

ACCON-Bericht-Nr.: **ACB 0918 - 408041 - 142**

Titel: **Schalltechnische Untersuchung einer geplanten Mehrzweckhalle im Rahmen der Aufstellung des Bebauungsplans Nr. 02.07 „Clemens-August-Straße, Linie 18, Liblarer Straße“ der Stadt Brühl**

Verfasser: **Dipl.-Ing. Manfred Weigand**

Berichtsumfang: **27 Seiten**

Datum: **30.11.2018**

ACCON Köln GmbH

Rolshover Straße 45
51105 Köln

Tel.: +49 (0)221 80 19 17 - 0
Fax.: +49 (0)221 80 19 17 - 17

Geschäftsführer

Dipl.-Ing.
Gregor Schmitz-Herkenrath

Dipl.-Ing.
Manfred Weigand

Handelsregister

Amtsgericht Köln
HRB 29247
UID DE190157608

Bankverbindung

Sparkasse KölnBonn
BLZ 370 50 198
Konto-Nr. 130 21 99
SWIFT(BIC): COLSDE33
IBAN: DE73370501980001302199

Titel: Schalltechnische Untersuchung einer geplanten Mehrzweckhalle im Rahmen der Aufstellung des Bebauungsplans Nr. 02.07 „Clemens-August-Straße, Linie 18, Liblarer Straße“ der Stadt Brühl

Auftraggeber: Stadtverwaltung Brühl
Uhlstraße 3
50321 Brühl

Auftrag vom: 31.08.2017

Berichtsnummer: ACB 0918 - 408041 - 142

Datum: 30.11.2018

Projektleiter: Dipl.-Ing. Manfred Weigand

Zusammenfassung: Im Zuge der Aufstellung des Bebauungsplanes 02.07 „Clemens-August-Straße, Linie 18, Liblarer Straße“ wurden die zu erwartenden Geräuschimmissionen durch die Nutzung einer Veranstaltungshalle berechnet. Die auf Basis eines dreidimensionalen Rechenmodells durchgeführten Berechnungen zeigen, dass die Immissionsrichtwerte in der alle baulichen und schalltechnischen Anforderungen bestimmenden Nachtzeit eingehalten werden können.

Aufgrund des hohen Schutzanspruchs eines Reinen Wohngebietes in der benachbarten Wohnbebauung waren für die beurteilte Pessimalsituation innerhalb der Nachtzeit verhältnismäßig hohe schalltechnische Anforderungen an den Baukörper und die Außenquellen zu stellen. Da im vorliegenden Fall nicht nur die Höhe des in der Halle durch elektroakustische Beschallungsanlagen verursachter Innenpegel ($L_i = 95 \text{ dB(A)}$), sondern auch dessen spektrale Zusammensetzung entscheidend ist wird in letzter Konsequenz empfohlen, die fest zu installierende Beschallungsanlage in jedem Fall einzumessen und ggf. zu begrenzen.

Aufgrund des Umstandes, dass sich alle Anforderungen auf die lauteste volle Nachtstunde beziehen werden sich im Beurteilungszeitraum tags aufgrund des sechzehnständigen Beurteilungszeitraums selbst bei gleichen Emissionsbedingungen immer deutlich geringere Beurteilungspegel als in Tabelle 4.2 dargestellt ergeben. Die Einhaltung der nach TA Lärm 15 dB(A) höheren (nach Freizeitlärmrichtlinie in den Ruhezeiten noch 10 dB(A) höheren) Richtwerte innerhalb der Tageszeit ist somit in jedem Fall und bei jeder Beurteilungsvariante sichergestellt.

Überschreitungen der zulässigen Spitzenpegel durch die technische Ausrüstung der Veranstaltungshalle sind nicht zu erwarten. Die Rahmenbedingungen gemäß DIN 45680 müssen ggf. durch die Einmessung der Beschallungsanlage gewürdigt werden.

Inhaltsverzeichnis

1	Situationsbeschreibung und Aufgabenstellung	4
2	Grundlagen der Beurteilung	5
2.1	Vorschriften, Normen, Richtlinien, Literatur	5
2.2	Berechnungsgrundlagen	5
2.3	Beurteilungsgrundlage	6
2.4	Immissionspunkte und Richtwerte	7
3	Geräuschemissionen	8
3.1	Vorgehensweise	8
3.2	Zu berücksichtigende Schallquellen	9
3.2.1	Anforderungen und Schallabstrahlung durch den Baukörper	9
3.2.2	Schallemissionen der raumluftechnischen Anlage	10
3.2.3	Schallemissionen durch Personen im Freien	11
3.2.4	Geräuschemissionen durch Pkw	12
3.2.5	Geräuschemissionen durch abgehende Personen	12
4	Berechnung der Geräuschemissionen	14
4.1	Allgemeines	14
4.2	Berechnungsergebnisse	14
5	Qualität der Ergebnisse	16
6	Zusammenfassung	17
Anhang		18
A 1	Bestimmung des Schallleistungspegels von außenliegenden Quellen	18
A 2	Bestimmung des Schalleleistungspegels von Bauteilen	19
A 3	Ausbreitungsberechnungen	20
A 4	Tabellen	21

1 Situationsbeschreibung und Aufgabenstellung

Bei der Stadt Brühl besteht der dringende Bedarf eine bestehende, baulich mit vertretbarem Aufwand nicht mehr Instand zu setzende, Turnhalle auf dem Gelände der Clemens-August Schule zu erneuern. Aufgrund der gegebenen Nähe zur ebenfalls auf dem Gelände ansässigen Musikschule soll eine Mehrzweckhalle entstehen

Mit der Aufstellung des Bebauungsplanes Nr. 02.07 „Clemens-August-Straße, Linie 18, Liblarer Straße“ soll die planungsrechtliche Grundlage für dieses Vorhaben geschaffen werden. Das Gebiet wird als Gemeindebedarfsfläche ausgewiesen.

Gegenstand der vorliegenden Untersuchung ist die Beurteilung der durch die Nutzung der Mehrzweckhalle zu erwartenden Geräuschemissionen an der umliegenden Bestandsbebauung bzw. die Entwicklung und Dimensionierung von schalltechnischen Anforderungen nach deren Realisierung der Schutzanspruch der Nachbarschaft sichergestellt ist.

Bedingt durch den Umstand, dass die Mehrzweckhalle auch noch nach 22.00 Uhr betrieben werden soll, werden alle schalltechnischen bzw. baulichen Anforderungen durch den Betrieb im Beurteilungszeitraum nachts bestimmt. Da hierfür Maximalannahmen getroffen werden ist jegliche Nutzung innerhalb der Tageszeit zur sicheren Seite abgedeckt.

Die vorliegende Gutachterliche Stellungnahme dokumentiert die hierzu durchgeführten Berechnungen und Beurteilungen.

2 Grundlagen der Beurteilung

2.1 Vorschriften, Normen, Richtlinien, Literatur

Für die Berechnungen und Beurteilungen wurden benutzt:

- /1/ Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge BImSchG - Bundes-Immissionsschutzgesetz in der aktuellen Fassung
- /2/ Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm) vom 26. August 1998 GMBI. 1998 S. 503
- /3/ DIN ISO 9613-2, „Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien“, Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren, Oktober 1999
- /4/ DIN 18005 „Schallschutz im Städtebau“ Teil 1: Grundlagen und Hinweise für die Planung, Juli 2002
- /5/ DIN 45680, Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschemissionen in der Nachbarschaft, März 1997
- /6/ VDI 2714 „Schallausbreitung im Freien“, Januar 1988
- /7/ VDI 2719 „Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen“, August 1987
- /8/ VDI 3770 „Emissionskennwerte technischer Schallquellen - Sport- und Freizeitanlagen“, September 2012

2.2 Berechnungsgrundlagen

Zusätzlich wurden uns folgende Unterlagen zur Verfügung gestellt:

- /9/ Vom planenden StadtServiceBetrieb Brühl die Grundrisse, Schnitte und Ansichten der geplanten Mehrzweckhalle
- /10/ Vom Planungsamt der Stadt Brühl den Bebauungsplanentwurf

Die für die Berechnungen zu berücksichtigenden Geländehöhen und -verläufe sowie die im Umfeld liegenden Gebäude mit den jeweiligen Höhen wurden aus dem Datenbestand des Geoserver NRW in ein digitales Modell überführt und die Richtigkeit im Rahmen von Ortsbegehungen geprüft.

- /11/ Deutsche Grundkarte (DGK5)
Land NRW (2018) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0
(www.govdata.de/dl-de/by-2-0)
Datensatz (URI): <https://registry.gdi-de.org/id/de.nw/DENWDGK5>
- /12/ Digitales Geländemodell (DGM1)
Land NRW (2018) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0
(www.govdata.de/dl-de/by-2-0)
Datensatz (URI): <https://registry.gdi-de.org/id/de.nw/DGM1>
- /13/ Digitales Gebäudemodell (LOD1)
Land NRW (2018) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0
(www.govdata.de/dl-de/by-2-0)
Datensatz (URI): <https://registry.gdi-de.org/id/de.nw/3D-GM-LoD1>

2.3 Beurteilungsgrundlage

Im vorliegenden Fall ergibt sich durch die möglichen gemischten Nutzungen der „Mehrzweckhalle“ eine komplexe Beurteilungssituation für den Beurteilungszeitraum tags. Da die unterschiedlichen Lärmarten Sportlärm und Freizeitlärm in der Regel nicht kumuliert werden, wäre eine genaue Benennung der unterschiedlichen Nutzungen mit exakten Zeiten an Werktagen sowie an Sonn- und Feiertagen erforderlich. Diese Aussagen sind jedoch im Bebauungsplanverfahren noch nicht leistbar.

Wie bereits erläutert, erübrigt sich aber eine detaillierte Beurteilung der Tageszeit, da alle schalltechnischen Anforderungen vom im Folgenden pessimal betrachteten Nachtbetrieb abgedeckt sind. Die sowohl in der TA Lärm, in der Freizeitlärmrichtlinie als auch in der 18. BImSchV gleichlautende Beurteilungsgrundlage ist somit die lauteste volle Nachtstunde zwischen 22.00 und 06.00 Uhr.

Aussagen zur Geräuschsituation tags werden aus diesen Berechnungen zur sicheren Seite abgeleitet.

2.4 Immissionspunkte und Richtwerte

Hinsichtlich der Auswahl der Immissionspunkte ist die westlich des Vorhabens gelegene Bestandsbebauung an der Georg-Sandmann-Straße zu berücksichtigen. Für diese Bebauung besteht der Schutzanspruch eines Reinen Wohngebietes (WR) nach Nummer 6.1 e) TA Lärm. Durch das Vorhaben dürfen demnach folgende Richtwerte nicht überschritten werden:

tags	50 dB(A) und
nachts	35 dB(A)

Außerdem gilt gemäß TA Lärm der Richtwert als überschritten, wenn während der Tageszeit ein einzelnes Geräuschereignis den Richtwert um mehr als 30 dB(A) und nachts um mehr als 20 dB(A) überschreitet.

Die folgende Abbildung zeigt die Lage der betrachteten Immissionspunkte IP1 bis IP3.



Abb. 1 Lageplan ohne Maßstab

3 Geräuschemissionen

3.1 Vorgehensweise

Für die Berechnungen wird das Vorhaben auf Basis der zur Verfügung gestellten Unterlagen zunächst als dreidimensionales Modell aufgebaut. Gemäß den Angaben zu den üblichen Betriebsmodalitäten werden die Schallleistungspegel aller relevanten Schallquellen des Vorhabens berechnet und jeweils lagerichtig als Flächenquellen in das Modell eingefügt. Anhand dieses Modelldatensatzes erfolgen Schallausbreitungsberechnungen zur Bestimmung der anteiligen Immissionspegel durch einzelne Tätigkeiten oder Quellengruppen sowie des Gesamtpegels des Vorhabens.

Die folgende Abbildung zeigt eine Ansicht des erstellten Berechnungsmodells mit allen Emissionsquellen gemäß der aktuellen Planung.

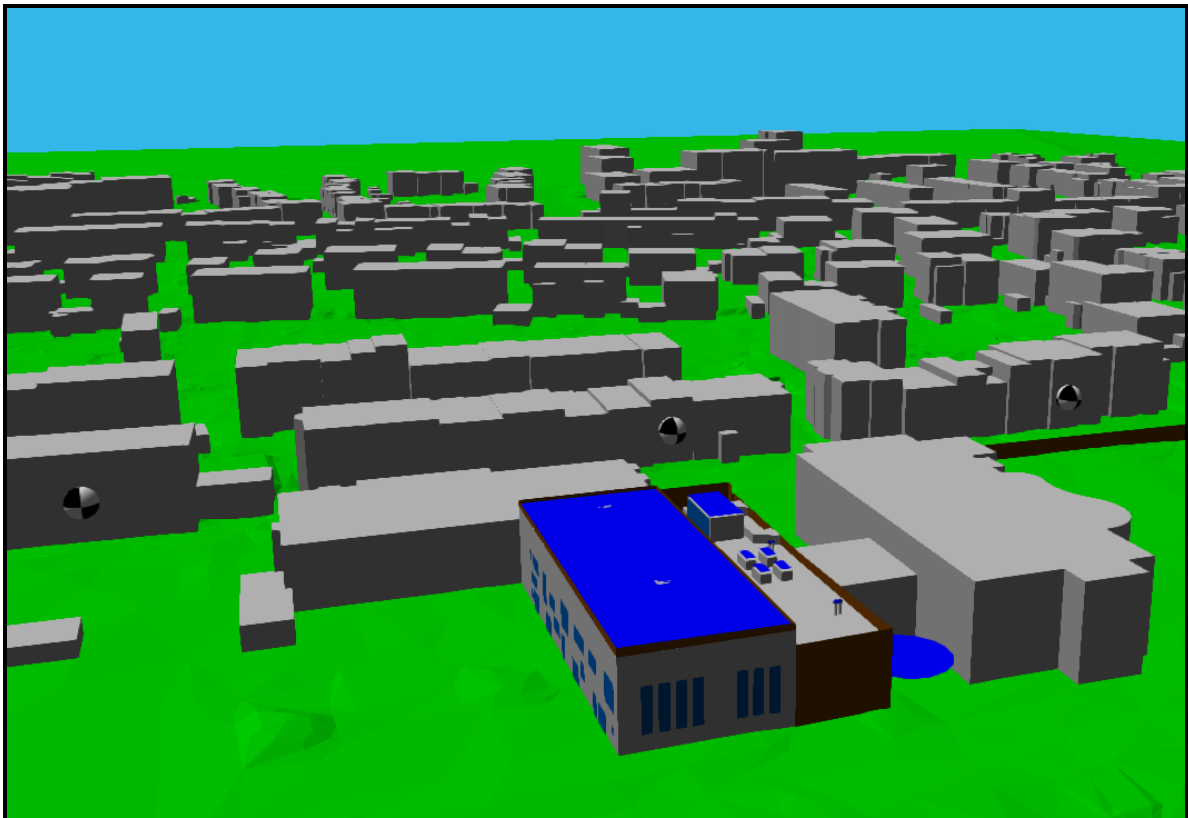


Abb. 2 Modellansicht aus Südosten mit allen Schallquellen

3.2 Zu berücksichtigende Schallquellen

3.2.1 Anforderungen und Schallabstrahlung durch den Baukörper

Für die Betrachtung der Schallabstrahlung der Mehrzweckhalle wird pessimal von einem mittleren Innenpegel von $L_{AFm} = 95 \text{ dB(A)}$ ausgegangen. Dieser Wert ist einerseits bei Konzertveranstaltungen mit mittleren Beschallungsanlagen realistisch zu erreichen und deckt andererseits alle übrigen denkbaren Nutzungen zur sicheren Seite ab. Der Innenpegel wird spektral mit einem basslastigen Oktavspektrum gemäß der folgenden Tabelle 3.2.1.1 berücksichtigt.

Tabelle 3.2.1.1 Ausgangsspektrum des Innenpegels

Bezeichnung	Typ	Oktavspektrum (dB(A))											
		Bew.	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	A	lin
Innenpegel Konzert	Li	A	53	69	78	87	90	91,0	86	79	67	95	102

Als relevant schallabstrahlende Flächen sind das geschlossen geplante Dach ohne Lichtkuppeln oder RWA-Anlagen, sämtliche Türen und Tore sowie alle Fensterflächen zu betrachten. Hierfür werden als Ergebnis einer umfangreichen Optimierungsberechnung durch Schallausbreitungsberechnungen gemäß Abschnitt 4 sowie dem letzten Planungsstand des BV folgende Bauschalldämm-Maße angenommen:

- Dach (massiv) $R'_w = 54 \text{ dB}$ spektral gemäß Tabelle 3.2.1.2
- Fensterflächen geschlossen $R'_w = 32 \text{ dB}$ spektral gemäß Tabelle 3.2.1.2
- Fluchttüren geschlossen $R'_w = 28 \text{ dB(A)}$

Tabelle 3.2.1.2 Spektrale Anforderungen an das Dach und die Fensterflächen

Bezeichnung	ID	Oktavspektrum (dB)									
		31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	R_w
Stahl-Kiesbeton 150 mm	R03	12	25	39	41	50	57	63	71	71	54
Isolierungsglas mit Luftfüllung 2cm HS - T 6	RB1053	10	15	19	21	31	36	32	32	32	32

Die beiden erforderlichen RWA-Klappen im Dach werden gemäß den Angaben der Planung mit einem Bauschalldämm-Maß von $R'_w = 35$ dB berücksichtigt.

3.2.2 Schallemissionen der raumluftechnischen Anlage

Die gesamten raumluftechnischen Anlagen bestehen nach dem für das vorliegende Gutachten letzten Planungsstand aus

- Einer Lüftungsanlage für die Halle
- Vier Tischkühlern für die geplanten Wärmepumpen
- jeweils zwei Zuluft und Abluftöffnungen über Dach

Für die Lüftungsanlagen und die Kühler lagen entsprechende Datenblätter vor. Die übrigen Lüftungsöffnungen wurden durch Schallausbreitungsberechnungen auf einen maximal zulässigen Schallleistungspegel begrenzt. Im Einzelnen werden den Berechnungen somit folgende Schallleistungspegel zugrunde gelegt:

- | | |
|--|------------------|
| - Lüftungsanlage Gehäuseabstrahlung | $L_w = 63$ dB(A) |
| - Lüftungsanlage kanalgeführte Zuluft seitlich | $L_w = 57$ dB(A) |
| - Lüftungsanlage kanalgeführte Fortluft seitlich | $L_w = 59$ dB(A) |
| - Kühler je | $L_w = 64$ dB(A) |
| - übrigen vier Lüftungsöffnungen je | $L_w = 65$ dB(A) |

Die vorgenannten Schallleistungspegel wurden jeweils lagerichtig als Punkt- oder Flächenquellen im Rechenmodell nachgebildet. Aus optischen Gründen ist auf dem niedrigeren Dach, auf dem die gesamte außenliegende Lüftungstechnik untergebracht werden soll an der Westseite eine Lärmschutzwand vorgesehen. Darüber wurde auf beiden Dächern die vorgesehene Attika berücksichtigt

Die folgende Abbildung zeigt die Anordnung der technischen Einrichtungen auf dem Dach als Modellansicht.

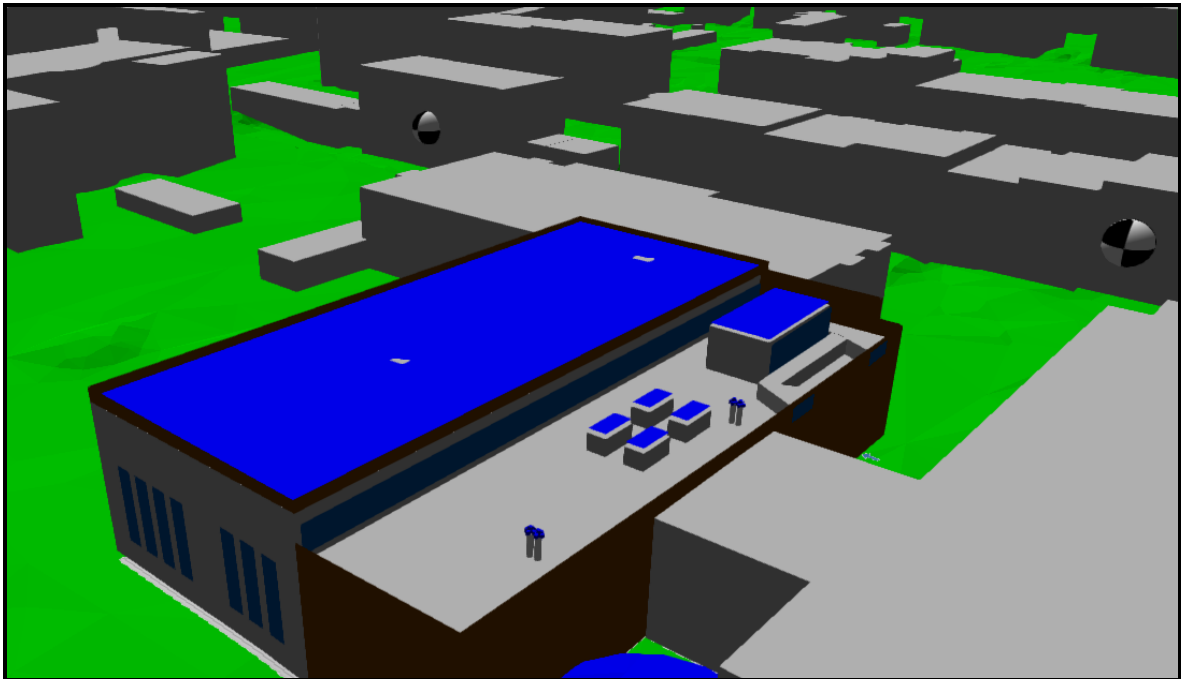


Abb. 3 Modellansicht der Lüftungstechnischen Anlagen

3.2.3 Schallemissionen durch Personen im Freien

Ausgelöst durch das Nichtraucherschutzgesetz wurde vielfach das Problem ausgelöst, dass sich im Freien aufhaltende Personen u. U. erhebliche Geräuschemissionen verursachen, die insbesondere in der Nachtzeit zu Anwohnerbeschwerden geführt haben. Die Geräuschemissionen von Menschen im Freien werden hilfsweise nach der VDI 3770, die bei der Beurteilung von Außengastronomie Anwendung findet, bewertet. Hierbei sind folgende Parameter zu berücksichtigen:

Quellenhöhe: 1,60 m

50% der anwesenden Gäste sprechen „gehoben“ mit $L_w = 70 \text{ dB(A)}$

Der Impulszuschlag K_I in Abhängigkeit der Anzahl n der an der Geräuschesituation beteiligten Personen berechnet sich nach der Beziehung

$$K_I = 9,5 \text{ dB} - 4,5 \cdot \lg(n) \text{ dB}$$

Für 20 Personen beträgt der Emissionspegel beispielsweise

$$L_w = 85,0 \text{ dB(A)}.$$

Innerhalb der Nachtzeit wird eine Einwirkzeit dieses Schallleistungspegels von 30 min in einer vollen Stunde eine realistische Situation abdecken. Im vorliegenden Fall werden 20 Personen vor dem gekennzeichneten Zugang berücksichtigt.

3.2.4 Geräuschemissionen durch Pkw

An dieser Stelle nicht dokumentierte Berechnungen zeigen eindeutig, dass eine Nutzung des dem Vorhaben benachbarten Schulhofes als Pkw Parkplatz aus schalltechnischer Sicht nicht möglich ist. Im Beurteilungszeitraum tags ist eine Nutzung dieser Fläche im Grunde darstellbar. Eine genauere Berechnung wird im Rahmen dieses Gutachten aber noch nicht durchgeführt, da hierzu derzeit noch entsprechende Detailangaben fehlen.

3.2.5 Geräuschemissionen durch abgehende Personen

Auf Wunsch des Rhein-Erft Kreises werden auch die abgehenden Personen nach Veranstaltungsende bewertet. Ohne an dieser Stelle auf die hierfür diskutierbaren Bewertungsgrundlagen einzugehen, wird folgender Ansatz getroffen.

Die nach einer Veranstaltung zu Fuß die Halle verlassenden Personen bewegen sich im öffentlichen Verkehrsraum zu gleichen Teilen nach Norden und nach Süden. Pro laufendem Meter Wegstrecke werden zwei Personen angenommen, die sich mit jeweils einem Schallleistungspegel von $L_w = 65 \text{ dB(A)}$ (Sprechen normal gemäß VDI 3770) unterhalten, wobei jeweils eine Person spricht und die andere zuhört. Mit Weglängen von 142 m nach Norden und 124 m nach Süden bis zu den jeweils nächsten Querstraßen werden somit gleichzeitig 532 Personen betrachtet.

Mit diesem Ansatz ergibt sich für die nördliche Strecke ein Schallleistungspegel von $L_w = 86,5 \text{ dB(A)}$ und für die südliche Strecke ein Wert von $L_w = 85,9 \text{ dB(A)}$. Beide Linienquellen werden pessimal mit einer Einwirkzeit von 30 min angenommen.

Die folgende Abbildung 4 zeigt die angenommenen Bewegungen.



Abb. 4 Angenommene Lage der abgehenden Besucher

4 Berechnung der Geräuschimmissionen

4.1 Allgemeines

Zur Berechnung der Schallimmissionen wird das EDV-Programm „CADNA/A“ Version 2018 eingesetzt. Es berücksichtigt die einschlägigen Regelwerke. Die Ausbreitungsrechnungen erfolgten entsprechend dem Verfahren nach Nummer A.2.3 („Detaillierte Prognose“) der TA-Lärm. Die Erfassung der Geräuschemissionen der einzelnen Schallquellen ist hierbei je nach Art der Schallquelle unterschiedlich. Das verwendete Berechnungsprogramm unterscheidet folgende Schallquellentypen:

- Punktquellen
- Linienquellen sowie
- senkrechte und waagerechte Flächenquellen

Die modellmäßige Darstellung der Schallquellen hängt von den Emissions- und Immissionsbedingungen jeder Schallquelle unter Berücksichtigung der einschlägigen Normen und Richtlinien ab. Im vorliegenden Fall treten im Wesentlichen Punktquellen sowie waagerechte und senkrechte Flächenquellen auf.

Reflexionen an Gebäuden werden berücksichtigt, wobei in der Regel ein Reflexionsverlust von -1dB angenommen wird. Lediglich die Reflexionen an der Fassade, für die der Mittelungspegel bestimmt wird, bleiben unberücksichtigt (Richtlinienkonformität). Die Höhen der Gebäude wurden bei der Ortsbegehung durch Augenschein ermittelt bzw. vorliegenden Unterlagen entnommen. Durch Schallausbreitungsrechnungen werden die anteiligen Immissionspegel aller Schallquellen berechnet. Im Anhang sind die Berechnungen der Emissionspegel der einzelnen Quellengruppen detaillierter erläutert.

4.2 Berechnungsergebnisse

Durch die gruppenweise energetische Addition einzelner Teilpegel lassen sich die akustischen Auswirkungen bestimmter Anlagenteile getrennt beurteilen. Im vorliegenden Fall werden die Schallabstrahlung des Baukörpers, die Außenquellen (Lüftungsanlage) sowie Personen im Freien unterschieden. Die nachfolgende Tabelle zeigt die entsprechenden Teilpegel sowie die sich hieraus ergebenden Summenpegel für die einzelnen Immissionspunkte.

Tabelle 4.2 Zusammenstellung der anteiligen Immissionspegel (Beurteilungspegel in der lautesten Stunde)

Quellengruppe	Beurteilungspegel nachts		
	IP 1 dB(A)	IP 2 dB(A)	IP 3 dB(A)
Baukörper	29,1	32,0	23,0
Lüftungsanlage	26,8	16,3	15,3
Personen (Raucher)	21,1	17,9	17,2
Gesamtsumme (gerundet)	32	32	25
Abgehende Personen *	31,0	32,2	23,3
Richtwert	35	35	35

* Die Geräuschimmissionen dieser angenommenen Quellengruppe fallen in der Regel nicht mit der Veranstaltung zusammen und sind daher separat zu betrachten.

5 Qualität der Ergebnisse

Die den Berechnungen zugrunde gelegten Ansätze der Schallemissionen sind Maximalansätze zur sicheren Seite. Sie beruhen überwiegend auf Messergebnissen aus Reihenuntersuchungen.

Alle Berechnungen erfolgten richtlinienkonform unter Verwendung eines dreidimensionalen Modells des gesamten Standortes und der Umgebung. Abschirmungen, Teilabschirmungen und Reflexionen können nach dem derzeitigen Stand der Technik nicht exakter berücksichtigt werden. Alle Pläne wurden maßstäblich eingebunden. Die Höhen und die Lage der einzelnen Lärmquellen wurden während der Eingabe ständig durch die Modelansicht oder ein Drahtmodell kontrolliert. Fehler in Form von falschen Quellen- oder Immissionspunktlagen sind damit auszuschließen.

6 Zusammenfassung

Im Zuge der Aufstellung des Bebauungsplanes 02.07 „Clemens-August-Straße, Linie 18, Liblarer Straße“ wurden die zu erwartenden Geräuschimmissionen durch die Nutzung einer Veranstaltungshalle berechnet. Die auf Basis eines dreidimensionalen Rechenmodells durchgeführten Berechnungen zeigen, dass die Immissionsrichtwerte in der alle baulichen und schalltechnischen Anforderungen bestimmenden Nachtzeit eingehalten werden können.

Aufgrund des hohen Schutzanspruchs eines Reinen Wohngebietes in der benachbarten Wohnbebauung waren für die beurteilte Pessimalsituation innerhalb der Nachtzeit verhältnismäßig hohe schalltechnische Anforderungen an den Baukörper und die Außenquellen zu stellen. Da im vorliegenden Fall nicht nur die Höhe des in der Halle durch elektroakustische Beschallungsanlagen verursachter Innenpegel ($L_i = 95 \text{ dB(A)}$), sondern auch dessen spektrale Zusammensetzung entscheidend ist wird in letzter Konsequenz empfohlen, die fest zu installierende Beschallungsanlage in jedem Fall einzumessen und ggf. zu begrenzen.

Aufgrund des Umstandes, dass sich alle Anforderungen auf die lauteste volle Nachtstunde beziehen werden sich im Beurteilungszeitraum tags aufgrund des sechzehnständigen Beurteilungszeitraums selbst bei gleichen Emissionsbedingungen immer deutlich geringere Beurteilungspegel als in Tabelle 4.2 dargestellt ergeben. Die Einhaltung der nach TA Lärm 15 dB(A) höheren (nach Freizeitlärmrichtlinie in den Ruhezeiten noch 10 dB(A) höheren) Richtwerte innerhalb der Tageszeit ist somit in jedem Fall und bei jeder Beurteilungsvariante sichergestellt.

Überschreitungen der zulässigen Spitzenpegel durch die technische Ausrüstung der Veranstaltungshalle sind nicht zu erwarten. Die Rahmenbedingungen gemäß DIN 45680 müssen ggf. durch die Einmessung der Beschallungsanlage gewürdigt werden.

Köln, den 30.11.2018

ACCON Köln GmbH

Der Sachverständige

Dipl.-Ing. Manfred Weigand

Anhang

A 1 Bestimmung des Schallleistungspegels von außenliegenden Quellen

Die Schallleistung außenliegender Quellen wird in der Regel nach DIN 45635 „Geräuschmessung an Maschinen – Hüllflächenverfahren“ bzw. der DIN EN ISO 3744 nach der Beziehung

$$L_w = L_m + 10 \cdot \lg (S/S_o)$$

mit

L_w = Schallleistungspegel der Quelle

L_m = Messflächenschalldruckpegel

S = Hüllfläche (Messfläche) in m^2

S_o = Bezugsfläche = $1 m^2$

bestimmt. Alle Pegel sind A-bewertet.

Hierbei erfolgt die Messung des mittleren Messflächenschalldruckpegels durch ein automatisch integrierendes Messgerät auf einer Hüllfläche um die Quelle. Im vorliegenden Fall werden die Schallleistungspegel gemäß den herangezogenen Studien direkt bestimmt.

Schallquellen werden allgemein als Punktquellen betrachtet. Quellen mit einer größeren Ausdehnung werden entweder als Linienquellen oder als Flächenquellen nachgebildet. Entsprechend dem Abstandskriterium der DIN ISO 9613-2 erfolgt die Zerlegung in ausreichend kleine Teilschallquellen, die wiederum als Punktschallquellen betrachtet werden, zur Laufzeit des Rechenprogramms.

Der Schallleistungspegel kann entweder als Gesamtschallleistungspegel einer Schallquelle angegeben werden oder bei Linienschallquellen als längenbezogener Schallleistungspegel L_w' in dB(A)/m bzw. bei Flächenschallquellen als flächenbezogener Schallleistungspegel L_w'' in dB(A)/ m^2 . Der Zusammenhang zwischen Gesamtschallleistungspegel und längenbezogenem Schallleistungspegel bzw. flächenbezogenem Schallleistungspegel lautet:

$$L_w = L_w' + 10 \cdot \lg (l/1m)$$

$$L_w = L_w'' + 10 \cdot \lg (S/1m^2)$$

A 2 Bestimmung des Schallleistungspegels von Bauteilen

Der Schallleistungspegel L_w von Bauteilen wird ausgehend von dem mittleren Pegel L_i , der sich innen vor dem jeweiligen Bauteil einstellt bestimmt. Hierbei erfolgt die Messung des mittleren Innenschalldruckpegels durch ein automatisch integrierendes Messgerät entlang den Raumbegrenzungsflächen. Bei Prognosen wird der zu erwartende Innenpegel aus Vergleichsmessungen oder Literaturangaben entsprechend angesetzt. Der für die Berechnungen zugrundegelegte Innenpegel ist in der Spalte „ L_i “ der Tabellen im Anhang A 4 zu entnehmen.

Die Schallleistungspegel L_w der Bauteile werden nach VDI 2571 nach der Beziehung

$$L_w = L_a + 10 \cdot \lg (S/S_o) \text{ [dB(A)]}$$

berechnet. Dabei wird der Außenpegel L_a bei der Rechnung in einzelnen Oktavbändern aus dem Innenpegel L_i nach

$$L_a = L_i - R' - 6 \text{ [dB]}$$

bzw. bei der Rechnung mit „A“-bewerteten Mittelwerten wie im vorliegenden Fall nach

$$L_a = L_i - R'_w - 4 \text{ [dB(A)]}$$

bestimmt. Dabei sind

L_i = der mittlere Innenpegel

L_a = der Außenpegel

S = Fläche des Bauteils in m^2

S_o = Bezugsfläche = 1 m^2

R' = Bauschalldämmmaß des Bauteils

R'_w = bewertetes Bauschalldämmmaß des Bauteils

wobei die Schallpegelabnahme vom Übergang eines diffusen Schallfeldes in ein freies Schallfeld durch die Faktoren -6 dB bzw. -4 dB(A) berücksichtigt wird.

Schallquellen werden allgemein als Punktquellen betrachtet. Quellen mit einer größeren Ausdehnung werden entweder als Linienquellen oder als Flächenquellen nachgebildet. Entsprechend dem Abstandskriterium der VDI 2714 erfolgt die Zerlegung zur Laufzeit des Rechenprogrammes in ausreichend kleine Teilschallquellen, die wiederum als Punktschallquellen betrachtet werden. Die in die Berechnungen eingegangenen Schallquellen sind zusammenfassend im Tabellenteil des Anhanges aufgeführt.

A 3 Ausbreitungsberechnungen

Die Berechnungen der vorliegenden Gutachterlichen Stellungnahme erfolgten mit dem Programmsystem Cadna/A der Firma DataKustik (Version 2018). Mit diesem Rechenprogramm werden die Berechnungen streng richtlinienkonform anhand eines dreidimensionalen Computermodells durchgeführt. Die erforderliche Zerlegung in einzelne punktförmige Teilschallquellen in Abhängigkeit der Abstandsverhältnisse erfolgt zur Laufzeit automatisch. Aus diesem Grund entstehen sehr große Datenmengen, deren vollständige Dokumentation den Umfang dieses Berichtes so erhöhen würde, so dass auf eine Wiedergabe verzichtet wird.

Nachfolgend sind die den Berechnungen zugrunde liegenden Schallleistungspegel und die berechneten Teilimmissionspegel dokumentiert.

A 4 Tabellen

Tabelle A 4.1 Punktquellen

Bezeichnung	ID	Lw / Li		Korrektur		Schalldämmung		Einwirkzeit			Ko	Lw	
		Typ	Wert	Tag	Nacht	R	Fläche	a. Rz.	i. Rz.	Nacht		Tag	Nacht
			dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB	m²	min	min	min		dB(A)	dB(A)
Abluft EG	!0001!	Lw	65	0,0	0,0			780	180	60	0,0	65,0	65,0
Zuluft EG	!0001!	Lw	65	0,0	0,0			780	180	60	0,0	65,0	65,0
Abluft 1. OG	!0001!	Lw	65	0,0	0,0			780	180	60	0,0	65,0	65,0
Zuluft 1.OG	!0001!	Lw	65	0,0	0,0			780	180	60	0,0	65,0	65,0

Tabelle A 4.2 Linienquellen

Bezeichnung	ID	Lw / Li		Korrektur		Schalldämmung		Einwirkzeit			Ko	Lw		Lw'	
		Typ	Wert	Tag	Nacht	R	Länge	a. Rz.	i. Rz.	Nacht		Tag	Nacht	Tag	Nacht
Abgehende Personen Süd	!0003!	Lw'	65	0,0	0,0			0	0	30	0,0	85,9	85,9	65,0	65,0
Abgehende Personen Nord	!0003!	Lw'	65	0,0	0,0			0	0	30	0,0	86,5	86,5	65,0	65,0

Tabelle A 4.3 Flächenquellen horizontal

Bezeichnung	ID	Lw / Li		Korrektur		Schalldämmung		Einwirkzeit			Ko	Lw	
		Typ	Wert	Tag	Nacht	R	Fläche	a. Rz.	i. Rz.	Nacht		Tag	Nacht
			dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB	m²	min	min	min		dB(A)	dB(A)
Lüftungsanlage Dach	!0001!	Lw	58	0,0	0,0			780	180	60	0,0	58,0	58,0
Dachfläche	!0000!	Li	P003	0,0	0,0	R03	610	780	180	60	0,0	71,6	71,6
Personen im Freien (20 Personen)	!0002!	Lw	85	0,0	0,0			780	180	60	0,0	85,0	85,0
RWA	!0000!	Li	95	0,0	0,0	35	1,5	780	180	60	0,0	58,0	58,0
RWA	!0000!	Li	95	0,0	0,0	35	1,5	780	180	60	0,0	58,0	58,0
WP Kühler 1	!0001!	Lw	64	0,0	0,0			780	180	60	0,0	64,0	64,0
WP Kühler 3	!0001!	Lw	64	0,0	0,0			780	180	60	0,0	64,0	64,0
WP Kühler 2	!0001!	Lw	64	0,0	0,0			780	180	60	0,0	64,0	64,0
WP Kühler 4	!0001!	Lw	64	0,0	0,0			780	180	60	0,0	64,0	64,0

Tabelle A 4.4 Flächenquellen vertikal

Bezeichnung	ID	Lw / Li		Korrektur		Schalldämmung		Einwirkzeit			Ko	Lw	
		Typ	Wert	Tag	Nacht	R	Fläche	a. Rz.	i. Rz.	Nacht		Tag	Nacht
			dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB	m²	min	min	min		dB(A)	dB(A)
Flügeltür 1 SS	!0000!	Li	95	0,0	0,0	28	5,38	780	180	60	3,0	70,3	70,3
Flügeltür 2 SS	!0000!	Li	95	0,0	0,0	28	5,00	780	180	60	3,0	70,0	70,0
Flügeltür 3 SS	!0000!	Li	95	0,0	0,0	28	5,00	780	180	60	3,0	70,0	70,0
Flügeltür 4 SS	!0000!	Li	95	0,0	0,0	28	5,00	780	180	60	3,0	70,0	70,0
Fenster OS	!0000!	Li	95	0,0	0,0	25	4,40	780	180	60	3,0	72,4	72,4
Fenster NS	!0000!	Li	P003	0,0	0,0	RB1053	59,12	780	180	60	3,0	79,6	79,6
Fenster 1 SS	!0000!	Li	P003	0,0	0,0	RB1053	1,00	780	180	60	3,0	61,9	61,9
Fenster 2 SS	!0000!	Li	P003	0,0	0,0	RB1053	1,00	780	180	60	3,0	61,9	61,9
Fenster 3 SS	!0000!	Li	P003	0,0	0,0	RB1053	3,30	780	180	60	3,0	67,1	67,1
Fenster 4 SS	!0000!	Li	P003	0,0	0,0	RB1053	4,13	780	180	60	3,0	68,1	68,1
Fenster 5 SS	!0000!	Li	P003	0,0	0,0	RB1053	5,28	780	180	60	3,0	69,1	69,1
Fenster 6 SS	!0000!	Li	P003	0,0	0,0	RB1053	3,75	780	180	60	3,0	67,6	67,6
Fenster 7 SS	!0000!	Li	P003	0,0	0,0	RB1053	3,75	780	180	60	3,0	67,6	67,6

Tabelle A 4.4 Flächenquellen vertikal

Bezeichnung	ID	Lw / Li		Korrektur		Schalldämmung		Einwirkzeit			Ko	Lw	
		Typ	Wert	Tag	Nacht	R	Fläche	a. Rz.	i. Rz.	Nacht		Tag	Nacht
			dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB	m²	min	min	min		dB(A)	dB(A)
Fenster 9 SS	!0000!	Li	P003	0,0	0,0	RB1053	8,25	780	180	60	3,0	71,1	71,1
Fenster 8 SS	!0000!	Li	P003	0,0	0,0	RB1053	3,16	780	180	60	3,0	66,9	66,9
Fenster 10 SS	!0000!	Li	P003	0,0	0,0	RB1053	5,76	780	180	60	3,0	69,5	69,5
Fenster 11 SS	!0000!	Li	P003	0,0	0,0	RB1053	2,38	780	180	60	3,0	65,7	65,7
Fenster 14 SS	!0000!	Li	P003	0,0	0,0	RB1053	8,25	780	180	60	3,0	71,1	71,1
Fenster 12 SS	!0000!	Li	P003	0,0	0,0	RB1053	4,00	780	180	60	3,0	67,9	67,9
Fenster 13 SS	!0000!	Li	P003	0,0	0,0	RB1053	2,70	780	180	60	3,0	66,2	66,2
Fenster 15 SS	!0000!	Li	P003	0,0	0,0	RB1053	0,64	780	180	60	3,0	60,0	60,0
Fenster OS	!0000!	Li	95	0,0	0,0	25	4,40	780	180	60	3,0	72,4	72,4
Fenster OS	!0000!	Li	95	0,0	0,0	25	4,40	780	180	60	3,0	72,4	72,4
Fenster OS	!0000!	Li	95	0,0	0,0	25	4,40	780	180	60	3,0	72,4	72,4
Fenster OS	!0000!	Li	95	0,0	0,0	25	4,40	780	180	60	3,0	72,4	72,4
Fenster OS	!0000!	Li	95	0,0	0,0	25	4,40	780	180	60	3,0	72,4	72,4

Tabelle A 4.4 Flächenquellen vertikal

Bezeichnung	ID	Lw / Li		Korrektur		Schalldämmung		Einwirkzeit			Ko	Lw	
		Typ	Wert	Tag	Nacht	R	Fläche	a. Rz.	i. Rz.	Nacht		Tag	Nacht
			dB(A)	dB(A)	dB(A)			min	min	min		dB(A)	dB(A)
Fenster OS	!0000!	Li	95	0,0	0,0	25	4,40	780	180	60	3,0	72,4	72,4
Lüftunggsanlage NS	!0001!	Lw	58	0,0	0,0			780	180	60	3,0	58,0	58,0
Lüftunggsanlage SS	!0001!	Lw	58	0,0	0,0			780	180	60	3,0	58,0	58,0
Zuluft Lüftungsanlage	!0001!	Lw	57	0,0	0,0			780	180	60	3,0	57,0	57,0
Abluft Lüftungsanlage	!0001!	Lw	59	0,0	0,0			780	180	60	3,0	59,0	59,0

Tabelle A 4.5 Teilpegel

Quelle Bezeichnung	Teilpegel in dB(A)			
	ID	IP1 Nacht	IP2 Nacht	IP3 Nacht
Abluft EG	!0001!	17,5	7,1	6,2
Zuluft EG	!0001!	17,8	7,1	6,1
Abluft 1. OG	!0001!	15,9	6,6	5,5
Zuluft 1.OG	!0001!	15,6	6,5	5,6
Abgehende Personen Süd	!0003!	19,8	30,4	14,6
Abgehende Personen Nord	!0003!	23,8	15,3	30,4
Lüftungsanlage Dach	!0001!	10,1	5,2	1,0
Dachfläche	!0000!	18,9	17,3	13,4
Personen im Freien (20 Personen)	!0002!	21,1	17,9	17,2
RWA	!0000!	9,4	6,8	3,5
RWA	!0000!	5,3	6,2	-1,7
WP Kühler 1	!0001!	13,7	5,4	4,9
WP Kühler 3	!0001!	11,3	4,7	5,2
WP Kühler 2	!0001!	14,5	5,1	4,8
WP Kühler 4	!0001!	11,1	4,5	4,9
Flügeltür 1 SS	!0000!	6,5	17,5	0,3
Flügeltür 2 SS	!0000!	5,5	19,8	-0,2
Flügeltür 3 SS	!0000!	4,4	20,8	-0,6
Flügeltür 4 SS	!0000!	4,7	21,2	6,3
Fenster OS	!0000!	5,6	11,7	2,9
Fenster NS	!0000!	28,2	21,0	21,6
Fenster 1 SS	!0000!	-3,4	3,7	-8,5
Fenster 2 SS	!0000!	-1,2	9,7	-6,1
Fenster 3 SS	!0000!	2,5	12,8	-2,8
Fenster 4 SS	!0000!	4,4	18,0	-1,1

Tabelle A 4.5 Teilpegel

Quelle Bezeichnung	Teilpegel in dB(A)			
	ID	IP1 Nacht	IP2 Nacht	IP3 Nacht
Fenster 5 SS	!0000!	5,4	19,5	-1,0
Fenster 6 SS	!0000!	3,1	17,9	-2,8
Fenster 7 SS	!0000!	1,7	15,9	-3,8
Fenster 9 SS	!0000!	5,9	22,2	0,7
Fenster 8 SS	!0000!	0,1	13,8	-4,9
Fenster 10 SS	!0000!	3,7	21,5	0,7
Fenster 11 SS	!0000!	-1,6	14,5	-4,6
Fenster 14 SS	!0000!	3,8	22,7	1,8
Fenster 12 SS	!0000!	1,5	19,0	-0,6
Fenster 13 SS	!0000!	-2,0	14,2	-4,9
Fenster 15 SS	!0000!	-8,7	7,9	-11,1
Fenster OS	!0000!	5,6	10,0	2,3
Fenster OS	!0000!	5,4	9,1	2,4
Fenster OS	!0000!	5,4	8,4	2,5
Fenster OS	!0000!	5,5	8,0	2,7
Fenster OS	!0000!	5,5	7,7	2,8
Fenster OS	!0000!	5,6	7,5	2,8
Lüftunggsanlage NS	!0001!	11,2	5,0	1,5
Lüftunggsanlage SS	!0001!	6,1	0,6	0,3
Zuluft Lüftungsanlage	!0001!	19,6	2,6	1,0
Abluft Lüftungsanlage	!0001!	19,8	1,5	0,3