

Schalltechnisches Büro A. Pfeifer, Dipl.-Ing.

Birkenweg 6, 35630 Ehringshausen
Tel.: 06449/9231-0 Fax: 06449/9231-23
E-Mail: info@ibpfeifer.de
Internet: www.ibpfeifer.de

Beratung Gutachten Messung
Forschung Entwicklung Planung

Eingetragen in die Liste der Nachweis-
berechtigten für Schallschutz gem. § 4 Abs. 1
NBVO bei der Ingenieurkammer Hessen

Maschinenakustik
Raum- und Bauakustik
Immissionsschutz
Schwingungstechnik

Ehringshausen, den 12.03.2020

Immissionsprognose Nr. 4265/III

- Inhalt : **Schallimmissionsprognose für Veranstaltungen
in der ehemaligen Gaststätte „Darmstädter Hof“ in der
Gießener Straße 24 in 35410 Hungen**
- Auftraggeber : **Magistrat der Stadt Hungen
Kaiserstraße 7
35410Hungen**
- Anmerkung : Diese Prognose besteht aus 22 Seiten und ersetzt die Prognose
Nr. 4265/II vom 28.10.2019.
Eine auszugsweise Zitierung ist mit uns abzustimmen.

Schalltechnisches Büro Pfeifer
A. Pfeifer


A. Pfeifer, Dipl.-Ing.
Schalltechnisches Büro
Birkenweg 6 · 35630 Ehringshausen
Tel. 06449/9231-0 · Fax 06449/6662

Inhaltsverzeichnis		Seite
1.	Aufgabenstellung	3
2.	Grundlagen	3
2.1	Rechts- und Beurteilungsgrundlagen	3
2.2	Verwendete Unterlagen	4
3.	Lagebeschreibung	4
4.	Immissionsorte und Immissionsrichtwerte	5
4.1	Immissionsorte	5
5.	Schallausbreitungsrechnung	5
5.1	Auszug aus TA Lärm, DIN ISO 9613-2	5
5.2	Berechnungsverfahren	5
5.3	Ermittlung der meteorologische Korrektur	6
5.4	Ermittlung der Beurteilungspegel	7
5.5	Emissionsdaten	8
5.5.1	Allgemeines	8
5.5.2	Schallabstrahlung des Gebäudes	9
5.5.3	Bühne im Freibereich	11
5.5.4	Parkplatz	11
5.5.5	Anlieferungsverkehr	12
5.5.6	Nächtliche Vorgänge im Freien	13
5.6	Ergebnisse	14
5.7	Kurzzeitige Geräuschspitzen	16
5.8	Vorbelastung	17
5.9	Bewertung	17
6.	Aussagesicherheit	18
7.	Anhang	19
7.1	Übersichtsplan	19
7.2	Berechnungsdaten	20

1. Aufgabenstellung

Der Auftraggeber plant die Renovierung der Räumlichkeiten der ehemaligen Gaststätte „Darmstädter Hof“ in der Gießener Straße 24 in 35410 Hungen. Es sollen hier u. a. Veranstaltungen mit elektroakustisch verstärkter Musikbeschallung stattfinden.

Hierfür soll während der Planungsphase eine Schallimmissionsprognose erstellt werden. Diese muss der 6. Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundesimmissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm –TA Lärm) und den dort benannten Berechnungs- und Bewertungsverfahren genügen.

Es ist zu prüfen, ob durch die vom gesamten Betrieb des Gebäudes ausgehenden Geräusche die in der Umgebung geltenden Immissionsrichtwerte eingehalten werden.

2. Grundlagen

2.1 Rechts- und Beurteilungsgrundlagen

- | | | |
|-----|----------------|---|
| [1] | BImSchG | Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge vom 15.3.1974 in der aktuellen Fassung (Bundesimmissionsschutzgesetz) |
| [2] | TA Lärm | Sechste allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundesimmissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm) vom 26.8.1998, geändert am 01.06.2017 |
| [3] | DIN ISO 9613-2 | Dämpfung des Schalls bei Ausbreitung im Freien, Ausgabe Oktober 1999 |
| [4] | Parkplätze | Parkplatzlärmstudie des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz, 6. Auflage von 2007 |
| [5] | VDI 2714 | Schallausbreitung im Freien vom Januar 1988 |
| [6] | VDI 2571 | Schallabstrahlung von Industriebauten vom August 1976 |

- [7] Transporter Studie des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie, Lärmschutz in Hessen, Heft 3.
Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen durch Lastkraftwagen auf Betriebsgeländen von Frachtzentren, Auslieferungslagern, Speditionen und Verbrauchermärkten sowie weiterer typischer Geräusche insbesondere von Verbrauchermärkten von 2005
- [8] Freizeitlärm Freizeitlärmrichtlinie vom März 2015
- [9] Sächsische Freizeitlärmstudie Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie (LfUG) "Handlungsleitfaden zur Prognose und Beurteilung von Geräuschbelastungen durch Veranstaltungen und Freizeitanlagen" vom April 2006.

2.2 Verwendete Unterlagen

- Grundrisse, Übersichtsplan, Innenansichten, etc.; enthalten in PDF-Datei „2019-06-26 Umnutzung Kino Hungen.pdf“
- Schnitte, PDF-Datei „E - 2.1 SCHNITTE A-C.pdf“

3. Lagebeschreibung

Das Grundstück befindet sich in der Gießener Straße 24 in 35410 Hungen auf den Flurstücken 109/3 und 111/1.

In der Umgebung südlich der Gießener Straße (B 488) befindet sich Wohnbebauung, das Gebiet nördlich der Gießener Straße wird überwiegend gewerblich genutzt.

Das Gelände ist nahezu eben.

4. Immissionsorte und Immissionsrichtwerte

4.1 Immissionsorte

Als maßgebliche Immissionsorte wurden folgende Orte ausgewählt:

- Io 1 Wohnhaus Gießener Straße 28, Ostseite, 5,5 m Höhe
- Io 2 Wohnhaus Gießener Straße 30, Ostseite, 5,5 m Höhe
- Io 3 Wohnhaus Gießener Straße 22, Südseite, 5,5 m Höhe
- Io 4 Wohnhaus Moltkestraße 1, Westseite, 5,5 m Höhe
- Io 5 Wohnhaus Gießener Straße 24, Westseite, 5,5 m Höhe
- Io 6 Wohnhaus Jahnstraße 5, Nordseite, 5,5 m Höhe
- Io 7 Wohnhaus Jahnstraße 7, Nordseite, 5,5 m Höhe
- Io 8 Wohnhaus Jahnstraße 9; Nordseite, 5,5 m Höhe

Die Immissionsorte 1-5 befinden sich gemäß Flächennutzungsplan der Stadt Hungen in einer bestehenden gemischten Baufläche. Es wird daher von einer Einstufung als Mischgebiet ausgegangen.

Die Immissionsorte 6-8 befinden sich gemäß Flächennutzungsplan der Stadt Hungen in einer bestehenden Wohnbaufläche. Es wird daher von einer Einstufung als allgemeines Wohngebiet ausgegangen.

Die Lage der Immissionsort ist im Übersichtsplan im Anhang angegeben.

5. Schallausbreitungsrechnung

5.1 Auszug aus TA Lärm, DIN ISO 9613-2

Die Durchführung der Schallausbreitungsrechnung erfolgt auf der Grundlage der in der TA Lärm angegebenen Normen und Richtlinien.

5.2 Berechnungsverfahren

Die Schallausbreitungsrechnung ermittelt den Immissionspegel in Abhängigkeit von der Frequenz in Oktavbandbreite. Dabei wird vom Schalleistungspegel Vorganges ausgegangen. Berücksichtigt werden alle die Schallausbreitung beeinflussenden Parameter, wie unter anderem Luftabsorption, Bodeneffekte,

Abschirmung durch Hindernisse, Reflexionen und verschiedene weitere Effekte. Es wird dabei grundsätzlich eine leichte Mitwindsituation angenommen.

Die Beziehung stellt sich wie folgt dar:

$$L_T = L_W + D_C - A_{div} - A_{atm} - A_{gr} - A_{bar} - A_{fol} - A_{site} - A_{hous} - C_{met}$$

Hierin bedeuten:

L_T	Immissionspegel [dB(A)]
L_W	Schalleistungspegel [dB(A)]
D_c	Richtwirkungskorrektur [dB]
A_{div}	Dämpfung aufgrund geometrischer Ausbreitung [dB]
A_{atm}	Dämpfung aufgrund von Luftabsorption [dB]
A_{gr}	Dämpfung aufgrund des Bodeneffektes [dB]
A_{bar}	Dämpfung aufgrund von Abschirmung [dB]
A_{fol}	Dämpfung durch Bewuchsflächen [dB]
A_{site}	Dämpfung durch Industrieflächen [dB]
A_{hous}	Dämpfung durch Bebauungsflächen [dB]
C_{met}	Meteorologische Korrektur [dB]

Für jede Teilgeräuschquelle wird der Immissionspegelanteil separat berechnet. Die Berechnung des Gesamtschalldruckpegels der unterschiedlichen Emittenten an den Immissionsorten erfolgt durch energetische Addition deren Immissionspegelanteile.

5.3 Ermittlung der meteorologische Korrektur

Die Immissionspegel werden grundsätzlich für Mitwindverhältnisse, d. h. Wind von den Geräuschquellen zu den Immissionsorten, berechnet.

Zur Berücksichtigung der langfristig einwirkenden Geräusche ist gemäß TA Lärm in Verbindung mit DIN ISO 9613-2 ein Langzeitmittelungspegel L_{AT} zu bestimmen. Es wird vom Mittelungspegel die meteorologische Korrektur (C_{met}) subtrahiert.

Diese Korrektur berücksichtigt eine Vielzahl von Witterungsbedingungen, die sowohl günstig wie auch ungünstig für die Schallausbreitung sein können.

Die Beziehung stellt sich wie folgt dar:

$$C_{met} = C_0 \left(1 - 10 \left(h_s + h_r \right) / d_p \right) \quad \text{wenn } d_p > 10 \left(h_s + h_r \right)$$

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

Hierin bedeuten:

- C_{met} Meteorologische Korrektur [dB]
 h_s Höhe der Geräuschquelle [m]
 h_r Höhe des Immissionsortes [m]
 d_p Abstand zwischen Quelle und Immissionsort projiziert auf die horizontale Bodenebene [m]
 C_0 Faktor [dB], der von den örtlichen Wetterstatistiken für Windgeschwindigkeit und -richtung sowie Temperaturgradienten abhängt

Die Auswirkungen der Witterungsbedingungen auf die Schallausbreitung sind klein für kurze Abstände d_p sowie für längere Abstände bei großen Höhen von Quelle und Immissionsort.

Gemäß Vorgabe des hessischen Ministeriums für Umwelt, Energie, Jugend, Familie und Gesundheit (Schreiben vom 24.3.1999) soll i. d. R. bei der meteorologischen Korrektur (C_{met}) aus Vereinfachungsgründen grundsätzlich der Faktor $C_0 = 2$ dB verwendet werden. Die so errechnete Korrektur geht von einer etwa gleichen Häufigkeit aller Windrichtungen aus; auch bei anderen Windverteilungen liegt der Fehler in der Regel innerhalb von $\Delta L = \pm 1$ dB.

5.4 Ermittlung der Beurteilungspegel

Die Ermittlung der Beurteilungspegel wird nach folgenden Gleichungen durchgeführt:

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

tags: $T_r = \sum_{j=1}^N T_j$ hier: 16 h

nachts: $T_r = \sum_{j=1}^N T_j$ hier: 1 h (lauteste Nachtstunde)

Hierin bedeuten:

- L_r Beurteilungspegel [dB(A)]
 T_j Teilzeit j

T_r	Beurteilungszeiträume tags bzw. nachts
N	Anzahl der Teilzeiten
$L_{Aeq,j}$	Mittelungspegel während der Teilzeit j [dB(A)]
$K_{T,j}$	Zuschlag für Ton- und Informationshaltigkeit [dB]
$K_{I,j}$	Zuschlag für Impulshaltigkeit [dB]
$K_{R,j}$	Zuschlag für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit [dB]

5.5 Emissionsdaten

5.5.1 Allgemeines

Als Abschätzung zur sicheren Seite wird von einer 16-stündigen Einwirkzeit tags (06:00-22:00 Uhr) ausgegangen. Veranstaltungen mit elektroakustischer Musikbeschallung im Saal können bis in die Nachtzeit (nach 22:00 Uhr) hinein andauern. Auf der Freiluftbühne am Südende des Gebäudes sollen Theateraufführungen o. ä. dargeboten werden. Anlieferungen von Getränken und/oder Speisen erfolgen mittels Transporter. Auf dem Parkplatz auf dem Grundstück befinden sich 4 Pkw-Stellplätze für die Mitarbeiter.



Abb. 1 : Grundriss des Gebäudes.

5.5.2 Schallabstrahlung des Gebäudes

Es wird einem Taktmaximalmittelungspegel im Saal von $L_{AFTeq} = 92 \text{ dB(A)}$ ausgegangen. Dieser Taktmaximalmittelungspegel darf nicht überschritten werden. Die Einhaltung ist durch geeignete Maßnahmen sicherzustellen.

In der Berechnung wird ein Zuschlag von $K_T = 3 \text{ dB}$ für Informationshaltigkeit berücksichtigt.

Die folgenden spektralen Schalldruckpegel für den Innenpegel dürfen nicht überschritten werden:

Tab. 1 : Spektraler Schalldruckpegel im Saal.

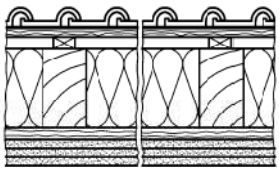
Frequenz [Hz]	Schalldruckpegel L_{AFTeq} dB(A)							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	Summe
Musik im Innenraum	71,0	77,0	83,6	86,9	88,1	80,3	78,1	92,0

Zur Überprüfung der Anforderung kann auch der lineare Schalldruckpegel (ohne Frequenzbewertung) dienen. Dieser darf den Wert $L_{FTeq} = 100 \text{ dB(Z)}$ nicht überschreiten.

Die Wände bestehen aus 40 cm Ziegelmauerwerk mit einer Rohdichte von geschätzt 1.400 kg/m^3 ; hiervon ist ein Schalldämm-Maß von $R'_w = 56 \text{ dB}$ und damit keine relevante Schallabstrahlung zu erwarten.

Das Dach besteht aus der Dacheindeckung, doppelten Sparren, Mineralfaserdämmung zwischen den Sparren, Lattung auf den Sparren, Mineralfaserdämmung in der Lattungsebene, dreifacher GK-Bekplankung mit GK-Platten der Flächenmasse 12 kg/m^2 , darunter mit mindestens 10 cm Abstand eine absorbierende Decke und 40 mm Mineralfaserauflage.

Gemäß folgender Abbildung aus DIN 4109 "Schallschutz im Hochbau" Teil 33 ist hiervon ein Schalldämm-Maß von $R'_w = 59 \text{ dB}$ zu erwarten. Zur Sicherheit wird im Modell ein Schalldämm-Maß von $R'_w = 50 \text{ dB}$ berücksichtigt.

Spalte	1	2	3
Zeile	Schnitt, vertikal	Konstruktionsdetails	R_w ($c; c_{tr}$) dB
		mm	Bauteilbeschreibung
5			
			Dachdeckung,
			Lattung, Konterlattung,
		≥ 200	Zwischensparrendämmung ^a
			Lattung
		3 × 10	Gipsfaserplatten GF
			59 (-4; -11)
a	Zwischensparrendämmung aus Mineralwolle MW oder Holzfaser WF, Anwendungsgebiet DZ.		
b	Auf das bewertete Schalldämm-Maß der Konstruktion R_w ist bei Konstruktionsänderungen nachfolgender Korrekturwert ΔR_w zu addieren, wenn:		
	Zu Zeile 1: Mineralwolle MW in der raumseitigen Lattungsebene:		$\Delta R_w = +4$ dB
	Zu Zeile 1: Dämmstoffdicken > 400 mm mit Dachstein Einfachdeckung:		$\Delta R_w = +6$ dB
	Zu Zeile 1: Dämmstoffdicken > 400 mm mit Metalldeckung:		$\Delta R_w = +1$ dB
	Zu Zeile 1: Stegträger:		$\Delta R_w = 0$ dB
c	Holzfaser WF, Anwendungsgebiet DZ.		
d	Mineralwolle MW, Anwendungsgebiet DZ.		
	Weitere allgemeine Hinweise:		
	Die bewerteten Schalldämm-Maße der Konstruktion sind gültig bei einem Achsabstand der Sparren ≥ 600 mm.		
	Auf das bewertete Schalldämm-Maß der Konstruktion R_w kann nachfolgender Korrekturwert ΔR_w addiert werden:		
	Dachdeckung:	- Dachsteine (Einfachdeckung):	$\Delta R_w = 0$ dB,
		- Dachziegel (Einfachdeckung):	$\Delta R_w = -2$ dB,
		- Biberschwanzziegel (Doppel- und Kronendeckung):	$\Delta R_w = +2$ dB.
	Installationsebene: Entkopplung durch Federschere o.ä.:		$\Delta R_w = +2$ dB.
	Raumseitige Bekleidung mit Nut und Feder-Schalung NFS:		$\Delta R_w = -5$ dB.
	ANMERKUNG Allgemeine Produktspezifikationen siehe Tabelle 1.		

Westlich an das Bestandsgebäude anschließend soll ein neues Gebäude für WC, Umkleiden, Lager etc. errichtet werden. Zwischen Bestandsgebäude und Neubau wird das Foyer und ein Vorbereich eingerichtet. Im Norden und Süden dieser Räume befinden sich verglaste Bauteile. Da diese beiden Räume an den Saal anschließen, wird von einem Taktmaximalmittelungspegel von $L_{AFTeq} = 80$ dB(A) ausgegangen.

Für die Glasflächen des Gebäudes (Bestand und Anbau) wird ein Schalldämm-Maß von $R_{w,p} = 40$ dB berücksichtigt.

Zur Berücksichtigung einer Lüftungsanlage werden zwei Schallquellen auf dem Dach des Bestandsgebäudes platziert. Für diese Lüftungsöffnungen ist der maximale Schallleistungspegel mittels Schalldämpfer auf jeweils $L_{WA} = 70$ dB(A) zu begrenzen.

5.5.3 Bühne im Freibereich

Im Außenbereich südlich des Gebäudes sollen Theateraufführungen o. ä. stattfinden („Sommertheater“). Hierbei wird eine elektroakustische Anlage verwendet. Für die beiden Lautsprecher auf der Bühne wird von einem Schalleistungspegel von maximal $L_{AFTeq} = 90$ dB(A) ausgegangen, zzgl. Zuschlag für Informationshaltigkeit in Höhe von $K_{inf} = 6$ dB. Es wird davon ausgegangen, dass diese Darbietungen maximal zwei Stunden andauern und innerhalb der Ruhezeiten stattfinden.

Gemäß Übersichtsplan sind 50 Plätze im Freien vorgesehen.

Für den Zuschauerbereich südlich der Bühne wird gemäß [8, 9] von einem Schalleistungspegel von $L_{WAFT} = 80$ dB(A) ausgegangen, welcher 5 Minuten pro halbe Stunde einwirkt, bei einer Gesamteinwirkzeit von zwei Stunden.

5.5.4 Parkplatz

Die Ermittlung des Beurteilungsschalleistungspegels eines Parkvorganges auf dem Parkplatz je Stunde wird gemäß der Parkplatzlärmstudie [4] nach folgender Gleichung durchgeführt:

$$L_{Wr} = L_{Wo} + K_{PA} + K_I + K_D + KS_{irO} + 10 \lg(BN)$$

Hierin bedeuten:

L_{Wr}	Beurteilungsschalleistungspegel, Einwirkzeit 1 Stunde [dB(A)]
L_{Wo}	Ausgangsschalleistungspegel für eine Bewegung pro Stunde (= 63 dB(A))
K_{PA}	Zuschlag für die Parkplatzart [dB] (hier: 0 dB)
K_I	Zuschlag für Impulshaltigkeit [dB] (hier: 4 dB)
K_D	Pegelerhöhung infolge des Durchfahr- und Parksuchverkehrs [dB]
KS_{irO}	Zuschlag für unterschiedliche Fahrbahnoberflächen [dB]
B	Bezugsgröße (Anzahl Stellplätze)
N	Bewegungshäufigkeit (Bewegungen je Einheit der Bezugsgröße)

Der o. g. Beurteilungsschalleistungspegel beinhaltet Zuschläge für Impuls-, Ton- und Informationshaltigkeit sowie die Einwirkzeit der Vorgänge. Damit hängt die Berechnung der Beurteilungspegel hierfür nur noch von der Anzahl der Vorgänge und ggf. eines Ruhezeitzuschlages ab.

Der Parkplatz auf dem Grundstück verfügt über 4 Stellflächen und ist für die Angestellten vorgesehen; die Besucher parken auf öffentlichen Stellflächen in der

Umgebung. Diese werden nur tags benutzt. Nach 22:00 Uhr wird kein Parkvorgang auf dem Gelände stattfinden.

Für den Tageszeitraum wird von einem vierfachen Wechsel (je vier An- und Abfahrten) auf den Stellplätzen ausgegangen. Nächtliche Parkierungsvorgänge sollen nicht stattfinden.

Die Fahrten der Pkw auf dem Grundstück werden mit einem Schalleistungspegel von $L_{W,1h} = 48 \text{ dB(A)}$ je m Strecke berücksichtigt.

5.5.5 Anlieferungsverkehr

Anlieferung von Speisen und Getränken erfolgen mittels Transportern. Der Bericht [7] gibt u. a. Beurteilungsschalleistungspegel für Transporter-Bewegungen pro 1 m Wegstrecke und 1 Stunde Einwirkzeit pro Vorgang und Stunde an.

Die Ermittlung des Beurteilungsschalleistungspegels der Fahrstrecken wird nach folgenden Gleichungen durchgeführt:

$$L_{Wr} = L_{W,1h} + 10 \lg(n) + 10 \lg\left(\frac{l}{1m}\right) - 10 \lg\left(\frac{T_r}{1h}\right)$$

Hierin bedeuten:

L_{Wr} Beurteilungsschalleistungspegel der Fahrstrecke, Einwirkzeit 1 Stunde [dB(A)]

$L_{W,1h}$ Schalleistungspegel für eine Fahrt pro Stunde (= 62 dB(A))

n Anzahl der Fahrten

l Länge des Streckenabschnittes (hier: = 1 m)

T_r Beurteilungszeit (hier: = 1 h)

Die Kategorie der 3,5 t- Transporter (Sprinter o. ä.) ist $\Delta L = 5 \text{ dB}$ lauter als übliche Pkw. Es ergibt sich dann ein Wert von $L_{W,1h,1m} = 53 \text{ dB(A)}$ pro Meter Fahrstrecke. Zur Sicherheit wird hier ein Wert von $L_{Wr,1h,1m} = 55 \text{ dB(A)}$ als Schalleistungspegel pro Stunde und Meter Wegstrecke zzgl. 3 dB Rangierzuschlag in der Berechnung berücksichtigt.

Zusätzlich wurden für die Fahrzeuge weitere Einzelereignisse (Motorstart, Motor im Leerlauf, Zuschlagen der Tür) zum Ansatz gebracht. Die Einwirkzeit für Motorstart und Tür wurde für jedes Einzelereignis mit 5 s entsprechend dem Takt-Maximal-Pegel-Verfahren den Berechnungen zugrunde gelegt.

Tab. 2 : Einzelereignisse Transporter.

	Motorstart	Motorleerlauf	Türenschlag
Einwirkzeit pro Vorgang (Sekunden)	5	120	5
Schalleistungspegel L_{WA} dB(A)	95	94	97,5
Anzahl Vorgänge pro Fahrzeug	2	1	4

Bei Veranstaltungen wird von zwei Transportern für die Lieferung der Speisen bzw. Getränke ausgegangen, welche das Gebäude während der Tageszeit und außerhalb der Ruhezeiten anfahren.

Für die maximal jeweils halbstündige manuelle Entladung wird ein Schalleistungspegel von $L_{WA} = 82$ dB(A) zzgl. Impulszuschlag von $K_I = 3$ dB angesetzt.

5.5.6 Nächtliche Vorgänge im Freien

Für den Nachtzeitraum wird davon ausgegangen werden, dass in Ausnahmefällen z.B. bei Auftritten von Musikern der Abtransport von Equipment nach 22:00 Uhr erfolgt. Hierbei wird davon ausgegangen, dass durch organisatorische Maßnahmen sichergestellt wird, dass Transporter im öffentlichen Straßenraum parkt. Der Abtransport der Geräte soll mittels lärmarmen Rollwagen, Sackkarren o.ä. erfolgen.

Der Transporter soll auf der öffentlichen Straße parken, folgende Geräusche werden der Anlage zugeordnet:

- Rollgeräusche auf dem Weg von der Halle zum Kfz; hierfür sollen lärmarme, gummi- oder luftbereifte Transportmittel verwendet werden, außerdem soll die Zuwegung von der Straße mit einem glatten Oberflächenbelag ausgestattet werden. Ansatz: Schalleistungspegel $L_{W,r} = 38$ dB(A) pro Stunde und Meter Wegstrecke, Einwirkzeit 15 Minuten.
- Beladetätigkeiten, 4 mal je eine Minute; Ansatz wie oben (Schalleistungspegel von $L_{WA} = 82$ dB(A) zzgl. Impulszuschlag von $K_I = 3$ dB)
- insgesamt 4 Türeenschläge beim Transporter (Schalleistungspegel wie bei Pkw $L_{WA} = 97,5$ dB(A)) (siehe unten Punkt 5.7).

- ein Motorstart (Schalleistungspegel $L_{WA} = 95 \text{ dB(A)}$); sonstige Motorgeräusche wie das Laufenlassen im Stand dürfen nicht vorkommen.

5.6 Ergebnisse

Es ergeben sich die in den folgenden Tabellen angegebenen Beurteilungspegel.

Tab. 3 : Beurteilungspegel tags.

Quelle/Bezeichnung	Teil-Beurteilungspegel							
	tags $L_{rT} / \text{dB(A)}$							
	Io 1	Io 2	Io 3	Io 4	Io 5	Io 6	Io 7	Io 8
Bühne Lautsprecher links	23,3	28,2	18,8	28,3	15,1	43,1	44,8	44,3
Bühne Lautsprecher rechts	15,8	26,6	30,4	29,7	14,4	44,5	44,6	43,3
Transporter Türeenschlag	34,3	26,1	14,0	-2,4	33,7	0,1	0,0	3,0
Transporter Motorstart	26,3	17,6	3,7	-7,7	25,6	-11,1	-11,0	-8,2
Transporter Standlauf	39,2	30,4	16,6	5,7	39,1	1,7	1,9	6,7
Lüftungsöffnung N	27,5	26,9	31,0	23,8	25,8	21,9	17,1	17,3
Lüftungsöffnung S	27,1	29,1	24,9	23,9	25,8	24,1	23,0	22,6
An- und Abfahrt Transporter	32,1	22,7	5,5	-0,1	33,1	0,3	-2,8	-0,6
Pkw-Fahrten tags	33,4	23,5	5,2	2,8	34,1	4,1	2,0	4,2
Theaterpublikum	5,1	15,1	15,7	13,2	1,5	24,0	23,7	23,4
Manuelle Entladung	40,9	29,6	15,6	7,3	38,9	6,4	9,9	8,7
Dach W	20,8	20,4	12,2	7,5	21,7	10,0	8,7	11,2
Dach O	12,0	11,3	21,5	17,3	12,7	13,2	11,6	9,5
Parkplatz tags	40,4	28,1	12,9	4,9	34,8	10,5	8,2	15,4
Verglasung Foyer	19,1	3,7	-2,1	-9,8	16,4	-12,4	-10,1	-9,4
Verglasung Vorbereich	-3,9	1,3	-7,5	-4,4	-7,5	5,1	4,9	4,6
Bühneneingang	7,4	14,2	-9,4	-13,7	-3,1	-11,2	-8,1	-4,5
Fenster O1	7,5	3,9	23,5	15,9	7,3	12,8	7,3	3,7
Fenster O2	6,5	4,1	22,4	20,7	6,1	13,3	7,9	4,6
Fenster O3	6,8	5,7	22,4	21,8	5,7	15,1	9,9	6,8
Fenster O4	6,0	5,9	21,7	21,6	5,0	15,7	10,9	8,1
Fenster S	4,6	9,9	6,5	11,1	1,5	17,8	17,1	16,5

Quelle/Bezeichnung	Teil-Beurteilungspegel tags L_{rT} / dB(A)							
	Io 1	Io 2	Io 3	Io 4	Io 5	Io 6	Io 7	Io 8
Ausgang Bühne S	-0,4	4,7	7,0	9,2	-1,9	14,5	13,6	12,9
Beurteilungspegel	46	37	34	30	44	30	28	28
Immissionsrichtwert MI	60	60	60	60	60	55	55	55

Tab. 4 : Beurteilungspegel nachts.

Quelle/Bezeichnung	Teil-Beurteilungspegel nachts L_{rN} / dB(A)							
	Io 1	Io 2	Io 3	Io 4	Io 5	Io 6	Io 7	Io 8
Transporter Türeenschlag nachts	40,5	31,0	14,1	9,5	42,4	11,7	13,0	13,6
Transporter Motorstart nachts	32,0	22,7	3,3	-1,3	33,9	4,1	6,0	3,8
Lüftungsöffnung N	27,5	26,9	31,0	23,8	25,8	19,9	15,2	15,3
Lüftungsöffnung S	27,1	29,1	24,9	23,9	25,8	22,2	21,1	20,7
Rollgeräusche Beladung nachts	27,2	17,5	0,9	-5,3	28,4	-4,7	-7,4	-5,5
Dach W	20,8	20,4	12,2	7,5	21,7	8,0	6,8	9,3
Dach O	12,0	11,3	21,5	17,3	12,7	11,3	9,7	7,6
Manuelle Beladung nachts	39,4	30,5	10,1	6,0	40,0	5,0	9,8	13,4
Verglasung Foyer	19,1	3,7	-2,1	-9,8	16,4	-14,3	-12,0	-11,3
Verglasung Vorbereich	-3,9	1,3	-7,5	-4,4	-7,5	3,2	3,0	2,6
Bühneneingang	7,4	14,2	-9,4	-13,7	-3,1	-13,1	-10,0	-6,4
Fenster O1	7,5	3,9	23,5	15,9	7,3	10,9	5,4	1,8
Fenster O2	6,5	4,1	22,4	20,7	6,1	11,3	6,0	2,7
Fenster O3	6,8	5,7	22,4	21,8	5,7	13,2	8,0	4,9
Fenster O4	6,0	5,9	21,7	21,6	5,0	13,8	8,9	6,2
Fenster S	4,6	9,9	6,5	11,1	1,5	15,8	15,2	14,6
Ausgang Bühne S	-0,4	4,7	7,0	9,2	-1,9	12,5	11,6	11,0
Beurteilungspegel	44	36	34	30	45	26	24	24
Immissionsrichtwert	45	45	45	45	45	40	40	40

5.7 Kurzzeitige Geräuschspitzen

Kurzzeitige Geräuschspitzen im Sinne der TA Lärm sind durch Einzelereignisse hervorgerufene Maximalwerte des Schalldruckpegels, die im bestimmungsgemäßen Betriebsablauf auftreten.

Die höchsten Immissionspegel sind während des Zuschlages einer Fahrzeugtür zu erwarten. Die Parkplatzlärmstudie gibt für das Zuschlagen einer Pkw-Tür einen Wert von $L_{Wmax} = 97,5$ dB(A) an. Eigene Messungen an Pkw-Türen neuerer Bauart ergaben deutlich geringere Werte.

Das Geräusch, welches beim Schließen einer Pkw-Tür entsteht, ist nutzerabhängig. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Fahrer sich „normal“ verhalten. Letztlich will niemand sein Fahrzeug durch unangemessenes Verhalten beschädigen.

Wird die Tür „normal“ zugeschlagen, dann ergeben sich Schalldruckpegel in einem Meter Abstand von $L_{AFmax} < 70-80$ dB(A). Das entspricht Schalleistungspegeln von $L_{WA} = 78-88$ dB(A).

Der Schalleistungspegel von $L_{Wmax} = 97,5$ dB(A) ergibt sich nur dann, wenn die Tür des Pkw sehr heftig zugeschlagen wird. In der vorliegenden Berechnung wird für das Zuschlagen der Tür eines Transporters derselbe Ansatz wie für Pkw verwendet.

Tab. 5 : Maximalpegel an den Immissionsorten.

Quelle/Bezeichnung	Maximalpegel L_{AFmax} / dB(A)							
	Io 1	Io 2	Io 3	Io 4	Io 5	Io 6	Io 7	Io 8
Transporter TÜrenschiag ^{*)}	65,9	57,7	45,6	29,2	65,3	31,7	31,6	34,6
Transporter TÜrenschiag nachts	63,1	53,5	36,7	32,1	65,0	34,3	35,6	36,1
Pkw TÜrenschiag ^{*)}	72,0	57,1	37,9	40,8	65,6	37,7	35,8	43,2
Immissionsrichtwert für Maximalpegel tags	90	90	90	90	90	85	85	85
Immissionsrichtwert für Maximalpegel nachts	65	65	65	65	65	60	60	60

^{*)} Nur tags

5.8 Vorbelastung

Die Prüfung der Genehmigungsvoraussetzungen setzt in der Regel eine Prognose der Geräuschimmissionen der zu beurteilenden Anlage und – sofern im Einwirkungsbereich der Anlage andere Anlagengeräusche auftreten – die Bestimmung der Vorbelastung sowie der Gesamtbelastung nach Pkt. A.1.2 des Anhangs der TA Lärm voraus. Die Bestimmung der Vorbelastung kann entfallen, wenn die Geräuschimmissionen der Anlage die o. g. Immissionsrichtwerte nach Pkt. 6.1 der TA Lärm um mindestens $\Delta L = 6$ dB unterschreiten (sog. Irrelevanzkriterium).

Das vorgenannte Kriterium ist tags an allen Immissionsorten und nachts bei den Immissionsorten 2-4 und 6-8 erfüllt.

Eine nächtliche Vorbelastung durch weitere Gewerbebetriebe in der Umgebung der Immissionsorte 1 und 5 ist nicht ersichtlich.

5.9 Bewertung

Die ermittelten Beurteilungspegel unterschreiten die zur Tages- und Nachtzeit an den Immissionsorten geltenden Immissionsrichtwerte bzw. halten diese ein.

Voraussetzung für die Einhaltung der nachts geltenden Immissionsrichtwerte an den Immissionsorten 1 und 5 sind die in Kapitel 5.5.6 beschriebenen Ansätze für die nächtliche Beladung eines Transporters sowie die Festlegungen zu dem Innen-Schalldruckpegel der Musik hinsichtlich des A-bewerteten Schalldruckpegels und des Schalldruckpegel ohne Frequenzbewertung.

Die Bedingung der TA Lärm, wonach die Immissionsrichtwerte durch einzelne kurze Geräuschspitzen zur Tageszeit um maximal $\Delta L = 30$ dB und zur Nachtzeit um maximal $\Delta L = 20$ dB überschritten werden dürfen, wird an allen Immissionsorten eingehalten.

6. Aussagesicherheit

Die vorliegenden Prognose verwendet Maximalansätze als Abschätzung zur sicheren Seite hin. Die Emissionsansätze wurden Richtlinien entnommen, die als hinreichend validiert gelten. Die Genauigkeit der Berechnungsergebnisse wird weiter bestimmt durch die verwendeten Ausbreitungsalgorithmen.

Bei der Ausbreitungsrechnung wird nach DIN ISO 9613-2 für Abstände von $100\text{ m} < d < 1000\text{ m}$ und mittleren Höhen von $5\text{ m} < h < 30\text{ m}$ eine Genauigkeit von $\pm 3\text{ dB}$ erreicht und für Abstände bis $100\text{ m} \pm 1\text{ dB}$ (d: Abstand Quelle – Immissionsort; h: mittlere Höhe von Quelle und Immissionsort). Die Angaben basieren auf Situationen ohne Reflexionen und Abschirmung.

Die Prognosesicherheit der Abweichungen beträgt hier geschätzt aufgrund der Sicherheiten bei den Emissionsansätzen $\Delta L \leq -3\text{ dB}$.

7. Anhang

7.1 Übersichtsplan

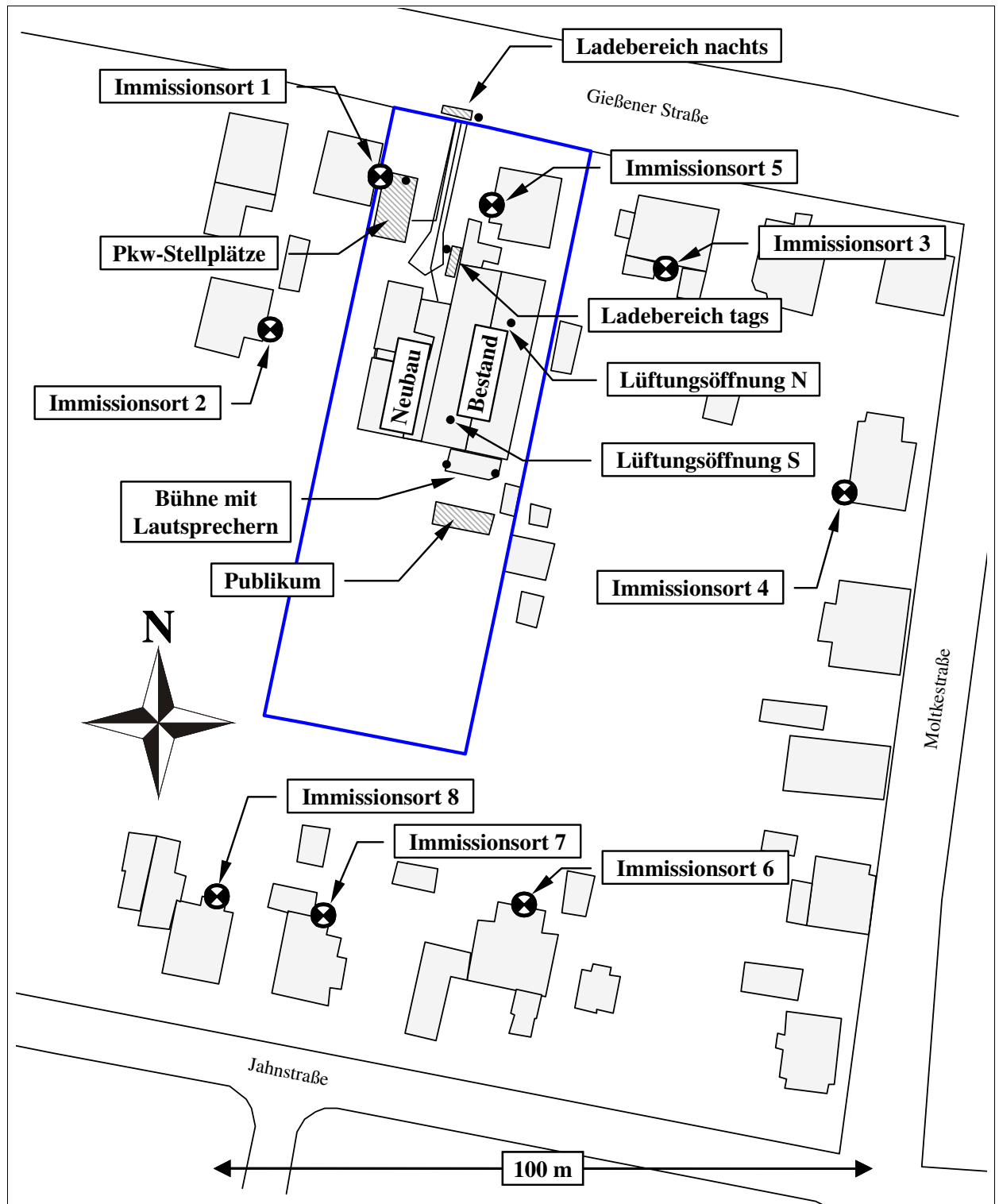


Abb. 2 : Übersichtsplan mit Kennzeichnung der Immissionsorte.

7.2

Berechnungsdaten

Im folgenden werden die wesentlichen Eingangsdaten der Schallausbreitungsrechnung aufgelistet. Auf die Darstellung ausführlicher Berechnungsprotokolle für jeden Immissionsort wird aus Platzgründen verzichtet. Bei Bedarf können diese nachgereicht werden.

Immissionsorte

Bezeichnung	Pegel Lr		Richtwert		Nutzungsart		Höhe
	Tag (dBA)	Nacht (dBA)	Tag (dBA)	Nacht (dBA)	Gebiet	Auto Lärmart	
Io 1	46,0	43,7	60,0	45,0	MI		5,50 r
Io 2	37,9	36,1	60,0	45,0	MI		5,50 r
Io 3	35,8	34,0	60,0	45,0	MI		5,50 r
Io 4	34,3	30,1	60,0	45,0	MI		5,50 r
Io 5	44,4	45,0	60,0	45,0	MI		5,50 r
Io 6	47,0	26,4	55,0	40,0	WA		5,50 r
Io 7	47,8	24,5	55,0	40,0	WA		5,50 r
Io 8	46,9	24,3	55,0	40,0	WA		5,50 r

Punktquellen

Bezeichnung	Schallleistung Lw		Lw / Li		Korrektur		Dämpfung		Einwirkzeit		K0	Richtw.	Höhe		
	Tag (dBA)	Abend (dBA)	Nacht (dBA)	Typ	Wert	norm. dB(A)	Tag dB(A)	Nacht dB(A)	Tag (min)	Ruhe (min)				Nacht (min)	
Bühne Lautsprecher links	96,0	96,0	96,0	Lw	Lp2a	90,0	0,0	0,0	-6	0,00	120,00	0,00	0,0	Lautsprecher sächs. FLR	1,60 g
Bühne Lautsprecher rechts	96,0	96,0	96,0	Lw	Lp2a	90,0	0,0	0,0	-6	0,00	120,00	0,00	0,0	Lautsprecher sächs. FLR	1,60 g
Transporter TÜrenschiag	66,8	66,8	66,8	Lw	Lw64a	97,5	0,0	0,0	$-10 \cdot \log 10(2 \cdot 4 \cdot 0,083/780)$	780,00	0,00	0,00	0,0	(keine)	1,00 r
Transporter Motorstart	58,3	58,3	58,3	Lw	Lwr15a	95,0	0,0	0,0	$-10 \cdot \log 10(2 \cdot 0,083/780)$	780,00	0,00	0,00	0,0	(keine)	1,00 r
Transporter Standlauf	71,1	71,1	71,1	Lw	Lwr15a	94,0	0,0	0,0	$-10 \cdot \log 10(2 \cdot 2/780)$	780,00	0,00	0,00	0,0	(keine)	1,00 r
Transporter TÜrenschiag nachts	74,9	74,9	74,9	Lw	Lw64a	97,5	0,0	0,0	$-10 \cdot \log 10(1 \cdot 4 \cdot 0,083/60)$	0,00	0,00	60,00	0,0	(keine)	1,00 r
Transporter Motorstart nachts	66,4	66,4	66,4	Lw	Lwr15a	95,0	0,0	0,0	$-10 \cdot \log 10(1 \cdot 0,083/60)$	0,00	0,00	60,00	0,0	(keine)	1,00 r
Lüftungsöffnung N	70,0	70,0	70,0	Lw	ES1	70,0	0,0	0,0	0,0	780,00	180,00	60,00	0,0	(keine)	9,00 r
Lüftungsöffnung S	70,0	70,0	70,0	Lw	ES1	70,0	0,0	0,0	0,0	780,00	180,00	60,00	0,0	(keine)	9,00 r
Transporter TÜrenschiag	97,5	97,5	97,5	Lw	Lw64a	97,5	0,0	0,0	0,0				0,0	(keine)	1,00 r
Transporter TÜrenschiag nachts	97,5	97,5	97,5	Lw	Lw64a	97,5	0,0	0,0	0,0				0,0	(keine)	1,00 r
Pkw TÜrenschiag	97,5	97,5	97,5	Lw	Lw64a	97,5	0,0	0,0	0,0				0,0	(keine)	0,50 r

Linienquellen

Bezeichnung	Schallleistung Lw			Schallleistung Lw'			Lw / Li			Korrektur			Dämpfung			Einwirkzeit			K0
	Tag (dB)	Abend (dB)	Nacht (dB)	Tag (dB)	Abend (dB)	Nacht (dB)	Typ	Wert	norm. dB(A)	Tag dB(A)	Abend dB(A)	Nacht dB(A)	Tag (min)	Ruhe (min)	Nacht (min)	Tag (min)	Ruhe (min)	Nacht (min)	
An- und Abfahrt Transporter	63,9	63,9	63,9	46,9	46,9	46,9	Lw'	Lwr15a	55,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	780,00	0,00	0,00	0,0
Pkw-Fahrten tags	63,8	63,8	63,8	51,0	51,0	51,0	Lw'	Lwr7a	48,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	780,00	180,00	0,00	0,0
Rollgeräusche Beladung nachts	58,4	58,4	58,4	44,0	44,0	44,0	Lw'	ES24	38,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	60,00	0,0

Horizontale Flächenquellen

Bezeichnung	Schallleistung Lw			Schallleistung Lw''			Lw / Li			Korrektur			Schalldämmung			Dämpfung			Einwirkzeit			K0
	Tag (dB)	Abend (dB)	Nacht (dB)	Tag (dB)	Abend (dB)	Nacht (dB)	Typ	Wert	norm. dB(A)	Tag dB(A)	Abend dB(A)	Nacht dB(A)	R	Fläche (m²)	Tag (min)	Ruhe (min)	Nacht (min)	Tag (min)	Ruhe (min)	Nacht (min)		
Theaterpublikum	72,2	72,2	72,2	57,6	57,6	57,6	Lw	Lw11a	80,0	0,0	0,0	0,0			0,00	120,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	
Manuelle Entladung	73,0	73,0	73,0	64,8	64,8	64,8	Lw	ES24	85,0	0,0	0,0	0,0			780,00	180,00	0,00	780,00	180,00	0,00	0,0	
Dach W	61,2	61,2	61,2	39,3	39,3	39,3	Li	Lp2a	90,0	0,0	0,0	0,0	0,0 R12	155,43	780,00	180,00	60,00	780,00	180,00	60,00	0,0	
Dach O	61,2	61,2	61,2	39,3	39,3	39,3	Li	Lp2a	90,0	0,0	0,0	0,0	0,0 R12	155,43	780,00	180,00	60,00	780,00	180,00	60,00	0,0	
Parkplatz tags	67,0	67,0	67,0	49,9	49,9	49,9	Lw	Lwr9a	63,0	0,0	0,0	0,0			780,00	180,00	0,00	780,00	180,00	0,00	0,0	
Manuelle Beladung nachts	73,2	73,2	73,2	65,1	65,1	65,1	Lw	ES24	85,0	0,0	0,0	0,0			0,00	0,00	60,00	0,00	0,00	60,00	0,0	

Vertikale Flächenquellen

Bezeichnung	Schallleistung Lw			Schallleistung Lw''			Lw / Li			Korrektur			Schalldämmung			Einwirkzeit			K0	
	Tag (dB)	Abend (dB)	Nacht (dB)	Tag (dB)	Abend (dB)	Nacht (dB)	Typ	Wert	norm. dB(A)	Tag dB(A)	Abend dB(A)	Nacht dB(A)	R	Fläche (m²)	Tag (min)	Ruhe (min)	Nacht (min)			
Verglasung Foyer	51,9	51,9	51,9	40,6	40,6	40,6	Li	Lp2a	80,0	0,0	0,0	0,0	FE	13,64	780,00	180,00	60,00	0,0	0,0	0,0
Verglasung Vorbereich	48,4	48,4	48,4	40,6	40,6	40,6	Li	Lp2a	80,0	0,0	0,0	0,0	FE	6,02	780,00	180,00	60,00	0,0	0,0	0,0
Bühneneingang	46,2	46,2	46,2	40,6	40,6	40,6	Li	Lp2a	80,0	0,0	0,0	0,0	FE	3,66	780,00	180,00	60,00	0,0	0,0	0,0
Fenster O1	62,8	62,8	62,8	55,6	55,6	55,6	Li	Lp2a	95,0	0,0	0,0	0,0	FE	5,21	780,00	180,00	60,00	0,0	0,0	0,0
Fenster O2	62,8	62,8	62,8	55,6	55,6	55,6	Li	Lp2a	95,0	0,0	0,0	0,0	FE	5,21	780,00	180,00	60,00	0,0	0,0	0,0
Fenster O3	63,9	63,9	63,9	55,6	55,6	55,6	Li	Lp2a	95,0	0,0	0,0	0,0	FE	6,78	780,00	180,00	60,00	0,0	0,0	0,0
Fenster O4	63,9	63,9	63,9	55,6	55,6	55,6	Li	Lp2a	95,0	0,0	0,0	0,0	FE	6,78	780,00	180,00	60,00	0,0	0,0	0,0
Fenster S	62,0	62,0	62,0	55,6	55,6	55,6	Li	Lp2a	95,0	0,0	0,0	0,0	FE	4,40	780,00	180,00	60,00	0,0	0,0	0,0
Ausgang Bühne S	58,6	58,6	58,6	55,6	55,6	55,6	Li	Lp2a	95,0	0,0	0,0	0,0	FE	2,00	780,00	180,00	60,00	0,0	0,0	0,0

Schallpegel

Bezeichnung	ID	Typ	Bew.	Oktavspektrum (dB)										
				31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A	lin
Türenschlag	Lw64a	Lw	A		-20,0	-13,0	-8,6	-5,5	-4,5	-8,8	-17,0		-0,1	9,2
Personen im Freien	Lw11a	Lw	A		-46,2	-29,1	-17,6	-6,2	-3,0	-6,8	-17,0		-0,0	1,3
Musik	Lp2a	Li	A		-21,0	-15,0	-8,4	-5,1	-3,9	-11,7	-13,9		0,0	8,3
Manuelle Entladung	ES24	Lw	A		-23,0	-14,0	-16,0	-7,0	-3,0	-6,0	-10,0		0,5	7,1
Transporter	Lwr15a	Lw	A		-30,1	-19,0	-12,5	-8,1	-2,9	-6,7	-13,9		-0,0	3,7
Lüftungsanlage	ESI	Lw	A		-26,0	-11,0	-6,0	-3,0	-8,0	-14,0	-22,0		0,2	8,7
Parkplatz 1 Bewegung pro Stunde	Lwr9a	Lw	A		-23,5	-12,1	-15,2	-9,1	-4,9	-5,8	-8,0		-0,2	7,4
Pkw-Fahrten auf Gelände	Lwr7a	Lw	A		-13,4	-14,7	-11,2	-7,8	-4,6	-5,4	-13,6		0,0	13,4

Schalldämmungen

Bezeichnung	ID	Oktavspektrum (dB)										
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Rw	
Isolierverglasung	FE		20,0	29,0	28,0	35,0	45,0	51,0	47,0		40	
Dach	R12		29,0	38,0	44,0	47,0	48,0	52,0	58,0		50	