



**STADT LÖRRACH**  
**STADTPLANUNG UND BAURECHT**

# **BEBAUUNGSPLAN** **SCHÖPFLIN-AREAL**

---

**SCHALLPROGNOSE**



Hinterdorfstraße 11, D-79415 Bad Bellingen 4  
Telefon: 07635 - 28 26, Tel.Fu.: 0160 - 98 449 546  
eMail : List.bfue@t-online.de

## INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG .....	1
2	BASISDATEN .....	1
2.1	RECHTLICHE GRUNDLAGEN .....	1
2.2	BERECHNUNGSGRUNDLAGEN .....	2
3	EMISSIONEN .....	3
3.1	STRASSENVERKEHR .....	3
3.2	BAHNVERKEHR .....	5
3.3	PARKHAUSVERKEHR .....	5
3.4	WARENUMSCHLAG DER SPEDITION UND GEWERBELÄRM .....	6
3.5	SPORTHALLE .....	8
4	IMMISSIONEN .....	8
4.1	STRASSENVERKEHR .....	8
4.2	BAHNVERKEHR .....	9
4.3	PARKHAUSVERKEHR .....	9
4.4	WARENUMSCHLAG DER SPEDITION UND GEWERBELÄRM .....	9
4.5	SPORTHALLE .....	9
5	BEWERTUNG .....	12
6	LITERATUR .....	28

## VERZEICHNIS DER TABELLEN

TABELLE 1:	Grenz-und Richtwerte für verschiedene Gebietsausweisungen. ....	2
TABELLE 2:	Emissionsdaten des Straßenverkehrs .....	4
TABELLE 3:	Emissionsdaten des Schienenverkehrs .....	5
TABELLE 4:	Emissionsansätze für die Parkplätze im Parkhaus .....	6
TABELLE 5:	Emissionen der Arbeitsvorgänge beim Be- und Entladen der Lkw .....	7
TABELLE 6:	Schallleistungspegel des Halleninnenraums .....	8
TABELLE 7:	Immissionswerte für den Straßen- und Bahnverkehr .....	10
TABELLE 8:	Immissionswerte für den Parkhaus-, Spedition- und Sporthallenlärm .....	11
TABELLE 9:	Ergebnisse der Abschätzung für die Immissionsbelastung durch das Gewerbeareal (nur relevante Immissionsorte) in dB(A). ....	23
TABELLE 10:	Anforderungen an die Luftschalldämmung von Außenbauteilen .....	26
TABELLE 11:	Konstruktionsbeispiele für Mauerwerk. ....	26
TABELLE 12:	Konstruktionsbeispiele für Schallschutzfenster .....	27
TABELLE 13:	Konstruktionsbeispiele für Dächer. ....	27

## VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN

ABBILDUNG 1:	Übersichtsplan über das Untersuchungsgebiet. ....	III
ABBILDUNG 2:	Schöpflin-Areal .....	1
ABBILDUNG 3:	Schopfheimer Straße, verkehrsberuhigter Teil (30 km/h). ....	3
ABBILDUNG 4:	Franz-Ehret-Straße im Bereich des Schöpflin-Areals. ....	4
ABBILDUNG 5:	Bahnhofplatz mit Bushaltestelle. ....	5
ABBILDUNG 6:	Umschlagplatz der Spedition. ....	6
ABBILDUNG 7:	Isophonenplan der Lärmimmissionen durch den Straßenverkehr, tagsüber. . .	14
ABBILDUNG 8:	Isophonenplan der Lärmimmissionen durch den Straßenverkehr, nachts. . .	15
ABBILDUNG 9:	Isophonenplan der Lärmpegelbereiche durch den Straßenverkehr. ....	16
ABBILDUNG 10:	Isophonenplan der Lärmimmissionen durch den Bahnverkehr, tagsüber. ....	17
ABBILDUNG 11:	Isophonenplan der Lärmimmissionen durch den Bahnverkehr, nachts. ....	18
ABBILDUNG 12:	Isophonenplan der Lärmimmissionen durch den Parkhausverkehr, tagsüber. .	19
ABBILDUNG 13:	Isophonenplan der Lärmimmissionen durch den Parkhausverkehr, nachts. . .	20
ABBILDUNG 14:	Isophonenplan der Lärmimmissionen durch den Be- und Entladeverkehr. . .	21
ABBILDUNG 15:	Isophonenplan der Lärmimmissionen durch den Betrieb der Sporthalle. ....	22
ABBILDUNG 16:	Isophonenplan der Lärmimmissionen durch potenziellen Gewerbelärm (freies Gelände) .....	24
ABBILDUNG 17:	Isophonenplan der Lärmimmissionen durch potenziellen Gewerbelärm (Hallen-nutzung). ....	25

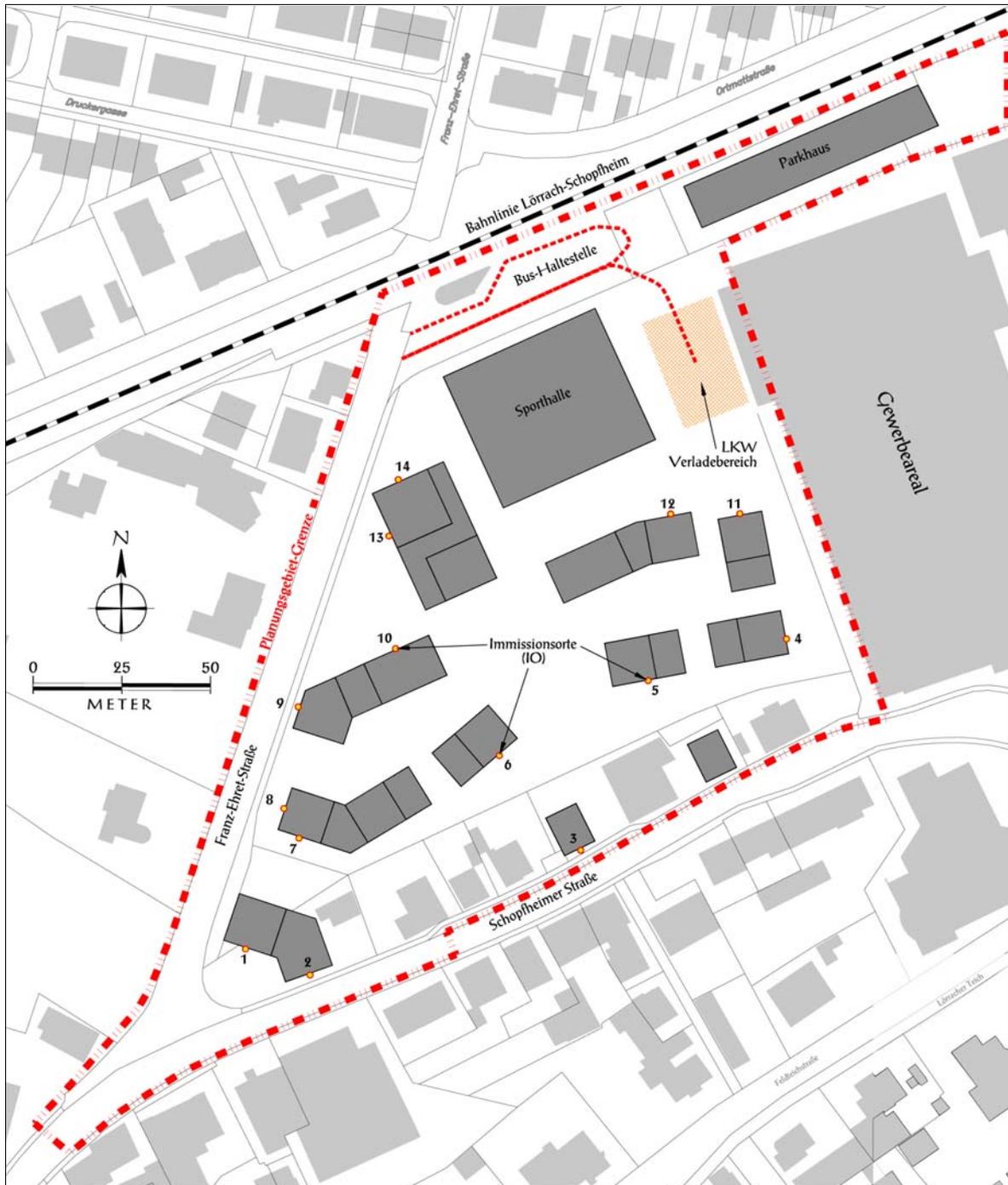


ABBILDUNG 1 Übersichtsplan über das Untersuchungsgebiet.



ABBILDUNG 2 Schöpflin-Areal im Frühjahr 2015.

## 1 EINLEITUNG

Die Stadtverwaltung Lörrach plant im Bereich des *Schöpflin-Areals* in Lörrach-Brombach eine Mischgebietbebauung. In diesem Zusammenhang sollte auf Basis der Planung des 1. Preisträgers des zuvor ausgeschriebenen Architekten-Wettbewerbs eine Schallprognose hinsichtlich des Straßen- und Bahnverkehrs, eines geplanten Parkhauses und einer Sporthalle sowie des Warenumschlags einer Spedition erstellt werden. Im Folgenden sind die Berechnungen der Schallprognose und deren Ergebnisse dargestellt.

## 2 BASISDATEN

### 2.1 RECHTLICHE GRUNDLAGEN

Die Lärmimmissionen durch den Straßen- und Bahnverkehr sind auf der Basis der Vorschriften der *16. Bundes-Immissionschutzverordnung (16. BImSchV, Verkehrslärmschutzverordnung)* [1], die des Parkhaus- und Warenumschlagverkehrs nach der *TA Lärm* [2] und die der Sporthalle nach der *18. Bundes-Immissionsschutzverordnung (18. BImSchV, Sportanlagenlärmschutzverordnung)* [3] zu berechnen und zu bewerten.

Bei der *16. BImSchV* sind Grenzwerte (GW) festgelegt, für die Tageszeit ist der Zeitraum von 6<sup>00h</sup> bis 22<sup>00h</sup> und für die Nachtzeit der Zeitraum von 22<sup>00h</sup> bis 6<sup>00h</sup> definiert. Im Rahmen der *TA Lärm* und der *Sportanlagenlärmschutzverordnung* sind Richtwerte (RW) festgelegt, für die Tageszeit werktags gilt der Zeitraum von 6<sup>00h</sup> bis 22<sup>00h</sup> (sonn- und feiertags von 7<sup>00h</sup> bis 22<sup>00h</sup>) und für die Nachtzeit der Zeitraum von 22<sup>00h</sup> bis 6<sup>00h</sup> (sonn- und feiertags von 22<sup>00h</sup> bis 7<sup>00h</sup>). Im Falle *Allgemeiner Wohngebiete* (WA) und höher empfindlicher Gebietsausweisungen sind in beiden Verordnungen *Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit* bzw. *Ruhezeiten* zu beachten. Da im vorliegenden Fall eine Gebietsausweisung als *Mischgebiet* (MI) festgelegt ist, entfallen die Einschränkungen durch *Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit* der *TA Lärm* nicht jedoch die *Ruhezeiten* nach der *18. BImSchV*.

In Tabelle 1 sind die entsprechenden Grenz- bzw. Richtwerte für verschiedene Gebietsausweisungen zusammengefasst.

**TABELLE 1:** Grenz- und Richtwerte für verschiedene Gebietsausweisungen.

IMMISSIONSWERTE (außen) in [dB(A)]	ALLGEMEINES WOHNGEBIET		KERN-, DORF- MISCH- GEBIET		GEWERBE- GEBIET		INDUSTRIE- GEBIET	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
<b>TA Lärm</b> (Immissionsrichtwerte)	55	40	60	45	65	50	70	70
<b>16. BImSchV</b> (Immissionsgrenzwerte)	59	49	64	54	69	59	--	--
<b>18. BImSchV</b> (Immissionsrichtwerte)	55/50 <sup>a)</sup>	40	60/55 <sup>a)</sup>	45	65/60 <sup>a)</sup>	50	--	--

<sup>a)</sup> der niedrigere Wert gilt für die *Zeiten mit erhöhter Empfindlichkeit (Ruhezeiten, 18. BImSchV)* tagsüber.

## 2.2 BERECHNUNGSGRUNDLAGEN

Im Falle des Straßenverkehrs wurden die Berechnungsvorschriften der *Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen* (RLS-90) [4], für die des Schienenverkehrs die der *Akustik 03 - Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von Schienenwegen* [5] angewendet.

Die Emissionsberechnungen des Parkhausverkehrs basieren auf der *Parkplatzlärmstudie* [6], die des Warenumschlags der dort ansässigen Spedition auf dem *Technischen Bericht zur Untersuchung der LKW- und Ladegeräusche auf Betriebsgeländen von Frachtzentren, Auslieferungslagern und Speditionen* [7] sowie dem *Leitfaden zur Prognose von Geräuschen bei der Be- und Entladung von LKW* [8].

Hinsichtlich der Emissionen der Sporthalle dienten der Bericht *Geräuschartwicklung von Sportanlagen und deren Quantifizierung für immissionschutztechnische Prognosen* [9], die VDI-Richtlinie 3770, *Emissionskennwerte technischer Schallquellen, Sport- und Freizeitanlagen* [10] sowie die Arbeiten über *Geräusche von Trendsportanlagen - Teil 2* [11].

Die Immissionsberechnungen erfolgten nach den Rechenvorschriften der DIN ISO 9613-2 *Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien* [12].

Zur Erstellung von Isophonenplänen wurde ein Aufpunkte-Gitter über eine Fläche von 335 m in West-Ost-Richtung und 400 m in Nord-Süd-Richtung mit Aufpunkt-Abständen von 5 m und Aufpunkthöhen über Geländeoberkante (GOK) von 3.5 m auf der Basis von Laserscanningdaten des Vermessungsamtes der Stadt Lörrach angelegt.



ABBILDUNG 3 Schopfheimer Straße, verkehrsberuhigter Teil (30 km/h).

### 3 EMISSIONEN

#### 3.1 STRASSENVERKEHR

Das Planungsgebiet (siehe auch Abb. 1) grenzt in Westen an die Franz-Ehret-Straße und Süden an die Schopfheimer Straße. Das Verkehrsaufkommen der beiden Straßenzüge basiert auf Verkehrszählungen der Stadt Lörrach am 20. und 22. Januar 2015 (Schopfheimer Straße: DTV 7584 Kfz, Franz-Ehret-Straße: DTV 5610 Kfz) und den Busfahrplänen vom 10. Februar 2015 (118 Fahrzeuge tagsüber und 5 Fahrzeuge während der Nachtzeit).

Auf einem Teilbereich der Schopfheimer Straße (siehe auch Abb. 3) ist eine Geschwindigkeitsbegrenzung von 30 km/h festgesetzt, die Geschwindigkeit auf der Franz-Ehret-Straße ist im ganzen betrachteten Bereich auf 50 km/h begrenzt.

Die Zahlen für das LKW-Aufkommen am Warenumsschlagplatz der dortigen Spedition wurde aus einem Zeitraum von drei Monaten von der Spedition zur Verfügung gestellt. Im Mittel fahren monatlich 177 Fahrzeuge den Warenumsschlagplatz an. Bei der Verteilung auf die Straßenzüge wurde davon ausgegangen, dass je 50% der Fahrzeuge auf der Franz-Ehret-Straße aus nördlicher bzw. südlicher Richtung kommen. An der Kreuzung Schopfheimer Straße und Franz-Ehret-Straße fahren 75% nach Westen und 25% nach Osten. Der LKW-Verkehr zum Umschlagplatz der Spedition findet nur während der Tageszeiten statt.

In Tabelle 2 sind die Ausgangsdaten für die Immissionsberechnungen des Straßenverkehrs auf den jeweiligen Straßenzügen zusammengestellt.



ABBILDUNG 4 Franz-Ehret-Straße im Bereich des Schöpflin-Areals.

TABELLE 2: Emissionsdaten des Straßenverkehrs nach [4].

STRAßENABSCHNITT	EMISSIONS- PEGEL	FAHR- ZEUGE	GESCHW.	GESCHW.	LKW- ANTEIL
	L m,E [dB(A)]	M [pro Stunde]	Pkw [km/h]	Lkw [km/h]	p [%]
	TAG				
Schopfheimer Str. 50 kmh	62	455	50	50	8
Schopfheimer Str. 30 kmh	59	455	30	30	8
Franz-Ehret-Straße	63	337	50	50	20
Bus-Verkehr, Bus-Bahnhof	50	7	30	30	100
Lkw-Verkehr	39	0,6	30	30	100
Lkw-Verkehr, 50%	39	0,3	50	50	100
Lkw-Verkehr, 75%	37	0,2	50	50	100
Lkw-Verkehr, 25%	30	0,1	30	30	100
Parkverkehr, Ein-/Ausfahrt	41	18	20	---	---
	NACHT				
Schopfheimer Str. 50 kmh	51	61	50	50	4
Schopfheimer Str. 30 kmh	49	61	30	30	4
Franz-Ehret-Straße	55	45	50	50	10
Bus-Verkehr, Bus-Bahnhof	37	1	30	30	100
Parkverkehr, Ein-/Ausfahrt	35	11	20	20	---



ABBILDUNG 5 Bahnhofplatz mit Bushaltestelle.

### 3.2 BAHNVERKEHR

Die Streckenbelegung auf der Linie Basel-Lörrach-Schopfheim basiert auf Angaben der SBB/Lörrach. Die wesentlichen Daten zur Emissionsberechnung des Schienenverkehrs sind in Tabelle 3 zusammengestellt. Zu den Gesamtwerten ( $L_{m,E}$  in der Tabelle) kommt noch ein Zuschlag von 2 dB für *Beton-schwellen im Schotterbett* hinzu.

TABELLE 3: Emissionsdaten des Schienenverkehrs [5].

ZUGART	SCHEIBEN- BREMSANT. [%]	TAG	NACHT	LÄNGE [m]	GESCH- W. [kmh]	DFZ	$L_m$	$L_{m,E}$	$L_m$	$L_{m,E}$
		[Stück]	[Stück]				(Tag)	(Tag)	(Nacht)	(Nacht)
							[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
RB	100.0	134	10	90	80	0	57.8		49.6	
FTZ	5.0	2	0	580	80	0	54.5		0.0	
NG	0.0	4		200	90	0	54.1	<b>61</b>	0.0	<b>50</b>

### 3.3 PARKHAUSVERKEHR

Im Bereich des Planungsgebietes ist an der Bahnlinie ein Parkhaus mit insgesamt 120 Stellplätzen vorgesehen (siehe auch Abb. 1). Die Emissionsberechnungen gingen von einem Ansatz für *Parkplätze an Wohnanlagen* und einem Mauerwerk ( $R_{wv}$ -Wert: 45 dB), das 25% der Gesamtfläche der Gebäudefassaden ausmacht, die restlichen 75% sind freie Belüftungsöffnungen. Die Schallabstrahlung an der Gebäudeaußenhaut liegt an der Nord- bzw. Süd-Fassade bei 89 dB(A) und an der West- bzw. Ostfassade bei 81 dB(A). Die Dachfläche (kompaktes Betondach,  $R_{wv}$ -Wert: 45 dB) strahlt lediglich 44 dB(A) ab.

Der Fahrzeugverkehr liegt tagsüber im Mittel bei 144 Fahrzeugen, während der ungünstigsten Stunde zur Nachtzeit bei fünf Fahrzeugen. In Tabelle 4 sind die wesentlichen Daten zur Berechnung der Parkhaus-Emissionen zusammengefasst.

**TABELLE 4:** Emissionsansätze für die Parkplätze im Parkhaus nach [6].

ITEM	FORMEL- ZEICHEN	DIMEN- SION	TAG	NACHT	
				Durch- schnitt	ungünstigste Stunde
Ausgangsschallleistungspegel	$L_{W0}$	dB(A)	63	63	63
Parkplatzart	$K_{pA}$	dB(A)	0	0	0
Zuschlag für Taktmaximalpegel	$K_I$	dB(A)	0	0	0
Zuschlag für Durchfahrverkehr	$K_D$	dB(A)	5,1	5,1	5,1
Zuschlag für Fahrbahnoberfläche	$K_{StrO}$	dB(A)	1	1	1
Bewegungshäufigkeit/Stellplatz/Stunde	N	---	0,15	0,02	0,09
Anzahl Stellplätze	B	Anzahl	120	120	120
Bezugsgröße	f	---	1	1	1
Parkplatzfläche	S	m <sup>2</sup>	1350	1350	1350
Nutzungszeit tagsüber	---	Stunden	16	---	---
Nutzungszeit nachts	---	Stunden	---	8	1
<b>Schallleistungspegel gesamt</b>	$L_{W'}$	dB(A)	<b>81,7</b>	<b>72,9</b>	<b>79,4</b>
Schallleistungspegel pro Stellplatz	$L_{W'}$	dB(A)	60,9	52,1	58,7

### 3.4 WARENUMSCHLAG DER SPEDITION UND GEWERBELÄRM

Im Bereich des Warenumschlagplatzes der Spedition (siehe auch Abb. 1) werden im Mittel täglich neun LKW be- bzw. entladen. Die Emissionsberechnungen gingen von durchschnittlich 20 Paletten



**ABBILDUNG 6** Umschlagplatz der Spedition.

pro LKW aus, die über eine Überladebrücke ins Halleninnere befördert werden. Die einzelnen Betriebsvorgänge und kurzzeitig auftretende Geräusche sind in Tabelle 5 dargestellt. Sie ergeben einen Gesamtemissionspegel für den Bereich des Warenumschlages von 105 dB(A).

**TABELLE 5:** Emissionen der Arbeitsvorgänge beim Be- und Entladen der Lkw nach [7] und [8]

VORGANG	SCHALL-LEISTUNGS-PEGEL [dB(A)]	FAHR-ZEUGE BZW. PALETTEN <sup>1</sup> [Anzahl]	DAUER DER VORGÄNGE [sec]	ZEIT-KORRIGIERTER EMISSIONS-WERT [dB(A)]
Rangiervorgänge:	99	9	1062	82
Türenschiagen:	100	9	5	69
Motor Anlassen:	100	9	15	74
Leerlauf:	94	9	60	74
Betriebsbremse:	110	9	15	84
Palettenhubwagen über Überladebrücke <sup>1</sup> :	88	177	5310	113
Motor starten:	100	9	15	74
<b>MITTELWERT:</b>				<b>105</b>

Im Nordosten grenzt ein Gewerbeareal mit größeren Hallen (z. Z. partiell von der Spedition genutzt) an das Planungsgebiet. Die Bearbeitung ging davon aus, dass die östlich angrenzenden Fabrikhallen mit Ausnahme der Speditionsläger für nicht störende Betriebe (soziale Veranstaltungen, Vereine etc.) genutzt werden. Zur Abschätzung für den Fall weiterer gewerblicher Aktivitäten in diesem Areal wurde von zwei Varianten ausgegangen:

**Variante 1:** Das Gelände wird mit einem Schallleistungspegel von 60 dB(A)/m<sup>2</sup> (GE, siehe auch DIN 18005, Anhang) belegt und die Immissionen im Umfeld ohne jeglichen Schallschutz gerechnet. Diese Annahme ist recht unwahrscheinlich, da eine sich in den bestehen Fabrikhallen etablierende Firma diese Hallen nutzen und nicht abreisen würde, um im Freien zu arbeiten.

**Variante 2:** Ein Gewerbebetrieb nutzt die Hallen und arbeitet mit Maschinen, deren Schallleistungspegel insgesamt bei 104 dB(A) (65 dB(A)/m<sup>2</sup> Fläche) liegt. In diesem Fall ergäbe sich auf Grund der Dimensionierung der Hallen ein Innenschallpegel von 77 dB(A) (Hallenvolumen: 25'250 m<sup>3</sup>, Nachhall >2sec,  $\alpha = 0.1$ ). Hallenwände und Dach bestehen aus 1-mm-Stahlblech-Trapezprofil, mit Mineralfaserplatten kaschiert --> Rw-Wert: 32 dB; die Hallenfassaden haben einen Fensteranteil von 40% der Gesamtfläche (Rw-Wert Fenster: 25 dB). Zusätzlich kommen zwei Rolltore (7 x 8 m, Rw-Wert: 20 dB) hinzu. Gerechnet wurden nur die Schallabstrahlungen der NW- und SW-Fassaden sowie die gesamte Dachfläche (die Schallabstrahlung der NE- und SE-Fassaden sind für das Planungsgebiet nicht relevant).

### 3.5 SPORTHALLE

Die Berechnungen der Emissionspegel bei der Schallabstrahlung der Außenwände und des Daches der geplanten Sporthalle (siehe auch Abb. 1) gingen von der augenblicklichen Planung und einem Sportereignis aus, dass auf maximalen Ausgangsdaten basierte: Alle drei Zuschauerblöcke sind voll besetzt, der Schallleistungspegel des Spielfeldes entspricht dem eines Fußballspiels und der Schallleistungspegel der Zuschauerblöcke geht von einem Schallleistungspegel von 80 dB(A) pro Person aus.

TABELLE 6: Schallleistungspegel des Halleninnenraums bei einem größeren Sportereignis nach [9].

SPIELER	SCHIEDSRICHTERPFIFFE	PEGEL SPIELFELD	ZUSCHAUER	PEGEL ZUSCHAUER	GESAMT
[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[Anzahl]	[dB(A)]	[dB(A)]
94	106,0	106,3	320	105,1	<b>109</b>

Der Halleninnenpegel bezieht sich auf einen Raum mit einer Bodenfläche von 1'760 m<sup>2</sup> und einer Raumhöhe von 8 m. Bei einer Nachhallzeit >2 sec und einem  $\alpha$ -Wert (Absorptionsgrad) von 0.1 errechnet sich ein Innenschallpegel von 84.2 dB(A) [13]. Für die Außenwände und das Dach wurden  $R_w$ -Werte von 35 dB bzw. 45 dB angesetzt und auf dieser Basis eine Schallabstrahlung der Außenfassaden [14] im Norden und Süden von je 67.4 dB(A), von der West- bzw. Ostfassade von 66.8 dB(A) und von der Dachfläche von 68.1 dB(A) berechnet.

## 1 IMMISSIONEN

### 1.1 STRASSENVERKEHR

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen für den Straßenverkehr an den einzelnen Immissionsorten (siehe auch Abb. 1) sind in Tabelle 7 zusammengefasst und auf den Isophonenplänen Abb. 7 und 8, Anhang in ihrer flächenmäßigen Ausbreitung dargestellt. Sie zeigen, dass der Straßenverkehr in Bereichen, die direkt an das Planungsgebiet angrenzen, die stärksten Immissionswerte (IW) von allen untersuchten Schallquellen verursacht. An den Immissionsorten IO-1 bis IO-3, IO-8 und IO-9 sowie IO-13 und IO-14, alle in direkter Straßennähe, werden die  $C_{\text{Grenz}}$  der 16. BImSchV mit bis zu 7 dB(A) überschritten (rote Zahlen und Werte in den Spalten  $\Delta C_{\text{GW}}$  in Tabelle 7), während der Nachtzeit sind an den selben Immissionsorten die  $C_{\text{Grenz}}$  mit bis zu 9 dB(A) überschritten. Alle anderen Immissionsorte liegen unterhalb der  $C_{\text{Grenz}}$  oder erreichen diese knapp (IO-7).

Eine fundierte Prognose für den Fall eines erhöhten Verkehrsaufkommens in der Zukunft liess sich auf der Basis des vorliegenden Zahlenmaterials nicht erstellen, doch lässt sich feststellen, dass bei einer Erhöhung des Verkehrsaufkommens um 25% die Immissionswerte um rund 1 dB(A) ansteigen und dann am IO-7 auch der  $C_{\text{Grenz}}$  für die Nachtzeit überschritten wäre.

### 3.6 BAHNVERKEHR

Die Immissionen des Bahnverkehrs (Tabelle 7 und Abb. 10 und 11, Anhang) liegen sowohl während der Tageszeit wie auch nachts deutlich unterhalb der entsprechenden Grenzwerte der *16. BImSchV*. Eine potenzielle Ausweitung des Verkehrsaufkommens um 100%, entsprechend einer Zunahme der Immissionswerte von +3 dB(A), würde hier auch zu keinen Konflikten mit den jeweiligen Grenzwerten führen (siehe die Werte in den entsprechenden Spalten  $\Delta GW$  in Tabelle 7).

### 3.7 PARKHAUSVERKEHR

Die Immissionen des Parkhausverkehrs (Tabelle 8 und Abb. 12 und 13, Anhang) einschließlich des Verkehrs auf den Zufahrtswegen erzeugen keine Konflikte im Bereich der geplanten Bebauung, die Richtwerte der TA Lärm sind während der Tages- und Nachtzeit deutlich unterschritten. Vorteilhaft ist hier auch die Abschirmung durch die Halle der Spedition und durch die geplante Sporthalle.

### 3.8 WARENUMSCHLAG DER SPEDITION UND GEWERBELÄRM

Die Immissionen durch den Warenumschlag der Spedition (Tabelle 8 und Abb. 1, 6 sowie 14, Anhang) sind am stärksten, bedingt durch den der Spedition zurechenbaren LKW-Verkehr auf der Straße, am IO-9 ausgeprägt. An den beiden Immissionsorten IO-11 und IO-12, die dem Warenumschlagplatz am nächsten liegen, erreichen die Beurteilungswerte maximal 40.4 dB(A) und liegen damit hier deutlich unterhalb des Richtwerts der *TA Lärm* von 60 dB(A) tagsüber. Da der Speditionsbetrieb die Nachtzeit nicht in Anspruch nimmt, sind keine Konflikte erkennbar.

Die Ergebnisse der Berechnungen für die beiden Varianten des potenziellen Gewerbelärms sind auf den Isophonenplänen (Abb. 16 und 17, Anhang) sowie der Ergebnistabelle (Tabelle 9, Anhang) im Anhang beigefügt. Der eher unwahrscheinliche Fall einer Nutzung im Freien ohne jeglichen Schallschutz würde bei Nachtarbeit an den Immissionsorten Nr. 4, Nr. 11 und Nr. 12 zu deutlichen Problemen führen, tagsüber wären die Richtwerte eingehalten. Bei Nutzung der Hallen ergäben sich auch während der Nachtzeit keine Probleme.

### 3.9 SPORTHALLE

Von Vorteil im Zusammenhang mit den Immissionen der Sporthalle ist die Tatsache, dass ein wesentlicher Teil der Lärm intensiven Bereiche des Gebäudes unterhalb der Geländeoberkante liegen und dadurch nur ein relativ geringer Fassadenanteil zur Schallabstrahlung beiträgt. Die Immissionswerte (Tabelle 8 sowie Abb. 15, Anhang) liegen an den Immissionsorten IO-11, IO-12 und IO-14 am höchsten, erreichen aber auch hier nie die Richtwerte der *18. BImSchV* der Tageszeit von 60 dB(A), der Ruhezeiten von 55 dB(A) bzw. der Nachtzeit von 45 dB(A) (siehe auch Tabelle 8, Spalten  $\Delta RW_T$  (Tageszeit),  $\Delta RW_R$  (Ruhezeiten), und  $\Delta RW_N$  (Nachtzeit)), in denen die Differenzen zu den jeweiligen Richtwerten aufgezeichnet sind.

TABELLE 7: Immissionswerte für den Straßen- und Bahnverkehr an den IO-1 bis IO-14.

IO-NR.	HÖHE	16.BImSchV								
		STRAßENVERKEHR					BAHNVERKEHR			
		TAG IW	$\Delta$ GW	NACHT IW	$\Delta$ GW	LPB	TAG IW	$\Delta$ GW	NACHT IW	$\Delta$ GW
1	EG	65	1	57	3	IV	38	-26	27	-27
	1.OG	65	1	57	3	IV	38	-26	27	-27
	2.OG	65	1	56	2	III	38	-26	27	-27
	3.OG	65	1	56	2	III	45	-19	34	-20
2	EG	66	2	56	2	IV	26	-38	15	-39
	1.OG	66	2	56	2	IV	31	-33	20	-34
	2.OG	65	1	55	1	IV	43	-21	32	-22
3	EG	66	2	56	2	IV	29	-35	18	-36
	1.OG	66	2	55	1	IV	40	-24	29	-25
	2.OG	65	1	55	1	III	42	-23	31	-24
4	EG	50	-14	40	-14	I	27	-37	17	-37
	1.OG	52	-12	42	-12	I	30	-34	19	-35
	2.OG	53	-11	43	-11	I	34	-30	23	-31
	3.OG	55	-9	45	-9	I	42	-22	31	-23
5	EG	44	-20	33	-21	I	27	-37	16	-38
	1.OG	47	-17	37	-17	I	31	-34	20	-35
	2.OG	51	-13	42	-12	I	43	-21	32	-22
6	EG	49	-15	38	-16	I	29	-35	18	-36
	1.OG	50	-14	40	-14	I	31	-33	20	-34
	2.OG	52	-12	41	-13	I	33	-32	22	-33
	3.OG	53	-11	43	-11	I	38	-26	27	-27
7	EG	62	-2	54	0	III	37	-27	26	-28
	1.OG	62	-2	54	0	III	37	-27	26	-28
	2.OG	62	-2	54	0	III	37	-27	26	-28
8	EG	68	4	60	6	IV	47	-17	36	-18
	1.OG	68	4	60	6	IV	47	-17	36	-18
	2.OG	68	4	60	6	IV	47	-17	36	-18
9	EG	71	7	63	9	V	48	-16	37	-17
	1.OG	71	7	63	9	V	48	-16	37	-17
	2.OG	71	7	63	9	V	48	-16	37	-17
10	EG	61	-3	53	-1	III	48	-16	37	-17
	1.OG	61	-3	53	-1	III	48	-16	37	-17
	2.OG	61	-3	53	-1	III	48	-16	37	-17
11	EG	48	-16	40	-14	I	43	-21	32	-22
	1.OG	49	-15	41	-13	I	44	-20	33	-21
	2.OG	50	-14	41	-13	I	45	-19	34	-20
	3.OG	51	-13	43	-11	I	46	-18	35	-19
12	EG	45	-19	37	-17	I	43	-21	32	-22
	1.OG	47	-17	39	-15	I	44	-20	33	-21
	2.OG	49	-15	41	-13	I	45	-19	34	-20
13	EG	66	2	58	4	IV	49	-15	38	-16
	1.OG	66	2	58	4	IV	50	-15	39	-16
14	EG	67	3	59	5	IV	53	-12	42	-13
	1.OG	67	3	59	5	IV	54	-11	43	-12

TABELLE 8: Immissionswerte für den Parkhaus-, Spedition- und Sporthallenlärm.

IO-Nr.	HÖHE	TA LÄRM)						18.BMSCHV			
		PARKHAUS				SPEDITION		SPORTHALLE			
		TAG	$\Delta$	NACHT	$\Delta$	TAG	$\Delta$	TAG/ NACHT	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$
		IW	RW	IW	RW	IW	RW	IW	RW <sub>T</sub>	RW <sub>R</sub>	RW <sub>N</sub>
1	EG	13	-47	12	-33	40	-20	7	-53	-48	-38
	1.OG	14	-47	13	-32	40	-20	7	-53	-48	-38
	2.OG	15	-45	14	-32	40	-20	7	-53	-48	-38
	3.OG	22	-38	19	-26	40	-20	12	-48	-43	-33
2	EG	14	-46	13	-32	38	-22	7	-53	-48	-38
	1.OG	15	-45	14	-31	38	-22	7	-53	-48	-38
	2.OG	22	-38	20	-25	37	-23	13	-47	-42	-32
3	EG	16	-44	14	-31	37	-23	7	-53	-48	-38
	1.OG	24	-36	22	-23	37	-23	17	-43	-38	-28
	2.OG	26	-34	24	-21	36	-24	18	-42	-37	-27
4	EG	20	-40	18	-27	23	-37	7	-53	-48	-38
	1.OG	21	-39	19	-26	24	-36	7	-53	-48	-38
	2.OG	24	-36	22	-23	26	-34	7	-53	-48	-38
	3.OG	29	-31	26	-19	30	-30	17	-43	-38	-28
5	EG	17	-44	15	-30	19	-41	8	-52	-47	-37
	1.OG	18	-42	17	-29	21	-39	8	-52	-47	-37
	2.OG	29	-31	26	-19	29	-31	22	-38	-33	-23
6	EG	15	-46	14	-32	21	-39	7	-53	-48	-38
	1.OG	15	-45	14	-31	22	-38	7	-53	-48	-38
	2.OG	17	-44	15	-30	24	-36	7	-53	-48	-38
	3.OG	22	-38	20	-25	26	-34	10	-50	-45	-35
7	EG	14	-46	13	-32	37	-23	7	-53	-48	-38
	1.OG	14	-46	13	-32	37	-23	7	-53	-48	-38
	2.OG	14	-46	13	-32	37	-23	7	-53	-48	-38
8	EG	16	-45	14	-31	43	-17	7	-53	-48	-38
	1.OG	16	-45	14	-31	43	-17	7	-53	-48	-38
	2.OG	16	-45	14	-31	43	-17	7	-53	-48	-38
9	EG	16	-44	14	-31	46	-14	7	-53	-48	-38
	1.OG	16	-44	14	-31	46	-14	7	-53	-48	-38
	2.OG	16	-44	14	-31	46	-14	7	-53	-48	-38
10	EG	18	-42	16	-29	37	-23	8	-52	-47	-37
	1.OG	18	-42	16	-29	37	-23	8	-52	-47	-37
	2.OG	18	-42	16	-29	37	-23	8	-52	-47	-37
11	EG	34	-26	31	-14	43	-17	28	-32	-27	-17
	1.OG	35	-25	32	-13	45	-15	30	-30	-25	-15
	2.OG	35	-25	33	-12	45	-15	30	-30	-25	-15
	3.OG	36	-24	33	-12	45	-15	30	-30	-25	-15
12	EG	34	-26	32	-14	43	-17	31	-29	-24	-14
	1.OG	35	-25	32	-13	45	-15	32	-28	-23	-13
	2.OG	36	-25	33	-12	45	-15	32	-28	-23	-13
13	EG	16	-44	15	-30	41	-19	10	-50	-45	-35
	1.OG	18	-43	16	-29	41	-19	10	-50	-45	-35
14	EG	34	-26	30	-15	42	-18	28	-32	-27	-17
	1.OG	37	-23	33	-12	42	-18	29	-31	-26	-16

#### 4 BEWERTUNG

Die durchgeführten Berechnungen gingen im Allgemeinen von Schallleistungspegeln aus, die möglichst hoch angesetzt waren, um mit den Ergebnissen auf der *sicheren Seite* zu liegen. Die Ergebnisse der Berechnungen haben gezeigt, dass außer den Immissionen durch den Straßenverkehr die der übrigen Schallquellen deutlich unterhalb der jeweilig maßgeblichen Grenz- bzw. Richtwerte lagen. Sollte allerdings das Gewerbeareal im Osten des Planungsgebietes ohne die bestehenden Hallen (freies Gelände) genutzt werden, ist mit deutlichen Richtwertüberschreitungen im östlichen Planungsgebiet zu rechnen, die nur durch aktiven Schallschutz verhindert werden können (siehe auch Tabelle 9, Anhang).

Da entlang der beiden Straßen (*Franz-Ehret-Straße* und *Schopfheimer Straße*), auf denen der Verkehr Überschreitungen der Grenzwerte der *16. BImSchV* verursacht, aktiver Lärmschutz in Form von Lärmschutzwänden kaum machbar ist, sind passive Lärmschutzmaßnahmen im Sinne der *DIN 4109, Schallschutz im Hochbau* [15] zu empfehlen, deren Ausmaß sich an sogenannten Lärmpegelbereichen (LPB) orientiert. In Tabelle 7, unter *Straßenverkehr* sind in der Spalte *LPB* Angaben zum jeweiligen Lärmpegelbereich am Immissionsort aufgeführt, Abb. 10 zeigt den Verlauf der Lärmpegelbereiche im Umfeld der beiden Straßenzüge in Form eines Isophonenplans. In Tabelle 9 finden sich die maßgeblichen Ausgangsdaten zur Definition der einzelnen LPB. Ein beispielhafter Überblick über die erforderlichen baulichen Maßnahmen ist in den Tabellen 10 bis 12, Anhang zusammengestellt.

Unter Berücksichtigung und Anwendung der Maßnahmen, die in der *DIN 4109* vorgestellt sind, können die Schwachstellen durch die Verkehrslärm-Beeinträchtigungen bereinigt werden. Bei der Bewertung der jeweiligen Lärmpegelbereiche sei noch darauf hingewiesen, dass im heutigen Bauhandwerk der Lärmpegelbereich II im Allgemeinen standardmäßig zur Ausführung kommt.

Bad Bellingen-Hertingen, 9. November 2015.

BÜRO FÜR UMWELT-ENGINEERING



.....  
(Dipl.-Min. Karl-Albrecht List.)



# ANHANG

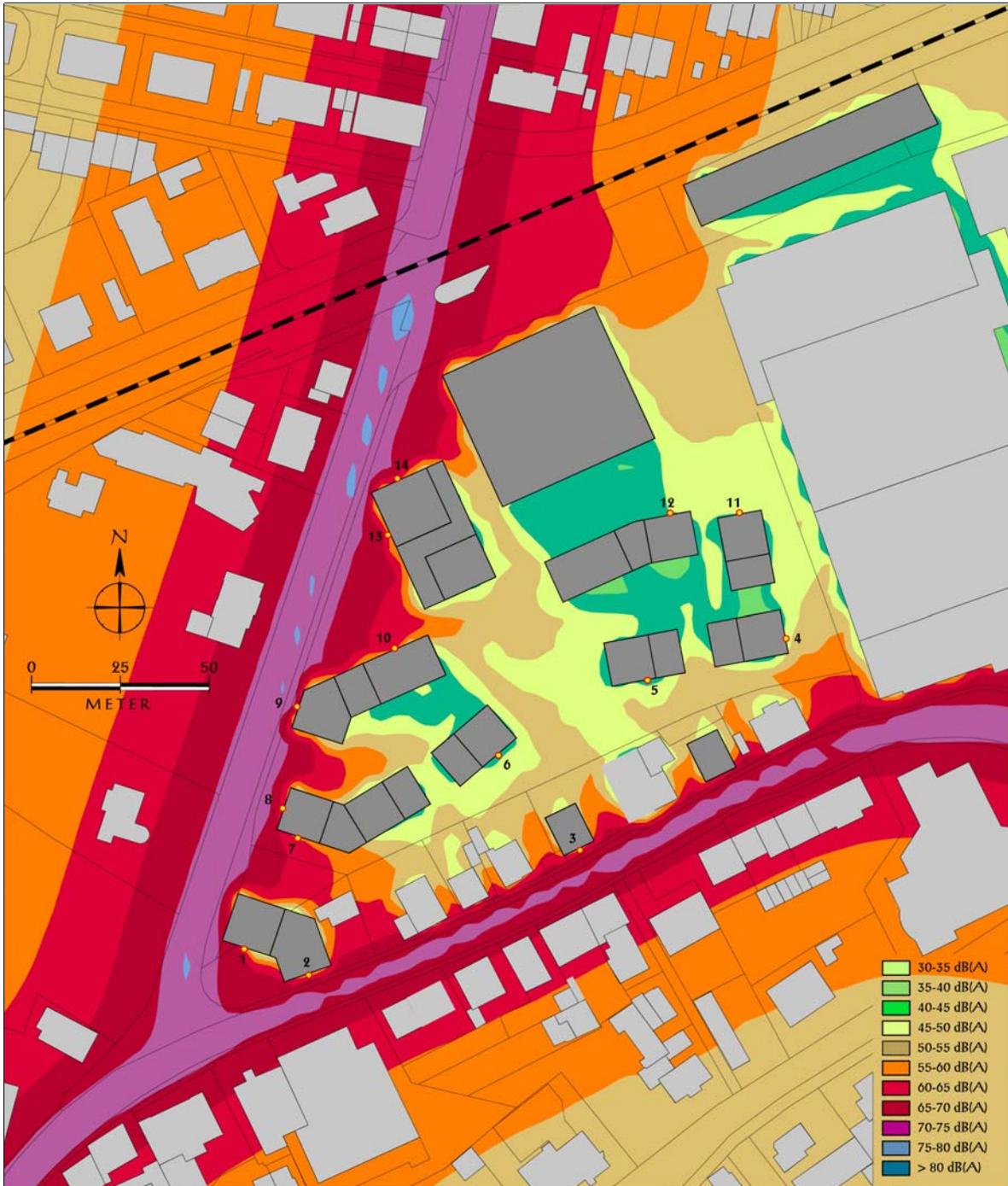


ABBILDUNG 7 Isophonenplan der Lärmimmissionen durch den Straßenverkehr, tagsüber.



ABBILDUNG 8 Isophonenplan der Lärmimmissionen durch den Straßenverkehr, nachts.

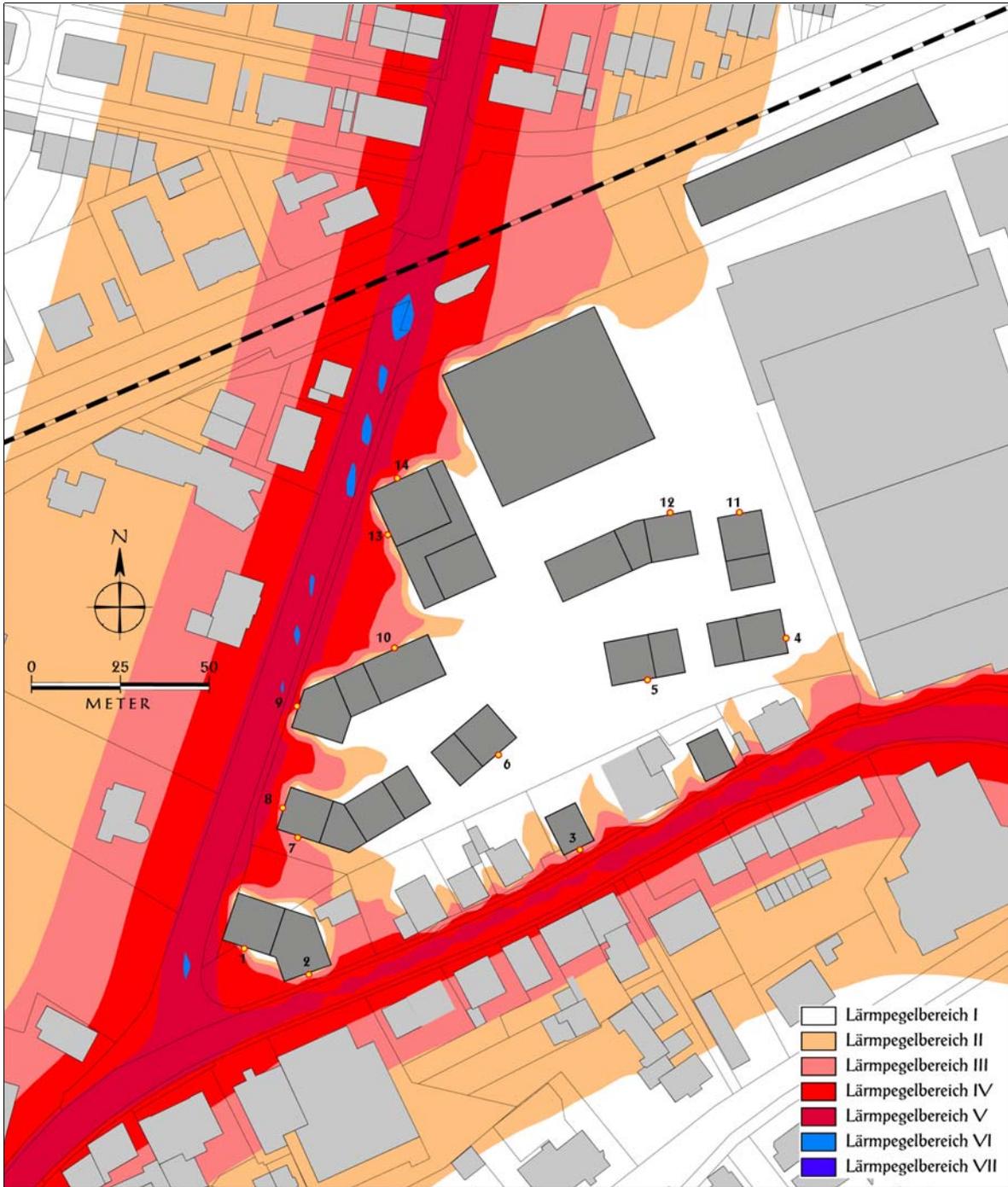


ABBILDUNG 9 Isophonenplan der Lärmpegelbereiche durch den Straßenverkehr.

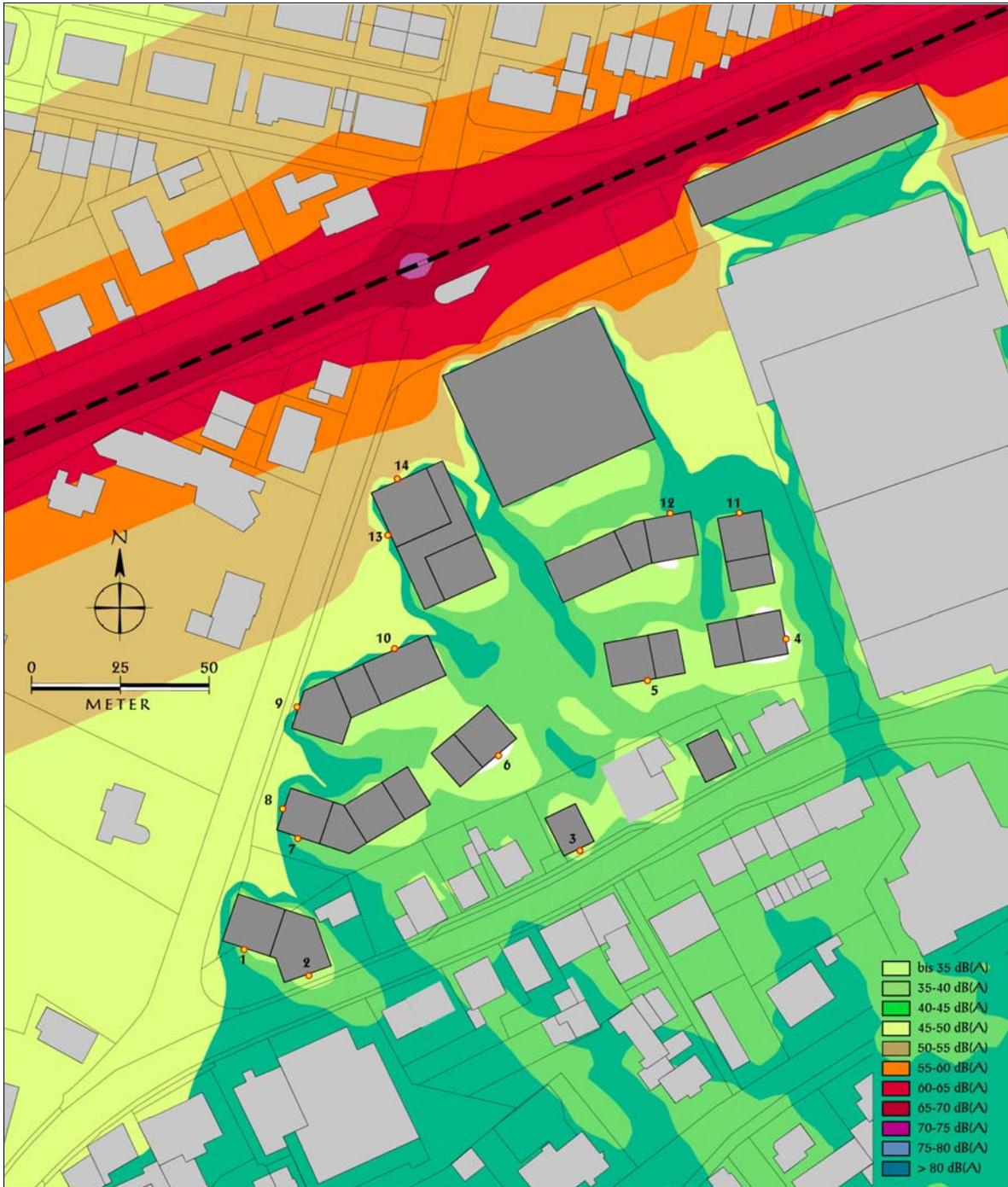


ABBILDUNG 10 Isophonenplan der Lärmimmissionen durch den Bahnverkehr, tagsüber.



ABBILDUNG 11 Isophonenplan der Lärmimmissionen durch den Bahnverkehr, nachts.

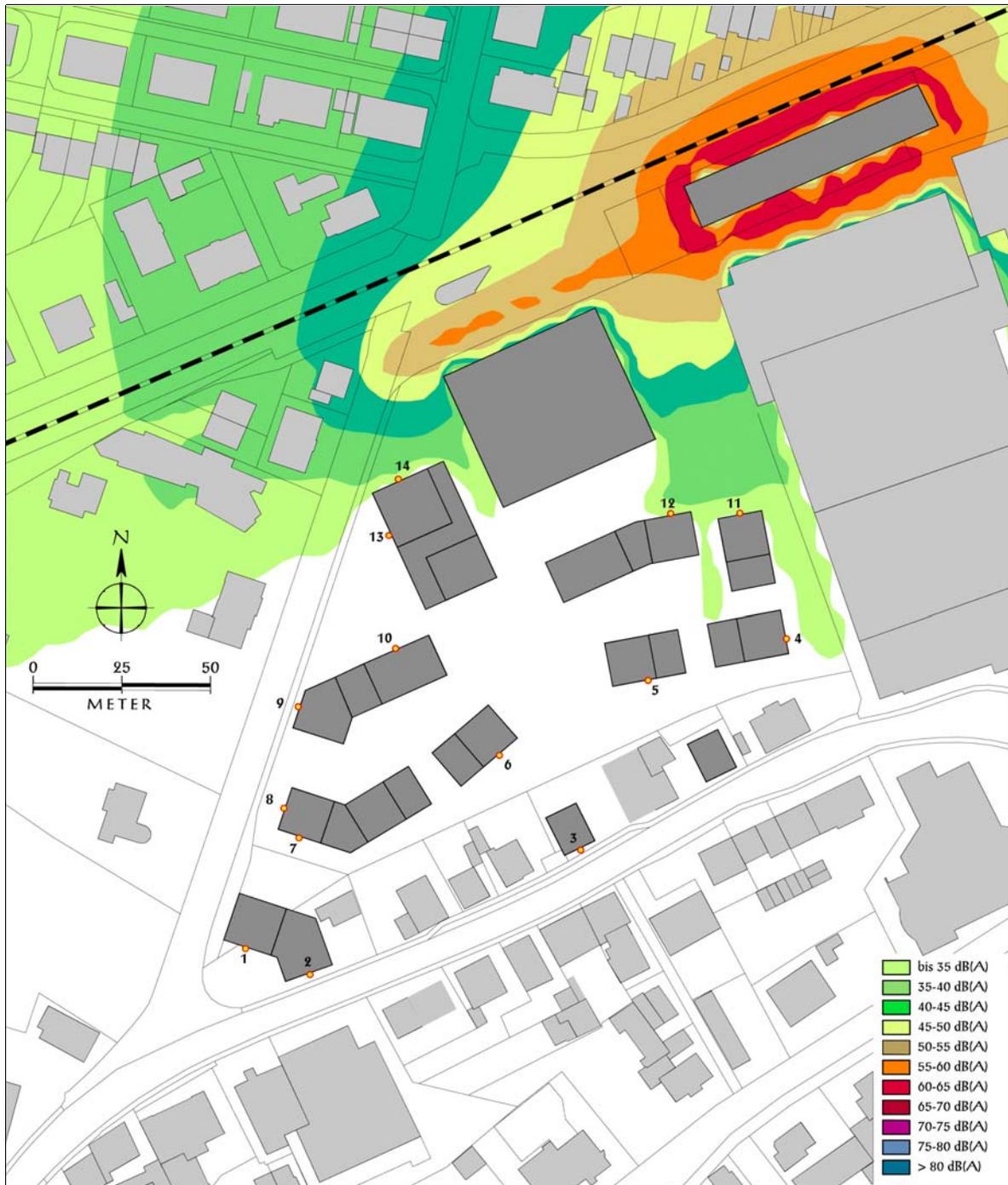


ABBILDUNG 12 Isophonenplan der Lärmimmissionen durch den Parkhausverkehr, tagsüber.

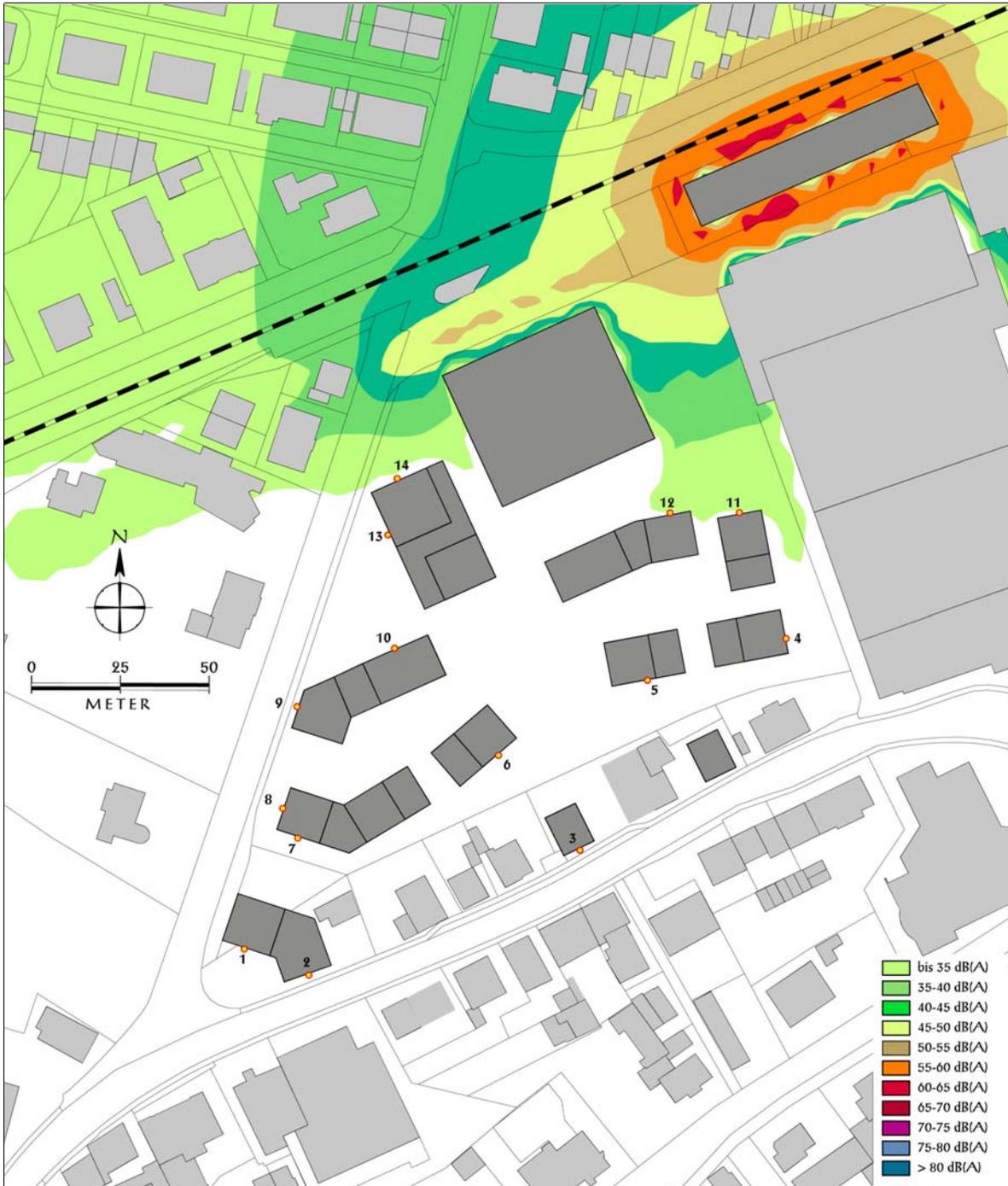


ABBILDUNG 13 Isophonenplan der Lärmimmissionen durch den Parkhausverkehr, nachts.



ABBILDUNG 14 Isophonenplan der Lärmimmissionen durch den Lkw-Be- und Entladeverkehr.

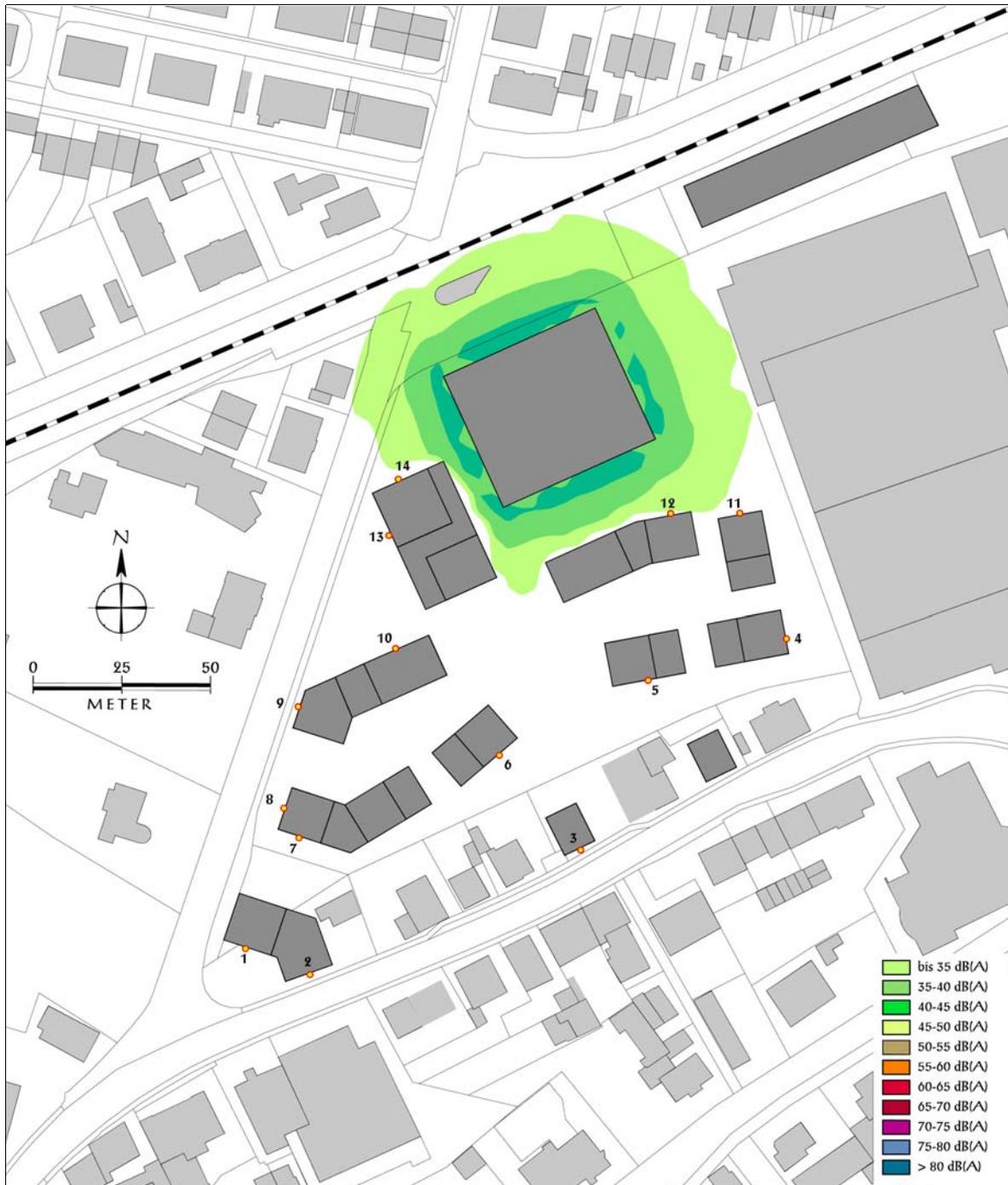


ABBILDUNG 15 Isophonenplan der Lärmimmissionen durch den Betrieb der Sporthalle.

TABELLE 9: Ergebnisse der Abschätzung für die Immissionsbelastung durch das Gewerbeareal (nur relevante Immissionsorte) in dB(A).

IO.- NR.	LANDES- KOORDINATEN		HÖHE	GEWERBEGEBIET (TA LÄRM)				
				offenes Areal			Wandabstrahlung	
	60 dB/m <sup>2</sup>			L <sub>WA</sub> Maschinen = 104 dB				
	IW	Δ R <sub>w</sub>		IW	Δ R <sub>w</sub>			
Tag		Nacht	Nacht					
4	3398626	5274081	E <sub>G</sub>	53	-7	8	32	-13
			1.O <sub>G</sub>	54	-6	9	33	-12
			2.O <sub>G</sub>	54	-6	9	35	-10
			3.O <sub>G</sub>	54	-6	9	37	-9
11	3398626	5274081	E <sub>G</sub>	53	-7	8	31	-14
			1.O <sub>G</sub>	53	-7	8	32	-13
			2.O <sub>G</sub>	54	-6	9	32	-13
			3.O <sub>G</sub>	54	-6	9	37	-8
12	3398626	5274081	E <sub>G</sub>	48	-12	3	28	-17
			1.O <sub>G</sub>	49	-11	4	29	-16
			2.O <sub>G</sub>	50	-10	5	31	-14

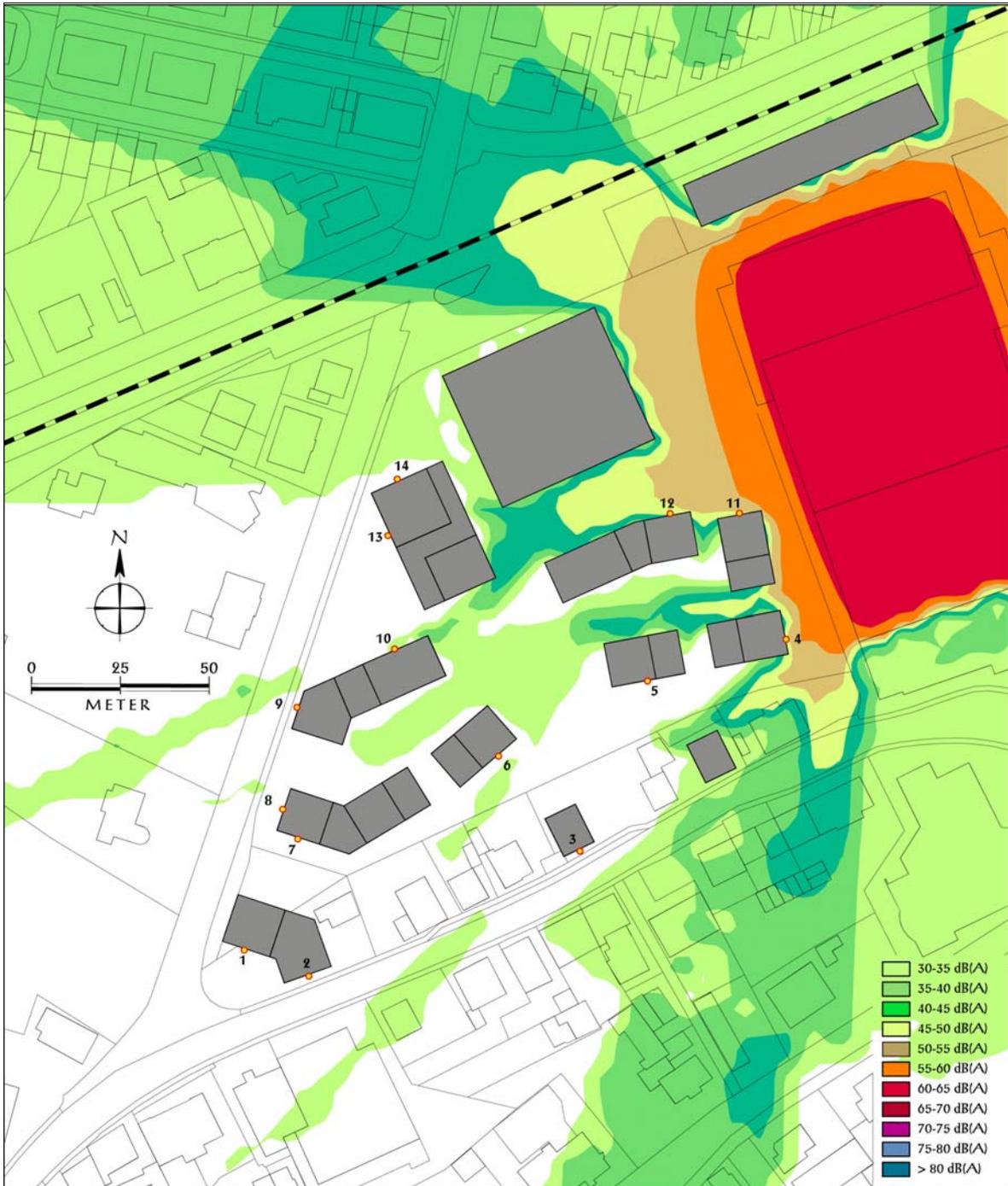


ABBILDUNG 16 Isophonenplan der Lärmimmissionen durch potenziellen Gewerbelärm (freies Gelände).

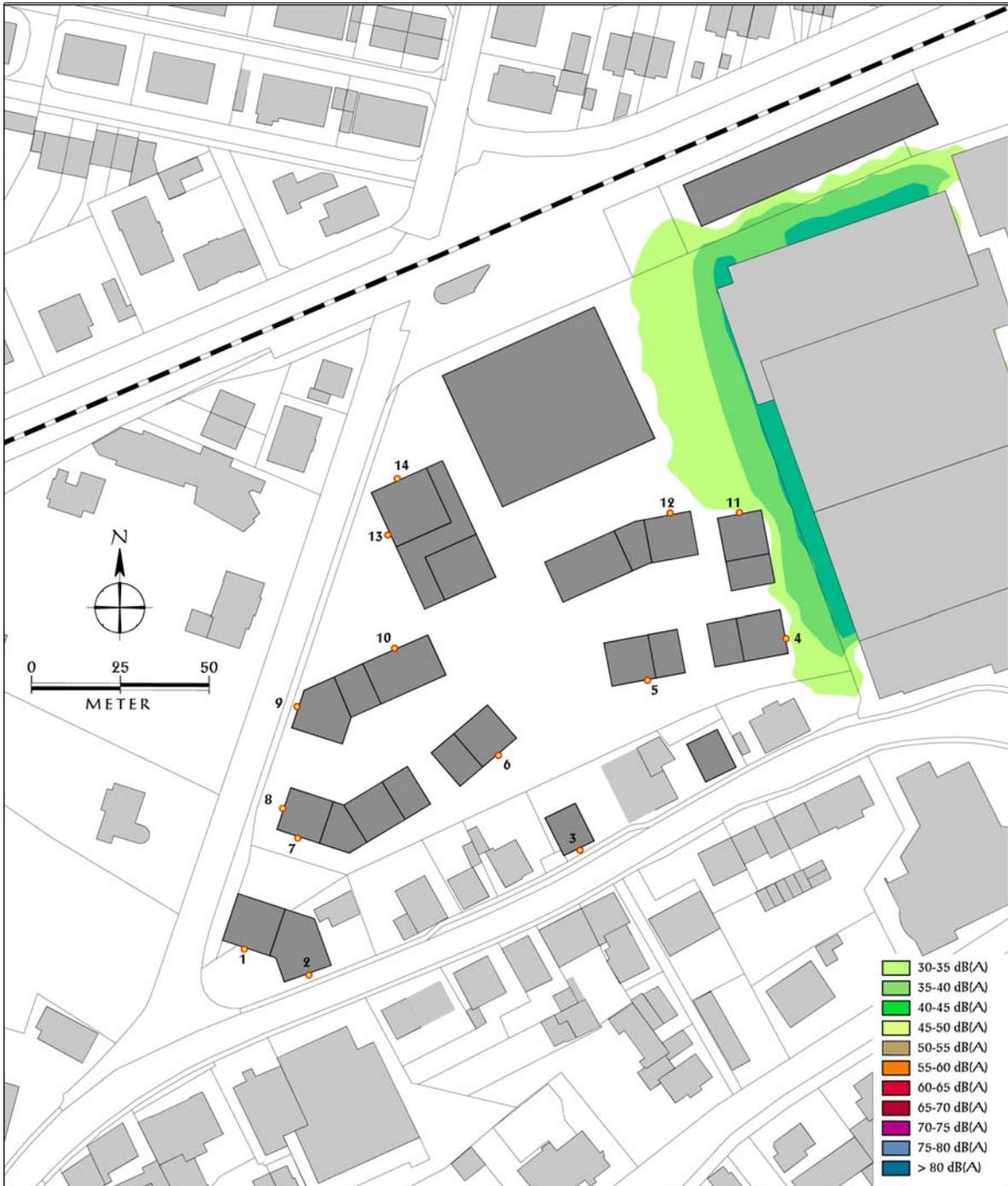


ABBILDUNG 17 Isophonenplan der Lärmimmissionen durch potenziellen Gewerbelärm (Hallennutzung).

**TABELLE 10:** Anforderungen an die Luftschalldämmung von Außenbauteilen nach DIN 4109.

Lärmpegelbereich (LPB)	"Maßgeblicher Außenlärmpegel"	Raumarten		
		Bettenräume in Krankenanstalten und Sanatorien	Aufenthaltsräume in Wohnungen, Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten, Unterrichtsräume und Ähnliches	Büroräume <sup>1)</sup> und Ähnliches
		erf. $R'_{w, res}$ des Außenbauteils in dB		
I	bis 55	35	30	---
II	56 bis 60	35	30	30
III	61 bis 65	40	35	30
IV	66 bis 70	45	40	35
V	71 bis 75	50	45	40
VI	76 bis 80	<sup>2)</sup>	50	45
VII	> 80	<sup>2)</sup>	<sup>2)</sup>	50

<sup>1)</sup> An Außenbauteile von Räumen, bei denen der eindringende Außenlärm auf Grund der in den Räumen ausgeübten Tätigkeiten nur einen untergeordneten Beitrag zum Innenraumpegel leistet, werden keine Anforderungen gestellt.

<sup>2)</sup> Die Anforderungen sind hier auf Grund der örtlichen Gegebenheiten festzulegen.

**TABELLE 11:** Konstruktionsbeispiele für Mauerwerk<sup>1)</sup> [16].

Lärmpegelbereich	"Maßgeblicher Außenlärmpegel"	ART DES MAUERWERKS			
		Konstruktionsmerkmale	Dicke	flächenbezogene Masse	$R_w$
			mm	kg/m <sup>2</sup>	dB
II	56 bis 60	Hochlochziegel HLZ 0,8 mit Innen- und Außenputz	115	124	38
		Hochlochziegel HLZ 1,2 mit Innen- und Außenputz	115	160	40
III	61 bis 65	Hochlochziegel HLZ 1,2 mit Innen- und Außenputz	115	160	40
		Hochlochziegel HLZ 0,8 mit Innen- und Außenputz	240	220	45
IV	66 bis 70	Kalksandstein KS 1,8 mit Innen- und Außenputz	115	228	47
		Hochlochziegel HLZ 1,8 mit Innen- und Außenputz	115	218	45
V	71 bis 75	Kalksandstein KS 1,8 mit Innen- und Außenputz	240	433	54
		Hochlochziegel HLZ 1,8 mit Innen- und Außenputz	240	433	53

<sup>1)</sup> Bei normalen Außenwänden mit 240 mm Wandstärke liegen die  $R_w$ -Werte sowohl bei Kalksandstein wie bei auch bei Hohlziegeln bei zwischen 45 und 53 dB und genügen somit auch den Anforderungen des Schallpegelbereichs IV.

**TABELLE 12:** Konstruktionsbeispiele für Schallschutzfenster nach VDI 2719 [17].

1	2	3	4	5	6
Schallschutzklasse	bewertetes Schalldämm-Maß $R'_W$ des funktionsfähig eingebauten Fensters in dB(A)	Konstruktionsmerkmale	Einfachfenster: Isolierverglasung	Verbundfenster: 2 Einfachscheiben	Verbundfenster: Einfachscheibe + Isolierglasscheibe
1	25 bis 29	Gesamtglasdicke: Scheibenzwischenraum: $R_W$ -Verglasung:	$\geq 6$ mm $\geq 8$ mm $\geq 27$ dB	$\geq 6$ mm keine Anforderungen ---	keine Anforderungen keine Anforderungen ---
2	30 bis 34 (LPB II)	Gesamtglasdicke: Scheibenzwischenraum: $R_W$ -Verglasung:	$\geq 8$ mm $\geq 12$ mm $\geq 32$ dB	$\geq 8$ mm $\geq 30$ mm ---	$\geq 4$ mm +4/12/4 keine Anforderungen ---
3	35 bis 39 (LPB III)	Gesamtglasdicke: Scheibenzwischenraum: $R_W$ -Verglasung:	--- --- $\geq 37$ dB	$\geq 8$ mm $\geq 40$ mm ---	$\geq 6$ mm +4/12/4 $\geq 40$ mm ---
4	40 bis 44 (LPB IV)	Gesamtglasdicke: Scheibenzwischenraum: $R_W$ -Verglasung:	--- --- $\geq 45$ dB	$\geq 14$ mm $\geq 50$ mm ---	$\geq 8$ mm +6/12/4 $\geq 50$ mm ---
5	45 bis 49 (LPB V)	Gesamtglasdicke: Scheibenzwischenraum: $R_W$ -Verglasung:	--- --- Baumusterprüfung	$\geq 18$ mm $\geq 60$ mm ---	$\geq 8$ mm +8/12/4 $\geq 60$ mm ---
6	$\geq 50$ dB	Gesamtglasdicke: Scheibenzwischenraum: $R_W$ -Verglasung:	Allgemeingültige Angaben für Fensterkonstruktion der Schallschutzklasse sind nicht möglich.		

**TABELLE 13:** Konstruktionsbeispiele für Dächer [17].

Lärmpegelbereich	"Maßgeblicher Außenlärmpegel"	KONSTRUKTIONSMERKMALE	$R_W$ [dB]
II	56 bis 60	- Betondachsteine, - Traglattung, Konterlattung, - 120 mm ISOVER-Steildachdämmsystem DP/S, - Glasvlies-Bitumendachbahn V13, - (Beschwerung: 20 mm zementgebundene Holzspanplatte) - 19 mm Nut- und Federsichtschalung	41 (48)
III	61 bis 65	- Betondachsteine, - Lattung, Konterlattung und Unterspannbahn, - 160 mm ISOVER-Steildachdämmsystem Unitop, - Glasvlies-Bitumendachbahn V13, - (Beschwerung: 20 mm zementgebundene Holzspanplatte) - 19 mm Nut- und Federsichtschalung	47 (53)
IV	66 bis 70	- Betondachsteine, - Traglattung, Konterlattung und 500er Bitumenpappe, - 24 mm raue Schalung, - 160 mm ISOVER-Klemmfilz Isophen zwischen den Sparren, - ISOVER-Dampfbremsfolie Difunorm, - 12,5 mm Gipskartonplatten auf Lattung	50
V	71 bis 75	- Betondachsteine, - Traglattung, Konterlattung, - 120 mm ISOVER-Steildachdämmsystem DP/S, - Glasvlies-Bitumendachbahn V13, - 19 mm Nut- und Federsichtschalung - 160 mm ISOVER-Klemmfilz Isophen, - Dampfbremsfolie Difunorm, - 50 mm ISOVER-Untersparrenklemmfilz Isophen Plus - 12,5 mm Gipskartonplatten auf Kantholz	57

## 5 LITERATUR

- [1] *Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung - 16. BImSchV)* vom 12. Juni 1990 (BGBl. I S. 1036)
- [2] *Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm)* vom 26. August 1998 (GMBI Nr. 26/1998 S. 503).
- [3] *Achtzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes Sportanlagenlärm-schutzverordnung* (18. BImSchV) vom 18. Juli 1991 (BGBl. I S. 1588).
- [4] *Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen (RLS-90)*, Bundesminister für Verkehr, Abteilung Straßenbau, Ausgabe 1990.
- [5] *Akustik 03 - Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von Schienenwegen*, Schall 03, Bundesbahn-Zentralamt München, 1990.
- [6] *Parkplatzlärmstudie - Empfehlungen zur Berechnung von Schallimmissionen aus Parkplätzen Autohöfen und Omnibusbahnhöfen sowie von Parkhäusern und Tiefgaragen*, Bayerisches Landesamt für Umwelt, 6. Auflage, Augsburg 2007.
- [7] *Technischer Bericht zur Untersuchung der LKW- und Ladegeräusche auf Betriebsgeländen von Fracht-zentren, Auslieferungslagern und Speditionen*, Hessisches Landesamt für Umwelt, Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz, Heft 192, Wiesbaden 1995.
- [8] *Leitfaden zur Prognose von Geräuschen bei der Be- und Entladung von LKW*, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Merkblätter Nr. 25, Essen 2000.
- [9] *Geräuschentwicklung von Sportanlagen und deren Quantifizierung für immissionschutztechnische Prognosen*, Wolfgang Probst, Bundesinstitut für Sportwissenschaft, Berichte B2/94.
- [10] VDI-Richtlinie 3770, *Emissionskennwerte technischer Schallquellen, Sport- und Freizeitanlagen*, VDI-Handbuch Lärminderung, April 2002.
- [11] *Geräusche von Trendsportanlagen - Teil 2: Beachvolleyball, Bolzplätze, Inline-Skaterhockey, Streetball*, Bayer. Landesamt für Umwelt, Augsburg, Oktober 2005.
- [12] DIN ISO 9613-2 *Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien*, Oktober 1999.
- [13] *Taschenbuch der technischen Akustik*, hrsg. von M. Heckl und H.A. Müller; 2. Aufl., Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo, Hong Kong, Barcelona, Budapest; Springer Verlag, 1994.
- [14] *VDI Richtlinie 2571 - Schallabstrahlung von Industriebauten*, VDI-Handbuch Lärminderung, August 1976.
- [15] DIN 4109, *Schallschutz im Hochbau, Ausführungsbeispiele und Rechenverfahren*, Beiblatt 1 zu DIN 4109, November 1989.
- [16] VDI-Richtlinie 2719 *Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen*, August 1987.
- [17] *Gewerbelärm, Kenndaten und Kosten für Schutzmaßnahmen*, Akustikbüro Schwarzenberger i. A. des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz; Schriftenreihe Heft 154, Andechs 2000.