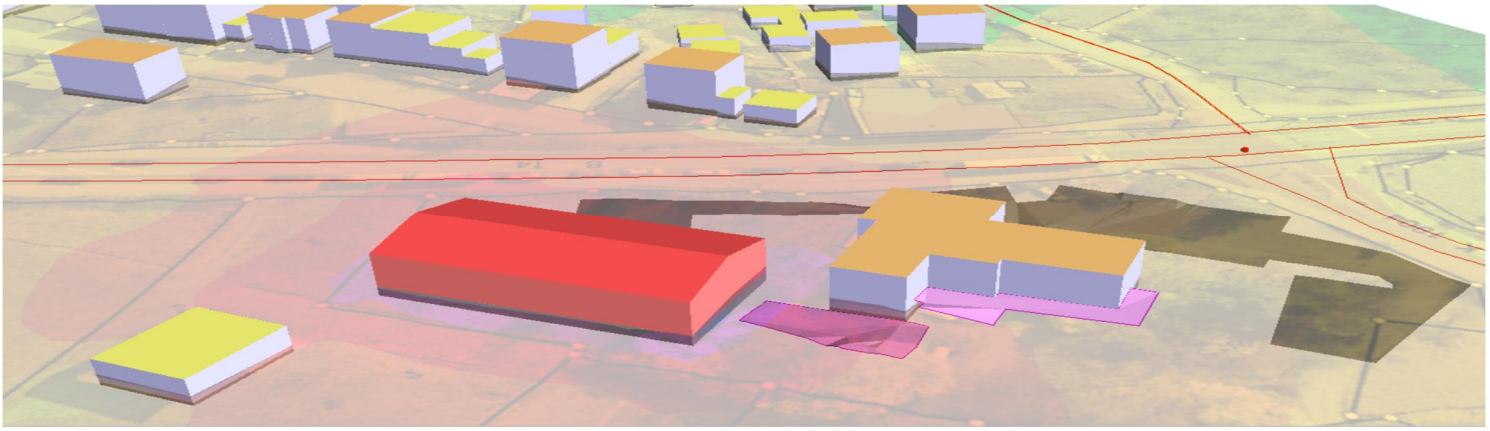
SoundPLAN GmbH

Ingenieurbüro für
Softwareentwicklung
Lärmschutz
Umweltplanung



Lärmschutzuntersuchung zur geplanten McArena in Backnang Strümpfelbach

23-GS-023

Datum: 24. April 2023

Lärmschutzuntersuchung zur geplanten McArena in Backnang Strümpfelbach

Projekt Nr.: 23-GS-023

Datum 24. April 2023

Auftraggeber:

Murrtal Werte GmbH
Schillerstraße 34
71522 Backnang

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. Gert Braunstein

Qualitätssicherung

Dipl.-Ing. Marco Schlich

SoundPLAN GmbH
Etzwiesenberg 15 | 71522 Backnang
Tel.:+49 (0) 7191 / 9144 -0 | Fax:+49 (0) 7191 / 9144 -24
GF: Dipl.-Math. (FH) Michael Gille | Dipl.-Ing. (FH) Jochen Schaal
HRB Stuttgart 749021 | mail@soundplan.de | www.soundplan.de
Qualitätsmanagement zertifiziert nach DIN EN ISO 9001:2015

INHALTSVERZEICHNIS

1 AUFGABENSTELLUNG 4

2 VERWENDETE UNTERLAGEN 5

3.5 Sportanlagenlärmschutzverordnung 8
3.6 DIN 4109 9
3.7 Ausgewählte Beurteilungsrichtlinie 10

4 BERECHNUNGSGRUNDLAGEN 10

4.1 Betriebszeiten 10
4.2 Bestimmung des Pegels an den Austrittsöffnungen der McArena 11
4.3 Emissionen vom Parkplatz 12
4.4 Emissionen von der Außengastronomie 13
4.5 Emissionen von den umgebenden Straßen 13

5 BERECHNUNG DER SCHALLAUSBREITUNG 14

6 BEURTEILUNGSPEGEL AUS GASTSTÄTTE UND MCARENA 14

7 KONZEPTION VON SCHALLSCHUTZMAßNAHMEN 15

7.1 Schließen von Gebäudeseiten der McArena 15
7.2 Verzicht auf Nachtbetrieb der McArena 17
7.3 Lautsprecherbetrieb in der McArena 18
7.4 Seltene Ereignisse 18

8 FASSADENPEGEL DER WOHNUNG ÜBER DER GASTSTÄTTE 19

8.1 Verkehrslärm von den öffentlichen Straßen 19
8.2 Lärm von den Schallquellen der McArena und Gastronomie 19
8.3 Maßgeblicher Außenlärmpegel L_a an den Fassaden der geplanten Wohnung im 1. OG 20

9 ZUSAMMENFASSUNG UND EMPFEHLUNGEN 22

10 LITERATUR 23

1 Aufgabenstellung

In Backnang Strümpfelbach soll auf dem bisherigen Grundstück der Gaststätte Germania eine Freiluftsporthalle (McArena) und ein Gastronomiebetrieb entstehen. Die geplante McArena ist eine Einfeldhalle. Wie aus der Betriebsbeschreibung hervorgeht, entspricht sie einem Sportfeld mit Dach, das witterungsunabhängig betrieben werden kann. Die McArena soll mit LED-Beleuchtung im Dachtragwerk, Anzeigentafel, Audiosystem und eine Torschuss-Geschwindigkeitsmessung ausgestattet werden.

Das Grundstück liegt verkehrsgünstig an der B 14. Auf der gegenüberliegenden Straßenseite der B14 befinden sich Wohngebäude in einem Mischgebiet. Das nächstgelegene Wohngebäude Kieshofstraße 6 hat einen Abstand von ca. 42 m zur geplanten McArena.

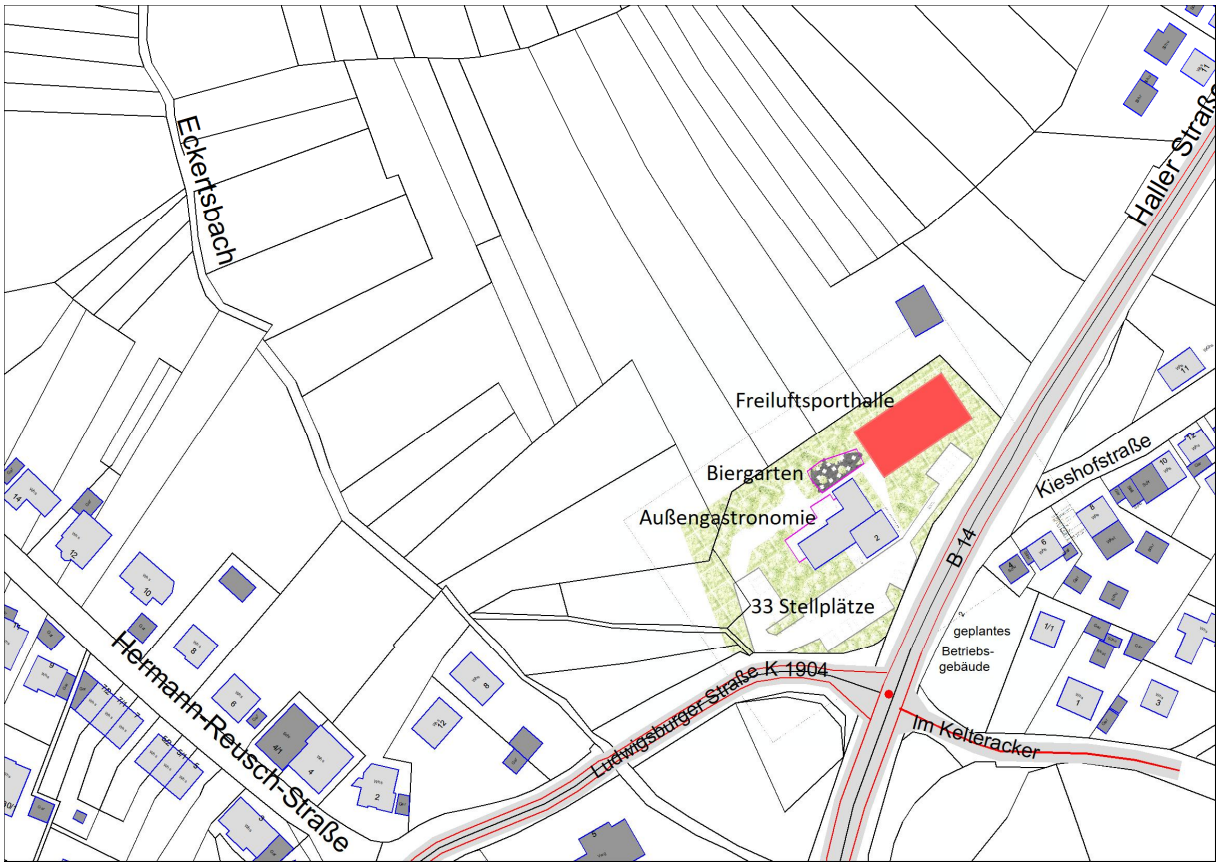


Abb. 1: Übersicht

Unsere Aufgabe besteht darin, die Emissionen zu ermitteln, die von der McArena, der Gastronomie und von den Stellplätzen ausgehen, sowie die Pegel an den maßgeblichen Schallempfangspunkten berechnen und bewerten. Da im 1. OG des Gaststättengebäudes eine Wohnung untergebracht werden soll, sind im Rahmen des Bebauungsplans die Gesamtimmissionen einschließlich des Verkehrslärms zu ermitteln und falls notwendig Festsetzungen für den Bebauungsplan vorzuschlagen.

Das Baurecht soll mit einem Sondergebiet auf der Basis eines Bebauungsplans realisiert werden.

Auf dem Grundstück Kieshofstraße 2 wurde vor Kurzem ein älteres Gebäude abgerissen. Auf diesem Grundstück ist ein Betriebsgebäude mit Lagerräumen und Werkstatt geplant. Der Montageanteil vor Ort ist relativ gering. Die hauptsächliche Montagearbeit geschieht nach Aussage des Bauherrn auf den Baustellen. Nach Einschätzung des Baurechtsamts der Stadt Backnang ist der Betrieb so im Mischgebiet zulässig. Da das Gebäude voraussichtlich von Süden her erschlossen wird, kann die

Vorbelastung auf die Wohngebäude, die vom Lärm aus dem Betriebsgrundstück der McArena tangiert werden, vernachlässigt werden.

2 Verwendete Unterlagen

1. KUESTNER ARCHITEKTEN, Umbau & Anbau an bestehende Gastronomie "Germania" - Neubau McArena, Übersichtsplan - Grundriss EG vom 07.11.2022 mit Stellplatzberechnung und Betriebsbeschreibung
2. SGS-TÜV Saar GmbH, Schalltechnisches Gutachten zu den Geräuschemissionen und -immissionen durch die Freiluft-Sporthallen der McArena GmbH, Geräuschmessungen an einer bestehenden Freilufthalle in Schorndorf vom 23.05.2017, Auftrag Nr.: 4140932
3. Stadt Backnang, Auszug aus der Stadtkarte vom 16.03.2023 (Stand der Basisinformationen 07.10.2021)
4. Stadt Backnang, Bebauungsplan mit örtlichen Bauvorschriften „Eichwald, Wacholderholz“, Planbereich 12/04/9 vom 25.09.2002/21.11.2002
5. Staatliches Vermessungsamt Backnang, Lageplan mit Festsetzung von Baulinien entlang VicWeg 2/1 nach Jux (heute Hermann-Reusch-Straße) vom 8.November 1950
6. Modellrechnungen mit dem Programm SoundPLAN, Version 9.0 auf der Basis der Ausbreitungsberechnungen der ISO 9613/2 [12] für die Anlagen und RLS-19 [11] für den Straßenlärm
7. BS-Ingenieure Ludwigsburg im Auftrag des Regierungspräsidiums Stuttgart, Verkehrsuntersuchung B 14 Umfahrung Oppenweiler-Fortschreibung 2021, Verkehrskennwerte für schalltechnische Berechnungen nach RLS-19, Bezugsfall - Prognose 2035, Vorabzug

3 Beurteilungsgrundlagen und Rechenvorschriften

3.1 Rechtliche Grundlagen – BauGB und BImSchG

Gemäß §2 Baugesetzbuch (BauGB) [1] ist bei der Aufstellung von Bebauungsplänen eine Umweltprüfung durchzuführen, um die Belange des Naturschutzes angemessen berücksichtigen zu können. Es sollen erhebliche Umweltauswirkungen, soweit vorhersehbar, ermittelt und bewertet werden. Akustische Immissionen sind ein Teil dieser Umweltauswirkungen. Es gilt hier das Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) [3].

Der Zweck des BImSchG ist es, *„Menschen, Tiere und Pflanzen, den Boden, das Wasser, die Atmosphäre sowie Kultur- und sonstige Sachgüter vor schädlichen Umwelteinwirkungen zu schützen und dem Entstehen schädlicher Umwelteinwirkungen vorzubeugen.“* (§1.1)

„Schädliche Umwelteinwirkungen“ sind definiert als *„Immissionen, die nach Art, Ausmaß oder Dauer geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit oder die Nachbarschaft herbeizuführen.“* (§3.1)

Für eine Beurteilung, ob die vorherrschenden Geräuscheinwirkungen als „schädlich“ einzustufen sind, gelten verschiedene weitergehende Verordnungen. Diese sind u.a.:

die DIN 18005 für die städtebauliche Planung [4]

die 16.BImSchV für die Lärmvorsorge bei Straßenneubauten [4]

die TA Lärm für die Genehmigung und den Betrieb von Anlagen [6]

die Sportanlagenlärmschutzverordnung (18.BImSchV) [7]

3.2 DIN 18005

Hinweise zur Berücksichtigung des Schallschutzes in der städtebaulichen Planung gibt die DIN 18 005, Schallschutz im Städtebau [4] für Geräusche von Verkehrslärmquellen und Quellen des Anlagenlärms.

In der DIN 18005, Beiblatt 1, sind die Zielvorstellungen in der städtebaulichen Planung als schalltechnische Orientierungswerte für Geräuschimmissionen für die verschiedenen schutzbedürftigen Nutzungen angegeben. Sie sind entsprechend der Nutzungen aus dem Baugesetzbuch und der Baunutzungsverordnung (BauNVO) [2] (z. B. Bauflächen, Baugebiete, sonstige Flächen) differenziert.

Baugebiet	Verkehrslärm		Industrie-, Gewerbe und Freizeitlärm sowie Geräusche von vergleichbaren öffentlichen Anlagen	
	L_r dB		L_r dB	
	tags	nachts	tags	Nachts
Reine Wohngebiete (WR)				
Allgemeine Wohngebiete (WA), Kleinsiedlungsgebiete (WS), Wochenend-hausgebiete, Ferienhausgebiete, Campingplatzgebiete	50	40	50	35
Friedhöfe, Kleingartenanlagen, Parkanlagen	55	45	55	40
Besondere Wohngebiete (WB)	60	45	60	40
Dorfgebiete (MD), Dörfliche Wohngebiete (MDW), Mischgebiete (MI), Urbane Gebiete (MU	60	50	60	45
Kerngebiete (MK)	63	53	60	45
Gewerbegebiete (GE)	45 bis 65	40 bis 65	45 bis 65	35 bis 65
Sonstige Sondergebiete (SO) sowie Flächen für den Gemeinbedarf, soweit sie schutzbedürftig sind, je nach Nutzungsart				
Industriegebiete (GI)	-	-	-	-

Tabelle 1 Orientierungswerte der DIN 18005, Beiblatt 1

Die schalltechnischen Orientierungswerte sind keine Grenzwerte, die strikt einzuhalten sind. Sie sind als sachverständige Konkretisierung der Anforderungen an den Schallschutz aufzufassen und stellen ein städtebauliches Qualitätsziel dar, das nicht mit Schwellenwerten für gesundheitliche Beeinträchtigungen oder gesetzlichen Grenzwerten gleichzusetzen ist. Wenn konkurrierende städtebauliche Belange es erfordern, kann nach geltender Rechtsprechung, eine Überschreitung der schalltechnischen Orientierungswerte bei sachgerechter städtebaulicher Begründung Akzeptanz finden. Der Ermessensspielraum kann durch andere Verordnungen, wie beispielsweise der TA Lärm, begrenzt werden.

3.3 16. BImSchV

Gemäß Bundesimmissionsschutzgesetz [3] ist für den Neubau oder die wesentliche Änderung von Verkehrswegen die 16. BImSchV [5] heranzuziehen. Diese Verordnung ist mittlerweile auch für Bebauungsplanverfahren von Bedeutung, da sie eine Obergrenze für die Abwägung darstellt.

In §2 der 16.BImSchV sind zum Schutz der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen folgende Immissionsgrenzwerte hinterlegt. Beim Bau neuer Wohngebiete haben diese Grenzwerte lediglich hinweisenden Charakter.

Gebietsausweisung nach Baunutzungsverordnung (BauNVO) [2]		**Grenzwerte in dB(A)**	
		Tag (06:00 – 22:00 Uhr)	**Nacht (22:00 – 06:00 Uhr)**
1)	Krankenhäuser, Schulen, Kur- und Altenheime	57	47
2)	Reine Wohngebiete (WR), Allgemeine Wohngebiete (WA) und Kleinsiedlungsgebiete (WS)	59	49
3)	Kerngebiete (MK), Dorfgebiete (MD) und Mischgebiete (MI) und Urbane Gebiete (MU)	64	54
4)	Gewerbegebiete (GE)	69	59

Tabelle 2: Immissionsgrenzwerte der 16.BImSchV

Zum Schutz der Anwohner kommen vorrangig aktive Maßnahmen in Frage. Erst wenn die aktiven Maßnahmen nicht realisierbar sind oder in einem äußerst ungünstigen Nutzen-Kostenverhältnis stehen, können passive Maßnahmen zum Einsatz kommen. Die Grenzwerte der 16.BImSchV liefern wichtige Hinweise zur Abwägung des Verhältnisses aktiver und passiver Schallschutzmaßnahmen. Zur Ermittlung der Emissionen und für die Schallausbreitungsberechnungen verweist die 16.BImSchV auf die RLS-19 [7].

3.4 TA Lärm (Anlagenlärm)

Die TA Lärm [6] dient zur Beurteilung der Geräuschimmissionen von genehmigungsbedürftigen und nicht-genehmigungsbedürftigen Anlagen. Sie konkretisiert in vielen Dingen die Anforderungen der DIN 18005. Diese Vorschrift wird bei der Prüfung der Immissionen gewerblicher Anlagen im Bebauungsplanverfahren, bei der Genehmigung und bei Überwachungen im späteren Betrieb herangezogen.

Es sind folgende Immissionsrichtwerte an den Außenfassaden (50 cm vor geöffnetem Fenster) von Gebäuden einzuhalten:

Gebietsausweisung nach BauNVO [2]		**Immissionsrichtwerte der TA Lärm in dB(A)**	
		Tag (06:00 – 22:00 Uhr)	**Nacht** (lauteste Stunde zwischen 22:00 – 06:00 Uhr)
a)	Industriegebiete (GI)	70	70
b)	Gewerbegebiete (GE)	65	50
c)	Urbane Gebiete (MU)	63	45
d)	Kerngebiete (MK), Dorfgebiete (MD) und Mischgebiete (MI)	60	45
e)	Allgemeine Wohngebiete (WA)	55	40
f)	Reine Wohngebiete (WR)	50	35
g)	Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten	45	35

Tabelle 3: Immissionsrichtwerte der TA Lärm

Die Anforderungen der TA Lärm gelten für die Summe aller bestehenden bzw. zukünftigen Anlagen. Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen dürfen die Immissionsrichtwerte um nicht mehr als 30 dB(A) am Tag und 20 dB(A) in der Nacht überschreiten.

Tieffrequente Geräusche

Für Geräusche, die vorherrschende Geräuschanteile im Frequenzbereich unter 90 Hz besitzen, ist die Frage, ob von ihnen schädliche Umwelteinwirkungen ausgehen, im Einzelfall nach den örtlichen Verhältnissen zu beurteilen. Sofern dies vorliegt, sind geeignete Minderungsmaßnahmen zu prüfen.

Sonderregelung für seltene Ereignisse:

An nicht mehr als 10 Tagen im Jahr sind höhere Geräuscheinwirkungen auf die Nachbarschaft zulässig, nämlich (gleichermaßen für MI und WA). In diesem Fall gelten die

Immissionsrichtwerte 70 dB(A) tags 55 dB(A) nachts.

Einzelne Geräuschspitzen dürfen die Richtwerte um nicht mehr als 25 dB(A) tags und 15 dB(A) nachts überschreiten.

3.5 Sportanlagenlärmschutzverordnung

Die Sportanlagenlärmschutzverordnung (18. BImSchV) [7] gilt für die Errichtung, die Beschaffenheit und den Betrieb von Sportanlagen. Sportanlagen sind ortsfeste Anlagen zum Zwecke der Sportausübung. Hierzu zählen auch Einrichtungen, die mit der Sportanlage in einem engen räumlichen und betrieblichen Zusammenhang stehen.

Immissionsrichtwerte:

Zum Schutz der Nachbarschaft sind Sportanlagen so zu errichten und zu betreiben, dass die Beurteilungspegel aus der Summe aller Sportlärmgeräusche außerhalb von Gebäuden folgende Immissionsrichtwerte für einhalten:

Die nachfolgenden Werte gelten für ***Allgemeine Wohngebiete/Mischgebiete:***

Werktags

08 bis 20 Uhr	*55/60* dB(A), Geräuschspitzen bis *85/90* dB(A)
06 bis 08 Uhr	*50/55* dB(A), Geräuschspitzen bis *80/85* dB(A)
20 bis 22 Uhr	*55/60* dB(A), Geräuschspitzen bis *85/90* dB(A)
Lauteste Nachtstunde	
zwischen 22 Uhr und 06 Uhr	
bzw. sonntags 07 Uhr	*40/45* dB(A), Geräuschspitzen bis *60/65* dB(A)

Sonntags

09 bis 20 Uhr[1]	*55/60* dB(A), Geräuschspitzen bis *85/90* dB(A)
07 bis 09 Uhr	*50/55* dB(A), Geräuschspitzen bis *80/85* dB(A)
13 bis 15 Uhr	*55/60* dB(A), (nur zu berücksichtigen, wenn die Nutzungsdauer von 09 bis 22 Uhr mehr als 4 Stunden beträgt
20 bis 22 Uhr	*55/60* dB(A), Geräuschspitzen bis *85/85* dB(A)
Lauteste Nachtstunde	
zwischen 22 Uhr und 06 Uhr	
bzw. sonntags 07 Uhr	*40/45* dB(A), Geräuschspitzen bis *60/65* dB(A)

Seltene Ereignisse

Überschreitungen der Immissionsrichtwerte durch besondere Ereignisse und Veranstaltungen gelten als selten, wenn sie an höchstens 18 Kalendertagen eines Jahres in einer Beurteilungszeit oder mehreren Beurteilungszeiten auftreten. Dies gilt unabhängig von der Zahl der einwirkenden Sportanlagen.

3.6 DIN 4109

Zum Schutz der Anwohner kommen vorrangig aktive Maßnahmen in Frage. Erst wenn die aktiven Maßnahmen nicht realisierbar sind, in einem äußerst ungünstigen Nutzen-Kostenverhältnis stehen oder in Abwägung mit anderen Belangen auf aktiven Lärmschutz ganz oder teilweise verzichtet werden muss, kommen passive Maßnahmen zum Einsatz. Die Grenzwerte der 16.BImSchV liefern wichtige Hinweise zur Abwägung des Verhältnisses aktiver und passiver Schallschutzmaßnahmen. Passive Schallschutzmaßnahmen werden im Bebauungsplan auf der Basis eines maßgeblichen Außenlärmpegels nach DIN 4109 [8] festgesetzt.

Der maßgebliche Außenlärmpegel errechnet sich aus der gemeinschaftlichen Geräuscheinwirkung durch Verkehr und Anlagenlärm. Bei Verkehrslärm wird der Beurteilungspegel tags um 3 dB und nachts um 13 dB erhöht. Bei Anlagenlärm wird tags um 3 dB und nachts um 18 dB erhöht, wobei man entweder

[1] Wenn die Betriebsdauer 4 Stunden nicht überschreitet, sonst von 09-13 Uhr und 15-20 Uhr

auf den errechneten Beurteilungspegel oder den zulässigen Immissionsrichtwert zugreift. Abschließend wird der Verkehrs- und der Anlagenpegel addiert, jeweils tags und nachts. Der maßgebende Außenlärmpegel ist dann der ungünstigere Pegel der beiden Zeiträume.

Vorgehen bei der Bestimmung der Mindestschalldämmung nach DIN 4109-01 2018-01 (Gleichung 6):

„Die Anforderungen an die gesamten bewerteten Bau-Schalldämmmaße $R'_{w,ges}$ der Außenbauteile von schutzbedürftigen Räumen ergibt sich unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Raumarten

(Gleichung 6 der DIN 4109):

$R'_{w,ges} = La - K_{Raumart}$

Dabei ist:

$K_{Raumart} = 25$ dB	*für Bettenräume in Krankenhäusern und Sanatorien*
$K_{Raumart} = 30$ dB	*für Aufenthaltsräume in Wohnungen, Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten, Unterrichtsräume und Ähnliches*
$K_{Raumart} = 35$ dB	*für Büroräume und Ähnliches*
L_a =	*der maßgebliche Außenlärmpegel nach DIN 4109-2:2018-01, 4.5.5.*

Mindestens einzuhalten sind:

$R'_{w,ges} = 35$ dB	*für Bettenräume in Krankenhäusern und Sanatorien,*
$R'_{w,ges} = 30$ dB	*für Aufenthaltsräume in Wohnungen, Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten, Unterrichtsräume und ähnliches*

3.7 Ausgewählte Beurteilungsrichtlinie

Im Hinblick auf die Lärmbeurteilung kann man grob zwischen Anlagenlärm und Verkehrslärm unterscheiden. Beim Verkehrslärm werden energetische Beurteilungspegel auf der Basis von Jahresmittelwerten für die Zeitbereiche tags und nachts gebildet. Der Anlagenlärm von Sport- Freizeit- und Gewerbeanlagen bezieht sich auf eine normale Betriebstätigkeit und lässt bei besonderen Anlässen Ausnahmen zu (Seltene Ereignisse). Im Detail unterscheiden sich Sport-, Freizeitlärm und Lärm aus gewerblichen Anlagen im Zeitbereich tags in einzelnen Bestimmungen. Im Zeitbereich nachts gilt bei allen 3 Lärmarten die lauteste Nachtstunde.

Im vorliegenden Fall könnte man den Lärm aus der McArena als Sportlärm [7] einordnen (wie dies auch der TÜV Saarland bewertet hat). Dies würde auch für untergeordnete Anlagen, wie eine Vereinsgaststätte oder ähnliches gellten. Im vorliegenden Fall scheint jedoch die Gaststätte die dominierende Nutzung zu sein. Gaststätten werden nach TA Lärm [6] bewertet.

Da die Gaststätte und die McArena von einem privaten Betreiber betrieben werden, haben wir eine Beurteilung der gesamten Anlage nach TA Lärm vorgenommen. Diese Vorgehensweise wurde mit dem Landratsamt des Rems-Murr-Kreises abgestimmt. Da sich die Betriebszeiten am Tage über sehr lange Zeiträume erstrecken, sind die Unterschiede zwischen den beiden Beurteilungsverfahren gering. Es gelten weitgehend die gleichen Richtwerte und in beiden Fällen muss die lauteste Nachtstunde bewertet werden.

4 Berechnungsgrundlagen

4.1 Betriebszeiten

Die McArena soll von 07 Uhr bis 24 Uhr in Betrieb sein. Damit ist die lauteste Nachtstunde pegelbestimmend. Wir gehen weiterhin davon aus, dass der Gastronomiebereich ab 10 Uhr geöffnet ist. Maßgebend für die Beurteilung sind die Betriebsvorgänge an einem Wochenende, das heißt ein

Sonntag mit einer Beurteilungszeit von 07 bis 22 Uhr und die lauteste Nachtstunde in der Nacht von Freitag auf Samstag oder von Samstag auf Sonntag.

4.2 Bestimmung des Pegels an den Austrittsöffnungen der McArena

Die Schall-Emission, die von dem Sportfeld abgestrahlt wird, konnte aus dem Bericht des TÜV-Saar zur bestehenden McArena in Schorndorf abgeleitet werden. Dort wurden an zwei Stellen im Abstand von 65 m und 80 m von der Mitte der Sporthalle die Schallpegel gemessen. Wir fügten diese beiden Messpunkte in unser Rechenmodell für die McArena in BK Strümpfelbach ein und konnten daraus den Pegel iterativ bestimmen, der aus den offenen Fassaden der McArena flächig abgestrahlt wird. Der Messpunkt 1 befindet sich in Verlängerung der Längsseite, der Messpunkt 2 in der Mitte quer zur Halle. Die beiden Messungen unterscheiden sich im Ergebnis geringfügig voneinander, vermutlich weil als Folge der Dachkonstruktion in Längsrichtung eine gewisse Richtwirkung entsteht, die den Pegel in Längsrichtung etwas erhöht. Dadurch kommt es auch zu einem differenzierten Ansatz der Pegel, der von der den längeren und kürzeren Fassaden abgestrahlt wird. Für das Dach wurde für die Konstruktion aus Trapezblech eine Schalldämmwirkung von 16 dB angesetzt.

Damit ergeben sich folgende Kennwerte:

Abstand des Messpunktes und Höhe über Gelände	Mittlerer Schalldruckpegel L_{Aeq} aus energetischer Mittelung an den Messpunkten	Schallleistungspegel der Austrittsfläche der Freilufthalle Messergebnis
Messpunkt 1 (repräsentativ für die kurze Gebäudeseite)		
80,0 m/7,5 m	**50,1 dB(A)** aus 50,3, 50,2 und 49,7 dB(A)	70,2 dB(A)
Messpunkt 2 (repräsentativ für die lange Gebäudeseite)		
62,5 m/9 m	**52,1 dB(A**) aus 53,1, 52,6 und 50,4 dB(A)	68,4 dB(A)
Dach, es wurde ein mittlerer Wert aus allen Messungen genommen		
		53,4 dB(A) (69,4 -16 dB(A)

Tabelle 4: Auswertung der Messwerte in Kapitel 6.1.6 des TÜV-Gutachtens

Die Schallleistungspegel der Austrittsflächen wurden anschließend mit einem Zuschlag von 3,9 dB zur Berücksichtigung impulshaltiger Geräusche beaufschlagt.

Schwierig ist es im Vorfeld die Hallenbelegung abzuschätzen. Es ist anzunehmen, dass die McArena nicht in allen Zeitbereichen und vor allen an Werktagen nicht vollständig ausgebucht ist. An Samstagen, Sonntagen und Feiertagen ist jedoch mit einer hohen Auslastung zu rechnen, sodass damit gerechnet werden kann, dass es nur beim Besucherwechsel zu einer Unterbrechung des Spielbetriebs kommt. Wir gehen von einer Auslastung von 80 Prozent aus, woraus ein Abzug von 1 dB resultiert.

Der Maximalpegel wurde ebenfalls aus den Messungen des TÜV-Gutachtens übernommen.

Schuss gegen die Bande: $L_{WA,max}$=111 dB(A)

Schuss gegen das Dach: $L_{WA,max}$=119 dB(

4.3 Emissionen vom Parkplatz

An Sonntagen verkehrt die einzige Buslinie (Bus 390 von Backnang nach Murrhardt) lediglich im 2 Stundentakt. Auch ist davon auszugehen, dass in dem eher ländlich geprägten Raum nur wenige Besucher die McArena und/oder die Gastronomie mit dem Fahrrad oder zu Fuß erreichen. Dies dürfte auch der Grund dafür sein, dass für die gesamte Anlage 33 Stellplätze zur Verfügung stehen – 8 Stellplätze mehr, als erforderlich sind. Ein mögliches Szenario an einem gut besuchten Sonntag wäre:

In der McArena findet jede Stunde ein Besucherwechsel statt. Im Mittel besuchen 18 Spieler die Halle, 12 davon kommen mit dem eigenen Fahrzeug. Ein Fahrzeug erzeugt 2 Fahrbewegungen. Zwischen 07 bis 22 Uhr ergeben sich folglich 360 Fahrbewegungen. In der lautesten Nachstunde sind dies 24 Fahrbewegungen.

Ab 10 Uhr besuchen 9 Spieler nach dem Ende der Spielzeit die Gastronomie.

In der Gaststätte ist eine Gastraumfläche von insgesamt ca. 190 m² geplant. Hinzu kommt einer Terrasse und ein Biergarten mit ebenfalls ca. 180 m² Fläche. Geht man davon aus, dass bei schönem Wetter die Gasträume im Inneren nur zu 50 Prozent belegt sind, kommt am auf eine gesamte Gastraumfläche von 275 m². Nach Tabelle 33 der bayerischen Parkplatzlärmstudie [9] lassen sich für Ausflugsgaststätten je m² Nettogastraumfläche tags von 06 bis 22 Uhr 0,1 Fahrbewegungen und in der lautesten Nachtstunde 0,09 Fahrbewegungen/Stunde ermitteln.

Damit kommt man auf ein gesamtes Verkehrsaufkommen der Gaststätte tags von 275x0,1x16(Stunden) = 440 Kfz/16 Stunden und in der lautesten Nachtstunde auf 24,75 Kfz/h.

Addiert man die Fahrbewegungen der McArena und Gaststätte zusammen, ergibt dies folgendes Gesamtverkehrsaufkommen:

	tags	Lauteste Nachtstunde
Gaststätte	440 Kfz/16h	24,75 Kfz/h
McArena	360 Kfz/16 h	24 Kfz/h
Abzüglich der Gäste der McArena, die die Gastronomie besuchen	-120 Kfz/16 h	-12 Kfz/h
Gesamtzahl der Fahrbewegungen	680 Kfz/16 h	36,75

Tabelle 6: Fahrbewegungen auf dem Parkplatz und in der Zufahrt

Aus diesen Zahlen wurde ein mittleres Aufkommen an Fahrbewegungen je Stellplatz und Stunde berechnet:

Von 07 bis 10 Uhr (nur McArena): 0,73 Fahrbewegungen/Stellplatz und Stunde

Von 10 bis 22 Uhr 1,54 Fahrbewegungen/Stellplatz und Stunde

Lauteste Nachtstunde 1,11 Fahrbewegungen/Stellplatz und Stunde

Die Berechnung der Emissionspegel erfolgte auf der Basis der bayerischen Parkplatzlärmstudie für Pkw.

4.4 Emissionen von der Außengastronomie

Die Terrasse und der Biergarten sind voll belegt. Nach dem Lageplan der Küstner Architekten vom 07.11.2022 werden auf der Terrasse 52 Sitzplätze und im Biergarten 44 Sitzplätze angeboten. Jede zweite Person spricht, in VDI 3770 [10] ist für normale Unterhaltung ein Pegel für die sprechende Person von 65 dB(A) angegeben. Daraus errechnet sich für die Terrasse ein Gesamtschallleistungspegel von 79,1 dB(A) und für den Biergarten von 78,4 dB(A). Der Lärm, der aus dem Inneren der Gaststätte nach außen dringt, kann vernachlässigt werden.

4.5 Emissionen von den umgebenden Straßen

Der Straßenlärm wird für Bestimmung der maßgeblichen Außenlärmpegel für die geplante Wohnung benötigt. Von Bedeutung sind die B 14 und die Ludwigsburger Straße (K1904).

Die nachfolgend aufgelisteten Verkehrsstärken sind Prognoseverkehrsstärken für das Jahr 2035 aus einer Verkehrsuntersuchung im Zusammenhang mit der Ortsumfahrung B 14 Oppenweiler (siehe auch Abschnitt 2).

Straßenabschnitt	DTV Kfz/24 h	Pkw Kfz/24 h	Lkw1 Kfz/24h	Lkw2 Kfz/24 h	Motorräder Kfz/24 h
B14 südlich K1904	21.150	18.835	982	1.118	215
B 14 nördlich K1904	23.450	21.089	991	1.129	241
K1904	4.600	4.456	89	11	44
Am Kelteräcker	1.400	1.335	40	10	50

Tabelle 7: Verkehrsstärken

Es bedeuten:

DTV Durchschnittlicher Täglicher Verkehr aller Tage eines Jahres

Lkw1 Lastkraftwagen ohne Anhänger mit einer zulässigen Gesamtmasse über 3,5 t und Busse

Lkw2 Lastkraftwagen mit Anhänger bzw. Sattelkraftfahrzeuge (Zugmaschinen mit Auflieger) mit einer zulässigen Gesamtmasse über 3,5 t

5 Berechnung der Schallausbreitung

Die Berechnung der Schallausbreitung erfolgte beim Anlagenlärm (McArena, Parkplatz, Gaststätte) wie in der TA Lärm [6] vorgeschrieben nach DIN ISO 9613-2 [12]. Soweit die Emissionen spektral vorlagen, wie beim Parkplatz kam das reguläre Verfahren zum Einsatz, bei den Quellen McArena und Außengastronomie das alternative Verfahren.

Die Schallausbreitung des Verkehrslärms wurde auf der Basis der RLS-19 [11] berechnet.

6 Beurteilungspegel aus Gaststätte und McArena

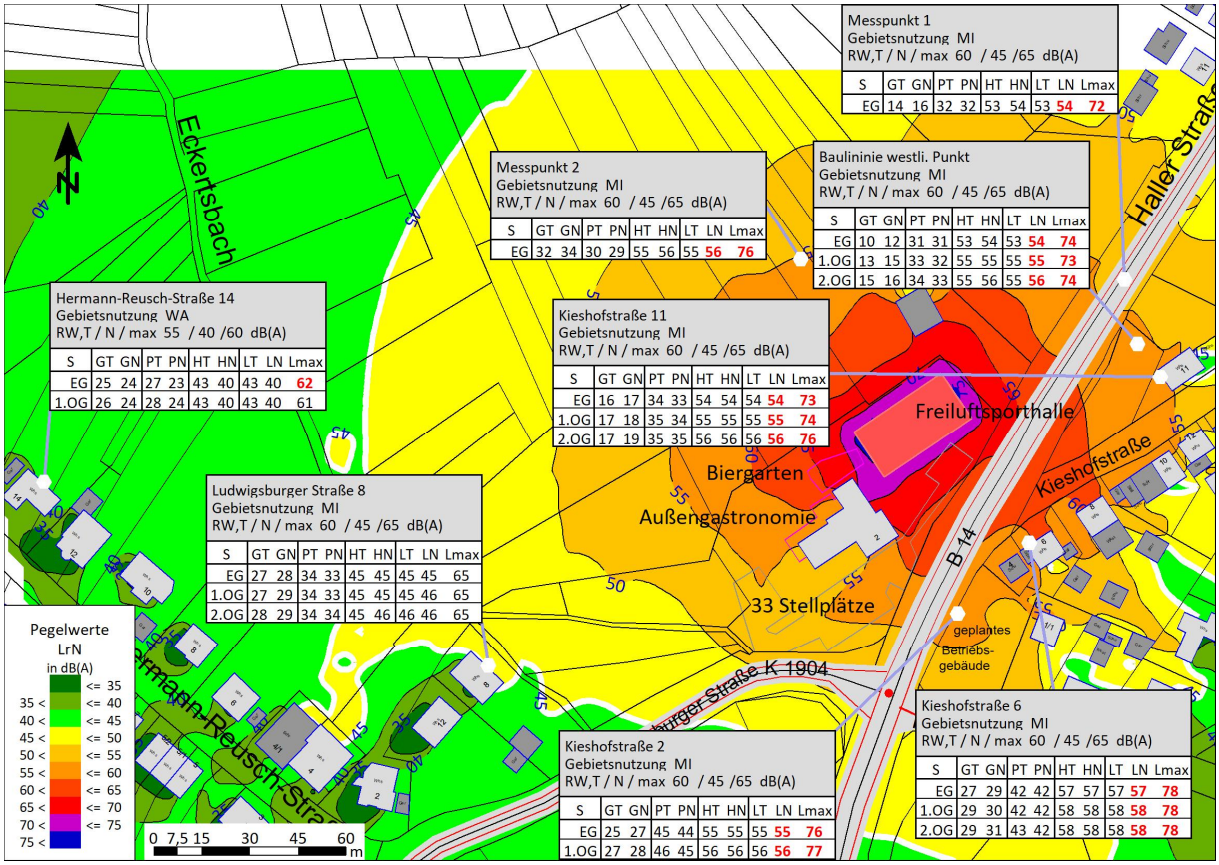


Abb. 2: Pegel an ausgewählten Gebäudefassaden und den beiden Messpunkten des TÜV Saar, die auf Strümpfelbach übertragen wurden und Lärmkarte nachts 6 m über Gelände mit einer Grenzisophone (weiße Linie) für Mischgebiete

Die Abkürzungen in den Strukturzeiten (graue Felder) und Spaltenköpfe haben folgende Bedeutung:

RW,T	Richtwert der TA Lärm für den Zeitbereich tags
RW,N	Richtwert der TA Lärm für die lauteste Nachtstunde
max	Richtwert der TA Lärm für den Maximalpegel im Zeitbereich nachts. Am Tage liegt dieser Wert um 25 dB darüber und ist auf jeden Fall eigehalten
S	Stockwerk
GT	Pegel Gastronomie tags
GN	Pegel Gastronomie lauteste Nachtstunde
PT	Pegel vom Parkplatz tags
PN	Pegel vom Parkplatz lauteste Nachtstunde
HT	Pegel von der Freilufthalle tags
H	Pegel von der Freilufthalle lauteste Nachtstunde
LT	Gesamt-Beurteilungspegel tags

LN Gesamt-Beurteilungspegel nachts
Lmax Spitzenpegel aus dem lautesten Schallereignis (hier Ball prallt von Innen an das Dach)

Rote Werte: Der Richtwert der TA Lärm ist überschritten

Wie aus den Tabellen hervorgeht, treten am Gebäude Kieshofstraße 6 die ungünstigsten Pegel auf. Dieses Gebäude stellt für dieses Szenario den ungünstigsten Immissionsort. Die Richtwerte der TA Lärm sind in der Nacht an zahlreichen Gebäuden zum Teil gravierend überschritten. Am Tage liegen die Beurteilungspegel (ohne Lautsprechereinsatz) knapp darunter.

Sieht man sich die Teilpegel genauer an, ist zu erkennen, dass Freilufthalle sehr stark dominiert. Am maßgeblichen Immissionsort wird der Biergarten und die Terrasse des Gaststättengebäudes durch das Gaststättengebäude sehr stark abgeschirmt. Allerdings erreichen die Teilpegel, die vom Parkplatz und der Zufahrt ausgehen, bereits den Richtwert für die lauteste Nachstunde.

Die Ergebnisse zeigen, dass Schallschutzmaßnahmen erforderlich werden. Hierbei kann man zwei Wege gehen.

1. Schließen der McArena zumindest auf 3 Seiten und Anordnung einer zusätzlichen Lärmschutzwand. Die Lärmschutzwand dient zur Minderung des Parkplatzlärms.

oder

2. Verzicht auf den Nachtbetrieb. Die Gaststätte kann geöffnet bleiben. Eine Lärmschutzwand wird in diesem Fall nicht benötigt.

7 Konzeption von Schallschutzmaßnahmen

7.1 Schließen von Gebäudeseiten der McArena

Um in der lautesten Nachtstunde den zulässigen Richtwert der TA Lärm einzuhalten, muss die Halle auf 3 Seiten geschlossen werden. Lediglich die Nordwestseite kann offenbleiben. Zusätzlich wird auf einer Länge von 60 m eine 2,5 m hohe Lärmschutzwand benötigt. Die Lärmschutzwand ist auf der Seite zur B 14 hin hoch absorbierend auszuführen.

Weiterhin ist sicherzustellen, dass die Spitzenpegel, die beim Aufprall der Wand erzeugt werden, stark gedämmt werden. Dies könnte durch ein Netz über dem Spielfeld geschehen, das verhindert, dass der Ball auf die Dachfläche prallt. Auch darf durch den Aufprall eines Balls auf die Wand ein maximaler Schallleistungspegel von 102 dB(A) entstehen. Dies dürfte mit Sandwichplatten aus Trapezprofil und PU-Schaum zu bewerkstelligen sein. Die weiche PU-Seite muss innen angebracht werden.

Allerdings muss man davon ausgehen, dass sich der Halleninnenpegel durch den Wegfall der Öffnungen etwas erhöht. Dies betrifft allerdings nur die Abstrahlung an der offenen Seite und dem Dach. Die Schalldämmung der Wände übertrifft wegen der Sandwichbauweise den im Rechenmodell angesetzten Wert von 16 dB.

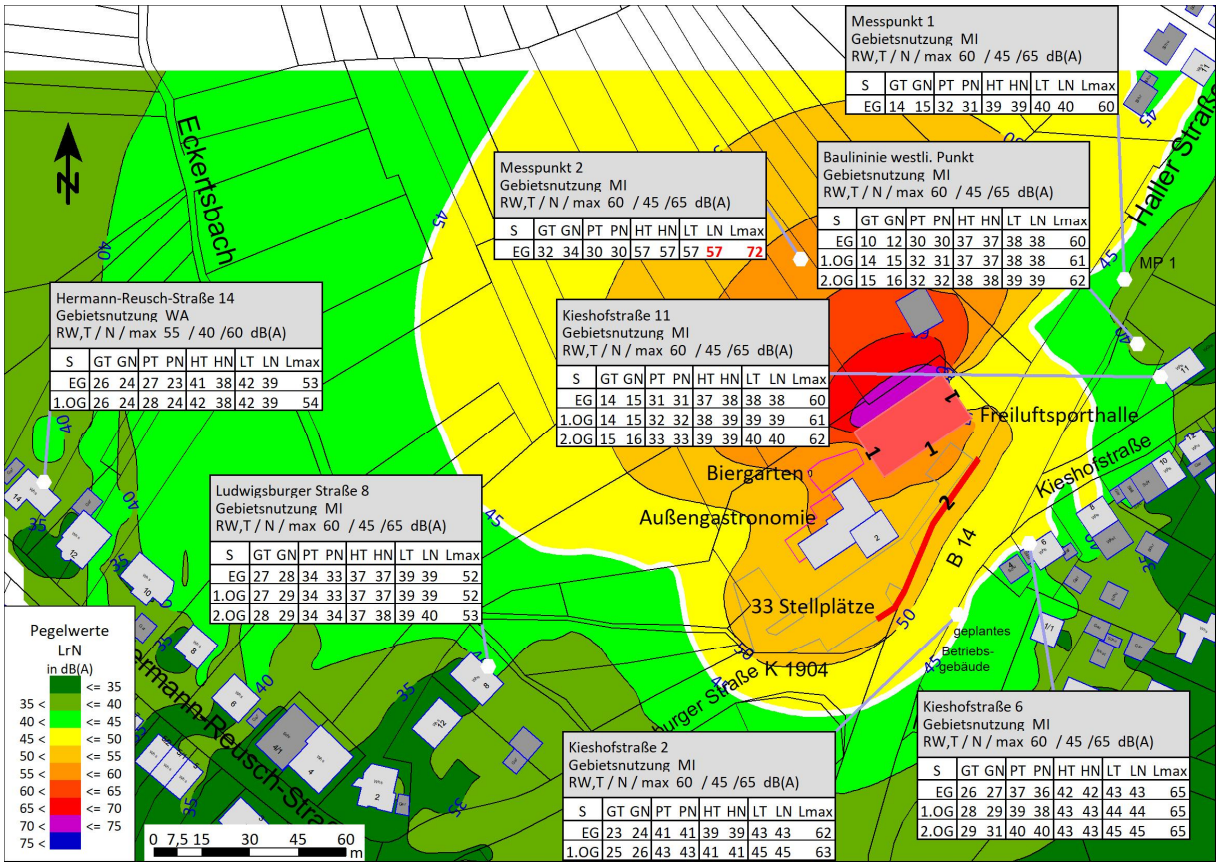


Abb.3: Mit Lärmschutzmaßnahmen: Pegel an ausgewählten Gebäudefassaden und den beiden Messpunkten des TÜV Saar, die auf Strümpfelbach übertragen wurden und Lärmkarte nachts 6 m über Gelände mit einer Grenzisophone (weiße Linie) für Mischgebiete

RW,T Richtwert der TA Lärm für den Zeitbereich tags
RW,N Richtwert der TA Lärm für die lauteste Nachtstunde
max Richtwert der TA Lärm für den Maximalpegel im Zeitbereich nachts. Am Tage liegt dieser Wert um 25 dB darüber und ist auf jeden Fall eigehalten
S Stockwerk
GT Pegel Gastronomie tags
GN Pegel Gastronomie lauteste Nachtstunde
PT Pegel vom Parkplatz tags
PN Pegel vom Parkplatz lauteste Nachtstunde
HT Pegel von der McArena tags
H Pegel von der McArena lauteste Nachtstunde
LT Gesamt-Beurteilungspegel tags
LN Gesamt-Beurteilungspegel nachts
Lmax Spitzenpegel aus dem lautesten Schallereignis (hier Ball prallt von Innen auf die Wand)

Rote Werte: Der Richtwert der TA Lärm ist überschritten. Weiterhin sind folgende Lärmschutzmaßnahmen enthalten:

Nr. 1: Geschlossene Fassade

Nr.2: Lärmschutzwand mit einer Höhe von 2,5 m

Mit diesen Maßnahmen könnte der Betrieb nach 22 Uhr fortgeführt werden.

7.2 Verzicht auf Nachtbetrieb der McArena

Die lauteste Nachtstunde wird in diesem Fall nur vom Parkplatz und von der Gastronomie hervorgerufen. Der Parkplatz ist etwas weniger stark frequentiert, da nach 22 Uhr die McArena nicht mehr angefahren wird.

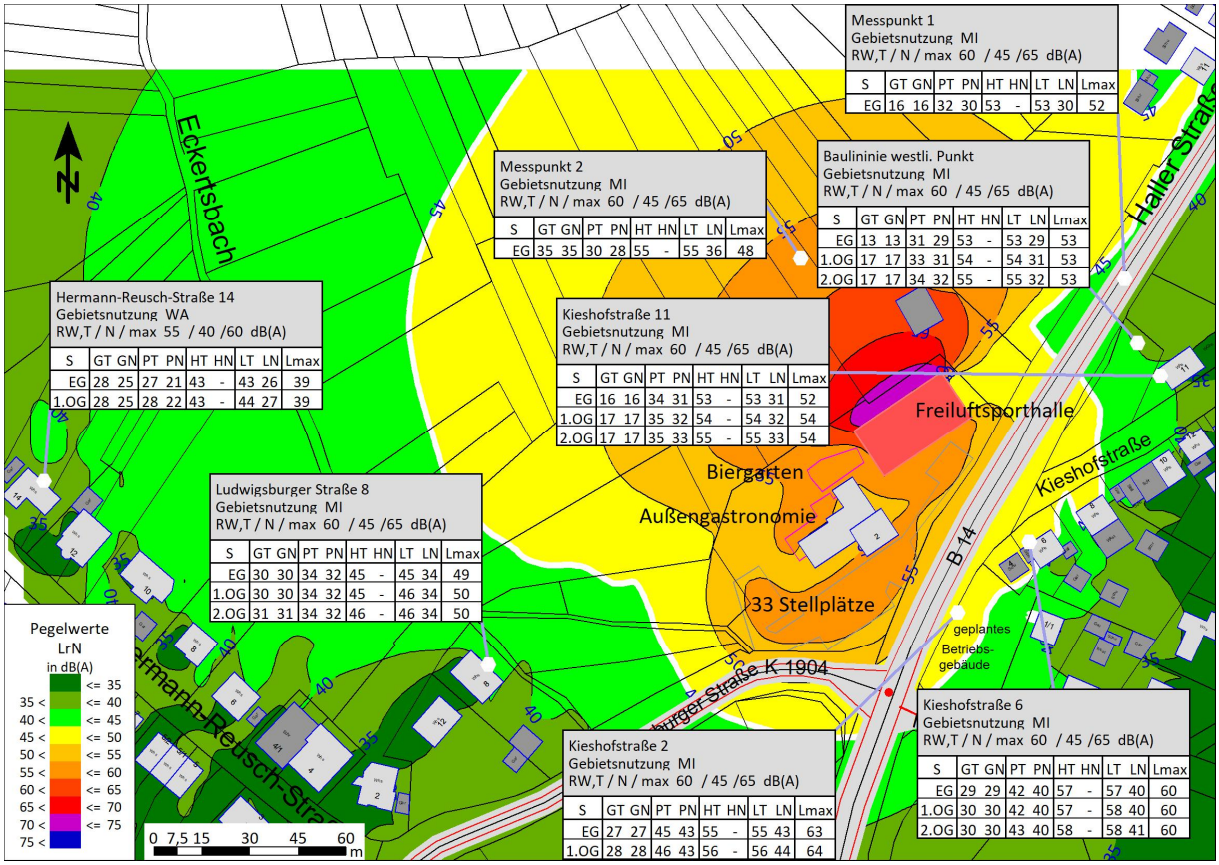


Abb.4: Verzicht auf Nachtbetrieb der McArena: Pegel an ausgewählten Gebäudefassaden und den beiden Messpunkten des TÜV Saar, die auf Strümpfelbach übertragen wurden und Lärmkarte nachts 6 m über Gelände mit einer Grenzisophone (weiße Linie) für Mischgebiete

RW,T	Richtwert der TA Lärm für den Zeitbereich tags
RW,N	Richtwert der TA Lärm für die lauteste Nachtstunde
max	Richtwert der TA Lärm für den Maximalpegel im Zeitbereich nachts. Am Tage liegt dieser Wert um 25 dB darüber und ist auf jeden Fall eigehalten
S	Stockwerk
GT	Pegel Gastronomie tags
GN	Pegel Gastronomie lauteste Nachtstunde
PT	Pegel vom Parkplatz tags
PN	Pegel vom Parkplatz lauteste Nachtstunde
HT	Pegel von der McArena tags
H	Pegel von der McArena lauteste Nachtstunde
LT	Gesamt-Beurteilungspegel tags
LN	Gesamt-Beurteilungspegel nachts
Lmax	Spitzenpegel aus dem lautesten Schallereignis (hier Türenschlagen eines Pkw auf dem Parkplatz)

Die Richtwerte der TA Lärm werden tags und nachts eingehalten, sofern auf einen Lautsprecherbetrieb verzichtet wird.

7.3 Lautsprecherbetrieb in der McArena

Aus der Betriebsbeschreibung geht hervor, dass die McArena mit einem Soundsystem ausgestattet werden soll. Wir gehen davon aus, dass die Lautsprecher bei Ballspielen im Regelbetrieb nicht zum Einsatz kommen. Bei Powergymnastik mit Musik, Soundflow-Yoga usw. ist vor allem rhythmische Musik nicht auszuschließen. Diese Musik müsste den Straßenverkehrslärm der B 14 gut hörbar übertreffen. Am Rand der McArena errechnet sich ein Beurteilungspegel von 63 dB(A) (Siehe Abb. 5). In der Arena dürfte der mittlere Pegel dann mindestens bei ca. 75 dB(A) liegen. Musik ist sehr informationshaltig. Die Informationshaltigkeit von Geräuschen wird nach TA Lärm je nach Auffälligkeit mit einem Zuschlag von 3 oder 6 dB beaufschlagt. Da hier vermutlich überwiegend Tanzmusik zum Einsatz kommt gehen wir von einem Zuschlag von 6 dB aus.

Allerdings ist am maßgebenden Immissionsort der Richtwert tags der TA Lärm mit 58 dB(A) schon nahezu erreicht. Sollten die offenen Flächen der McArena mit einem Schallleistungspegel von 82 dB(A)/m² (76 dB(A)+6) abstrahlen, wird in dieser Zeit am maßgebenden Immissionsort Kieshofstraße 6 ein Pegel von 65,6 dB(A) erreicht.

Da Lautsprecher eine Richtwirkung aufweisen, würde es sich anbieten, die Lautsprecher auf der Längsseite parallel zur B 14 anzubringen. Dies gilt jedoch für Basslautsprecher nur sehr eingeschränkt, da diese keine große Richtungsabhängikeit aufweisen.

Bei 76 dB an der Außenfläche der McArena würde der Richtwert bei einer zweistündigen Musikwiedergabe erreicht.

Bei Schallschutz „Schließen von Gebäudeseiten“

- Im Zeitraum von 7 – 22 Uhr darf eine Musikwiedergaben erfolgen
- Ab 22 Uhr ist keine Musikwiedergabe zulässig.

Bei Schallschutz „Verzicht auf Nachtbetrieb“

- Im Zeitraum von 7 – 22 Uhr darf eine Musikwiedergaben erfolgen, allerdings nur für eine tägliche Dauer von maximal 2 Stunden.
- Ab 22 Uhr ist keine Musikwiedergabe zulässig.

7.4 Seltene Ereignisse

An maximal 10 Tagen im Jahr können bei besonderen Anlässen, wie Hochzeiten, Vereinsfeiern usw. die Richtwerte der TA Lärm bis zu einem gewissen Grad überschritten werden.

Eine Musikwiedergabe in der McArena wäre dann ganztägig möglich. Nachts müsste die McArena geschlossen bleiben, da auch der Richtwert für seltene Ereignisse am maßgeblichen Immissionsort Kieshofstraße 6 um 3 dB überschritten ist. Sollten Lärmschutzmaßnahmen umgesetzt sein, wäre ein Nachtbettrieb möglich.

Sollten die seltenen Ereignisse weitgehend aus der Nutzung der McArena ausgelöst werden, könnte die Genehmigung analog der Sportanlagenlärmschutzverordnung auf 18 seltene Ereignisse ausgedehnt werden.

8 Fassadenpegel der Wohnung über der Gaststätte

8.1 Verkehrslärm von den öffentlichen Straßen

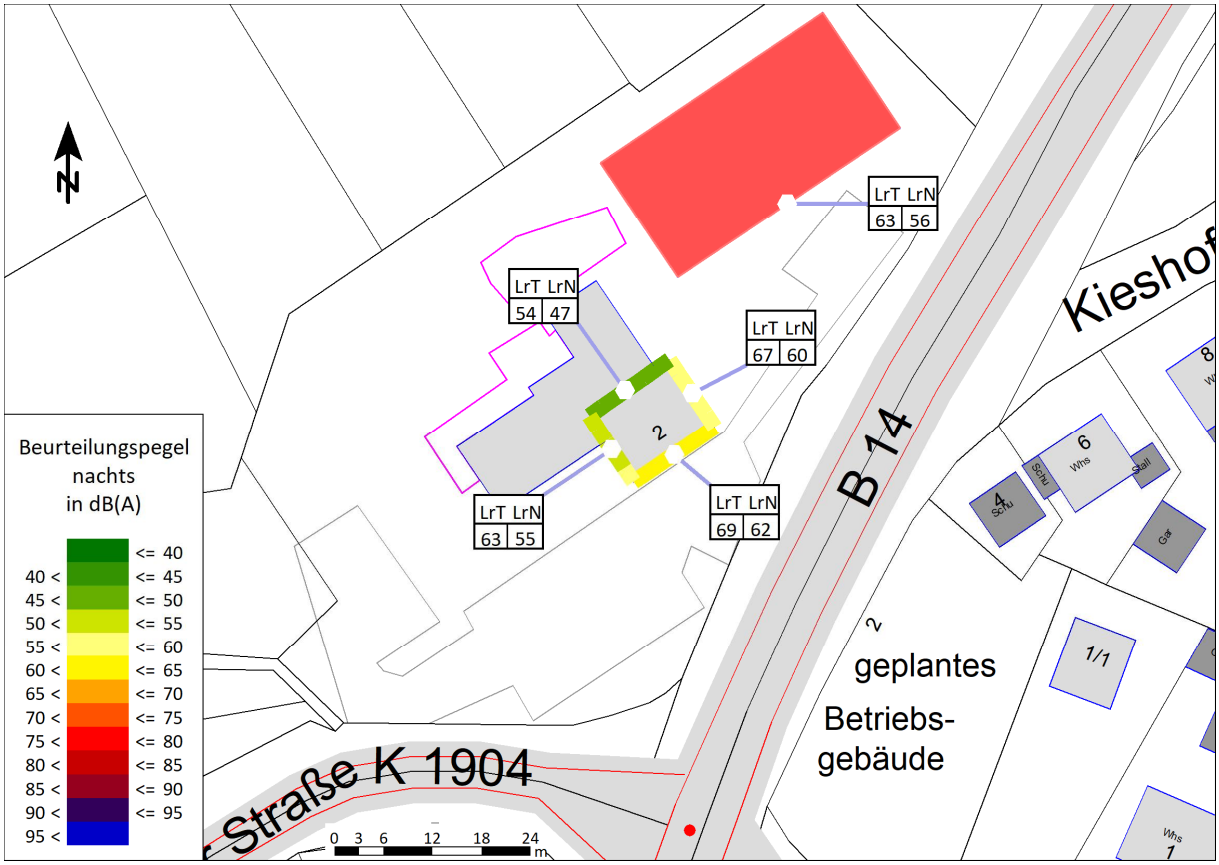


Abb.5: Verkehrslärm an den Fassaden der Wohnung im 1. OG und an der McArena

Die Orientierungswerte der DIN 18005 von 60 dB(A) tags und 50 dB(A) nachts für Mischgebietsnutzung sind mit Ausnahme der Nordwestseite an allen anderen Gebäudefassaden überschritten.

8.2 Lärm von den Schallquellen der McArena und Gastronomie

Die Abbildung 6 geht von der Annahme aus, dass die McArena nachts nicht in Betrieb ist. Sollte die Variante mit den Schallschutzmaßnahmen realisiert werden, gehen tags die Pegel zurück, steigen jedoch nachts wegen dem Nachtbetrieb etwas an, sodass sich die Anforderungen an die Gebäudefassade kaum unterscheiden, zumal an den meisten Fassaden der Verkehrslärm dominiert.

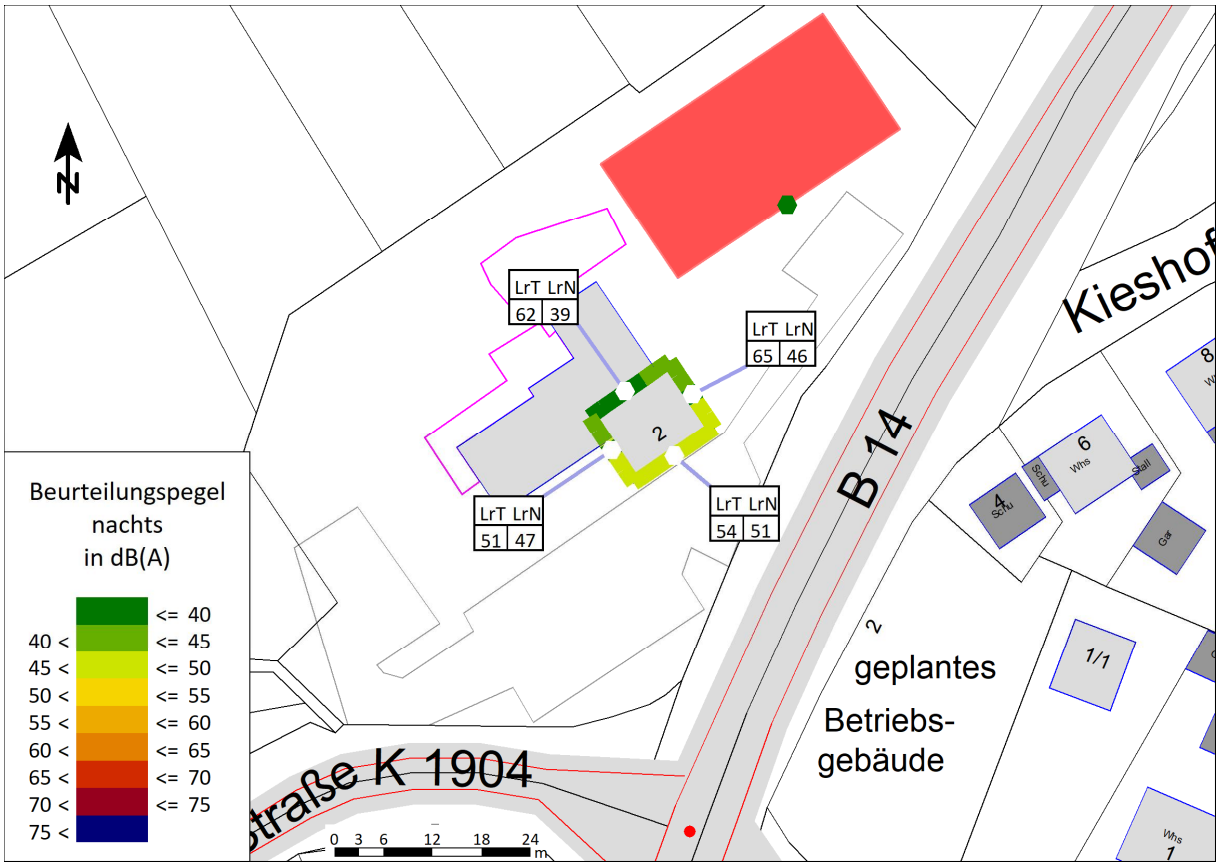


Abb.6: Lärm aus dem Betriebsgelände an den Fassaden der Wohnung im 1. OG und an der McArena

In der lautesten Nachtstunde wird der Richtwert der TA Lärm von 45 dB(A) für Mischgebiete an allen Fassaden überschritten. Auch stehen keine (aktiven) Lärmschutzmaßnahmen zur Verfügung sodass für die Wohnung ein direkter Zusammenhang mit dem Betrieb nachgewiesen werden muss, beispielswiese vom Betriebsinhaber selbst oder Hausmeister genutzt wird. Eine Weiterviermietung oder Untervermietung ist nicht möglich.

8.3 Maßgeblicher Außenlärmpegel L_a an den Fassaden der geplanten Wohnung im 1. OG

Nach DIN 4108 werden die Emissionen des Verkehrslärms und des Anlagenlärms zusammengerechnet und daraus ein maßgeblicher Außenlärmpegel L_a berechnet. Beim Anlagenlärm wird entweder der errechnete Beurteilungspegel oder der zulässige Immissionsrichtwert verwendet (der jeweils höhere der beiden). Dieser L_a geht in die Dimensionierung der Außenbauteile ein und wird im Bebauungsplan festgesetzt.

Die Abbildung 7 zeigt die maßgeblichen Außenlärmpegel La. Diese errechnen sich aus dem Gesamtpegel von Straßenlärm und den Anlagen auf dem Betriebsgelände, jeweils für die Zeitbereiche tags und nachts. Beträgt die Differenz zwischen Tag- und Nachtpegel weniger als 10 dB ist der Nachtpegel maßgebend und wird mit 10 dB beaufschlagt, sodass am Ende nur ein Kennwert entsteht. Den L_a erhält man dann, wenn man weitere 3 dB auf diesen Wert addiert.

.

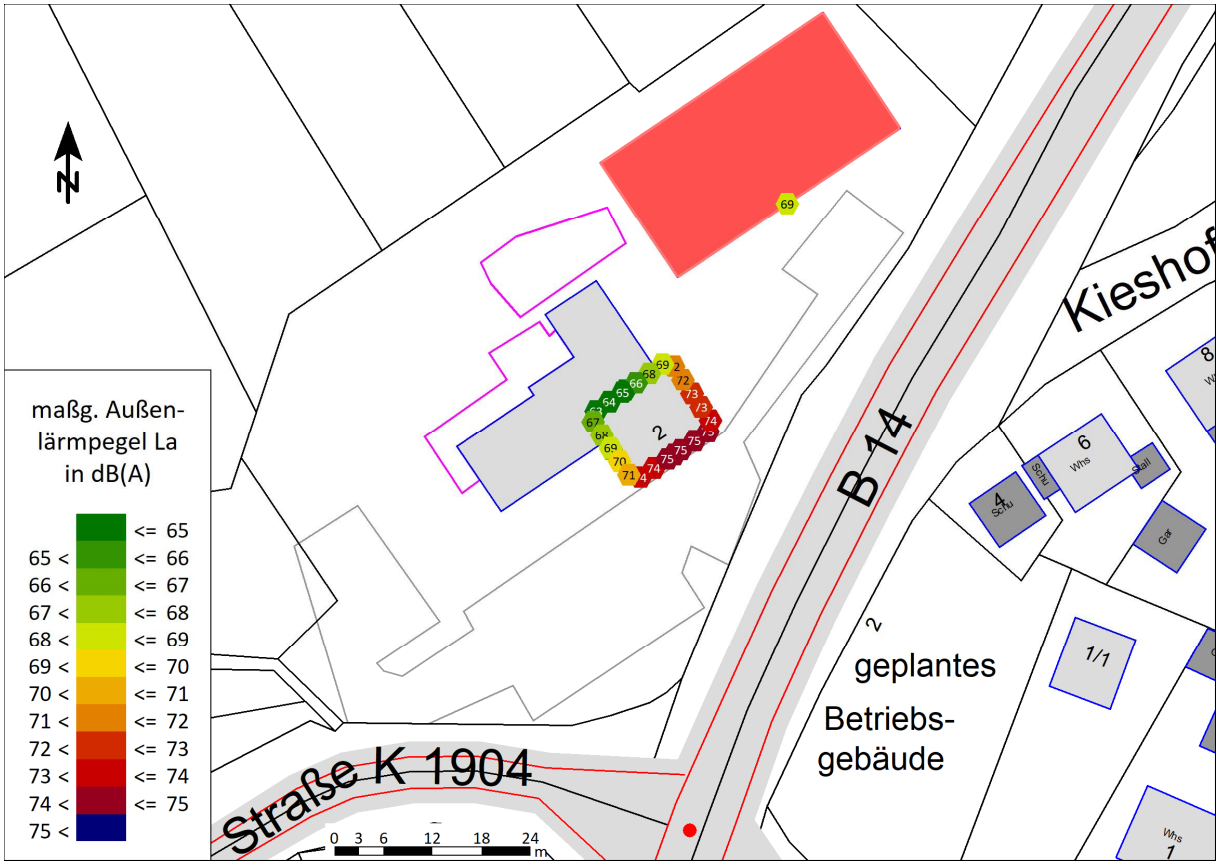


Abb.7: Maßgeblicher Außenlärmpegel im 1. OG

Für den Fall, dass für das Gebäude bzw. Teile des Gebäudes kein Bestandsschutz gegeben ist, könntee zugehörige Festsetzung im Bebauungsplan wie folgt lauten:

Aufenthaltsräume nach DIN 4109 sind nur dann zulässig, wenn die Außenbauteile unter Berücksichtigung des zugehörigen maßgeblichen Außenlärmpegels die Anforderungen an die Luftschalldämmung entsprechend der DIN 4109, Januar 2018 erfüllen.

Von dieser Festsetzung kann abgewichen werden, wenn im Rahmen eines Einzelnachweises ermittelt wird, dass aufgrund der Bauhöhe, vorgelagerten Balkonflächen, Position oder Ausrichtung des Gebäudes die tatsächliche Lärmbelastung geringer ist und daher geringere oder keine Anforderungen an einen passiven Lärmschutz bestehen.

Räume, die als Schlafraum dienen können, sind mit einer schallgedämmten mechanischen Belüftungseinrichtung auszustatten. Ausgenommen sind nur diejenigen Räume, die eine natürliche Belüftungsmöglichkeit an der Nordwestfassade oder der Südwestfassade besitzen.

Der Nachweis ist im Rahmen des baurechtlichen Verfahrens zu erbringen.

9 Zusammenfassung und Empfehlungen

Die Untersuchung kann wie folgt zusammengefasst werden:

Nach einer Übertragung der Messergebnisse des TÜV Saarland von der bereits existierenden McArena in Schorndorf auf die geplante Anlage in Backnang Strümpfelbach kann man erkennen, dass am Tage die Richtwerte der TA Lärm eingehalten werden, sofern auf den Einsatz von Lautsprechern verzichtet wird. In der lautesten Nachtstunde hingegen treten größere Überschreitungen des Richtwertes der TA Lärm für die lauteste Nachtstunde auf.

Ohne bauliche Schallschutzmaßnahmen ist die McArena in folgender Weise genehmigungsfähig:

- Spielbetrieb von 7.00 Uhr bis 22.00 Uhr.
- Musikwiedergabe ist auf maximal 2 Stunden pro Tag zu begrenzen (Pegelwert an der Südostfassade maximal 76 dB(A)).

Geeignete bauliche Schallschutzmaßnahmen wären:

- Nur die Nordwestseite darf offenbleiben.
- Eine 2,5 m hohe Lärmschutzwand auf 60 m Länge
- Maßnahmen zur Reduktion des Spitzenpegels

Unter diesen Umständen könnte die McArena folgendermaßen betrieben werden:

- Spielbetrieb von 7.00 Uhr bis 24.00 Uhr.
- Musikwiedergabe von 07.00 Uhr bis 22.00 Uhr.

An 10 Tagen im Jahr (evtl. an 18 Tagen, wie im Abschnitt 7.4 ausgeführt wurde) sind bis zu einem gewissen Grad Überschreitungen der Richtwerte der TA Lärm zulässig. Dies könnte für Vereinsfeiern, Hochzeiten usw. genutzt werden. Auch dann ist eine Musikwiedergabe nach 22 Uhr nur dann möglich, wenn die Südostseite und die Nordostseite geschlossen werden.

Ein Betrieb der Gaststätte und des Biergartens nach 22 Uhr ist möglich.

Sollte der Bestandsschutz entfallen müsste die Wohnung im 1, OG die Anforderungen der DIN 4109 erfüllen. Die maßgeblichen Außenlärmpegel sind in Abbildung 7 dargestellt. Die Wohnung darf ausschließlich durch den Betreiber der Gaststätte / McArena oder durch betriebsverantwortliches Personal bewohnt werden.

10 Literatur

[1] Bundesbaugesetz (BBauG) vom 23. Juni 1960, zuletzt geändert am 4. Januar 2023

[2] Baunutzungsverordnung (BauNVO) in der Fassung der Bekanntmachung vom 21. November 2017, zuletzt geändert am 4. Januer2023

[3] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge – Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG), letzte Neufassung vom 26. September 2002

[4] DIN 18005:2022-02, Schallschutz im Städtebau mit Beiblatt 1 Schalltechnische Orientierungswerte für die städtebauliche Planung

[5] 16. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes / Verkehrslärm-schutzverordnung - (16. BImSchV), vom 12. Juni 1990, Bundesgesetzblatt Nr. 27/1990, letzte Änderung vom 04. Dezember 2020

[6] 6. Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz, technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA-Lärm, Ausgabe 26.08.1998, letzte Änderung 1. Juni 2017

[7] Achtzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes (Sportanlagen-lärmschutzverordnung – 18. BImSchV) vom 18. Juli 1991, zuletzt geändert am 01 Juni 2017

[8] DIN 4109, Schallschutz im Hochbau, Teil 1 und Teil 2, Fassungen 2016-07, Änderung A1 von 2017-02 und 2018-01, die in der älteren Fassung vom November 1989 angegebenen Lärmpegelbereiche dienen auch heute noch

[9] Bayerisches Landesamt für Umwelt, Empfehlungen zur Berechnung von Schallemissionen aus Parkplätzen, Autohöfen und Omnibusbahnhöfen sowie von Parkhäusern und Tiefgaragen, 6. überarbeitete Auflage, Augsburg, 2007 – ISBN 3-936385-26-2, ISSN 0723-0028

[10] VDI 3770, Emissionskennwerte von Schallquellen Sport- und Freizeitanlagen, Ausgabe September 2012

[11] RLS-19 Richtlinie für den Lärmschutz an Straßen, Ausgabe 2019

[12] DIN ISO 9613-2 - 1999-10 Akustik - Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien - Teil