69,5	70,5	70,5	69,5	66,5	56,5	46,5	19,5	76,6	-20,6	-13,8	-7,8	-2,8	0,3	1,5	1,3	-0,8		
Mündungsreflexion Bild 28 VDI 2081-1, S = 0,95 m², Ω = 4 π	5,6	2,3	0,8	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3		69,3	71,6	82,5	93,4	91,5	88,0	82,0	75,5	96,7	
LW ohne SD	95,5	87,7	91,1	96,6	91,5	86,8	81,0	76,6	100,8	-22,2	-7,1	11,4	36,8	44,0	31,2	17,0	8,9		
Einfügungsdämpfung Schalldämpfer L = 2000 mm, Kulissendicke 200 mm, Spaltbreite 200 mm	4,0	9,0	20,0	40,0	44,0	30,0	16,0	10,0		48,8	55,9	58,4	59,8	58,0	55,2	51,0	45,9	65,1	
L _W zus. Strömungsrauschen durch Schalldämpfer	75,0	72,0	67,0	63,0	58,0	54,0	50,0	47,0	77,4	65,4	63,9	66,1	67,4	67,2	61,9	66,2	65,5	74,8	
LW mit SD	91,6	80,0	74,7	70,6	67,2	60,7	65,2	66,6	92,0										