

ACCON GmbH · Büro Nördlingen · Schöfflesmarkt 9 · 86720 Nördlingen

Universitätsstadt Tübingen
FAB Projektentwicklung
Herrn Matthias Weber
Brunnenstraße 3
72074 TübingenACCON GmbH
Büro Nördlingen
Schöfflesmarkt 9
86720 NördlingenArno Trautsch
Tel.: 09081 / 276 265-1
Fax: 09081 / 276 265-9
arno.trautsch@accon.deNördlingen, 20.05.2020
AT 7286_25_S**Stellungnahme zum baulichen Schallschutz im Lärmpegelbereich VII für das Projekt Hechinger Eck Nord in Tübingen**

Sehr geehrter Herr Weber,

auftragsgemäß senden wir Ihnen unsere Stellungnahme zum erforderlichen baulichen Schallschutz beim Projekt Hechinger Eck Nord.

1 Einleitung

Bei dem Bebauungsvorhaben Hechinger Eck Nord wird auf einer Fläche von ca. 3,1 Hektar ein gemischt genutztes Quartier geplant. Das Gelände liegt nördlich der Ecke Heinenstraße/Stuttgarter Straße in Tübingen-Südstadt. Im Bereich des Plangebiets geht die Bundesstraße 27 von der Stuttgarter Straße in die Hechinger Straße über. Die Bundesstraße 27 ist nördlich und südlich der Ortsdurchfahrt Tübingen autobahnähnlich ausgebaut. Die Verkehrsbelastung der Bundesstraße 27 im Bereich des Vorhabens wurde bei einer im November 2018 von der Fachabteilung Verkehrsplanung der Stadt Tübingen durchgeführten Verkehrszählung ermittelt. Demnach passieren durchschnittlich tagsüber über 2.000 Fahrzeuge und nachts knapp 350 Fahrzeuge pro Stunde den betreffenden Straßenabschnitt. Der Lkw-Anteil beträgt tags 14,1 % und nachts 13,3 %.

Die durch diesen Straßenverkehr verursachte Lärmbelastung im Bereich der geplanten Gebäude wurde in der schalltechnischen Untersuchung ACB-1119-7286/23 der ACCON GmbH vom 29.11.2019 ermittelt. Auf der Straßenseite der Gebäude sind im Baufeld C Beurteilungspegel von tags bis zu 78 dB(A) und nachts bis zu 68 dB(A) zu erwarten. Diese Beurteilungspegel liegen oberhalb der im Allgemeinen als Lärmsanierungswerte bezeichneten Immissionsgrenzwerten der Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen [1].

2 Anforderungen an den baulichen Schallschutz

In dieser Stellungnahme sollen für zwei beispielhafte Räume im Bereich der stärksten Verkehrslärmbelastung die Anforderungen an den baulichen Schallschutz ermittelt werden (Abbildung 1).

ACCON GmbH
Gewerbering 5 · 86926 Greifenberg · Germany
Tel.: +49 8192 99 60-0
Fax: +49 8192 99 60-29
info@accon.de · www.accon.de
Ein Mitglied der iC Gruppe**Geschäftsführer**
Markus Petz
Dr. Wolfgang Henry
Dl. Dr. Wolfgang Unterberger
Amtsgericht Augsburg, HRB 20379
Ust-IdNr.: DE129277346**Bankverbindung**
Deutsche Bank Landsberg a. L.
IBAN: DE33 7007 0024 0745 0695 00, BIC: DEUTDEDB702
Sparkasse Landsberg-Dießen
IBAN: DE81 7005 2060 0008 1454 35, BIC: BYLADEM1LLD

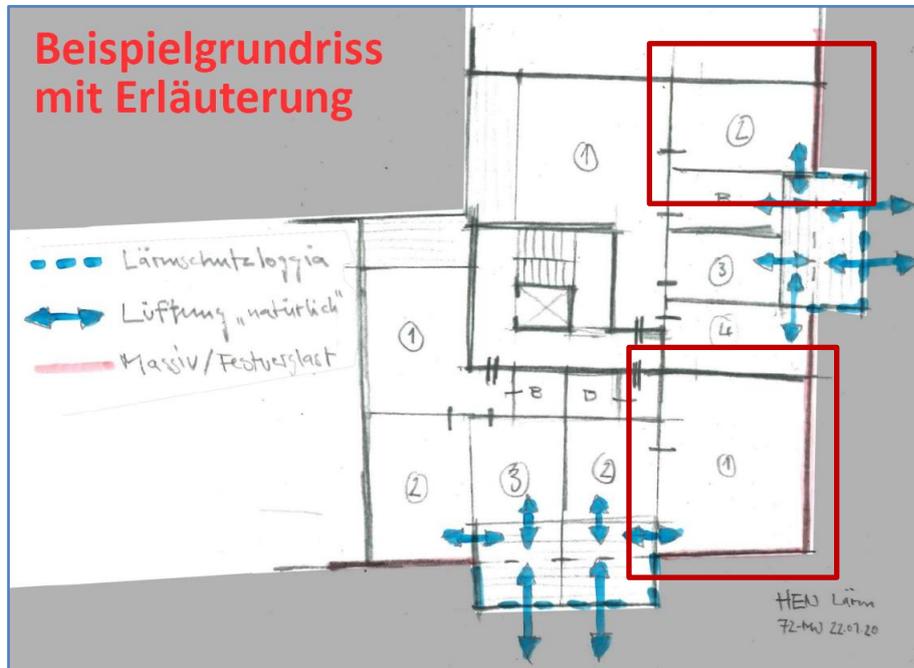


Abbildung 1: Beispielgrundriss für den südwestlichen Gebäudebereich im Baufeld C

Für diesen Gebäudeteil ergibt die Berechnung die in den folgenden Abbildungen dargestellten Beurteilungspegel für den Tages- und Nachtzeitraum.

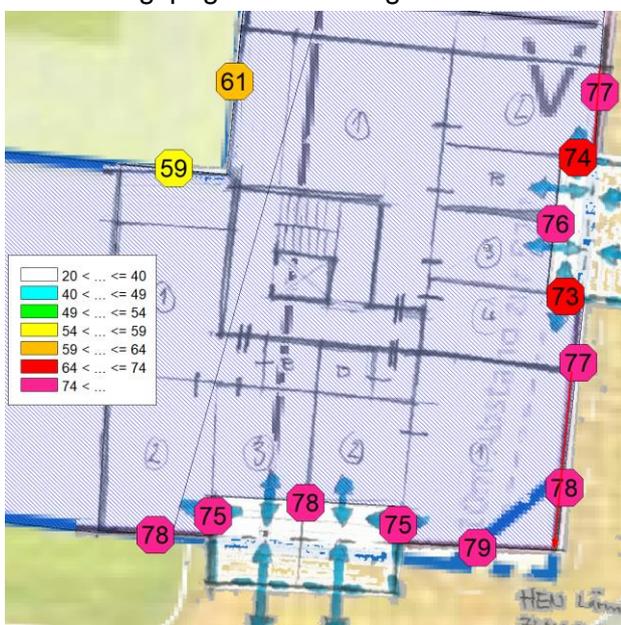


Abbildung 2: maximale Beurteilungspegel Verkehrslärm am Tag

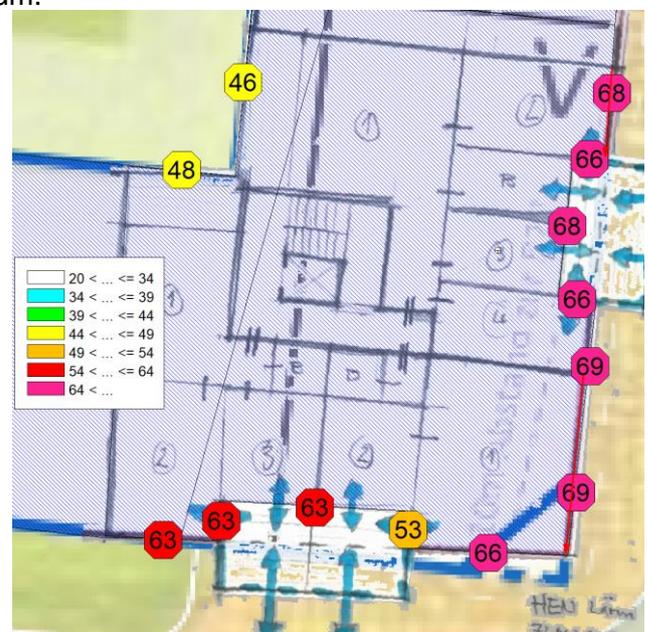


Abbildung 3: maximale Beurteilungspegel Verkehrslärm in der Nacht

Gemäß der DIN 4109 [2] [3] in der in Baden-Württemberg baurechtlich eingeführten Version [4] aus dem Jahr 2016 ergeben sich die in der Abbildung 4 dargestellten Lärmpegel und Lärmpegelbereiche (LPB) an den Fassaden.

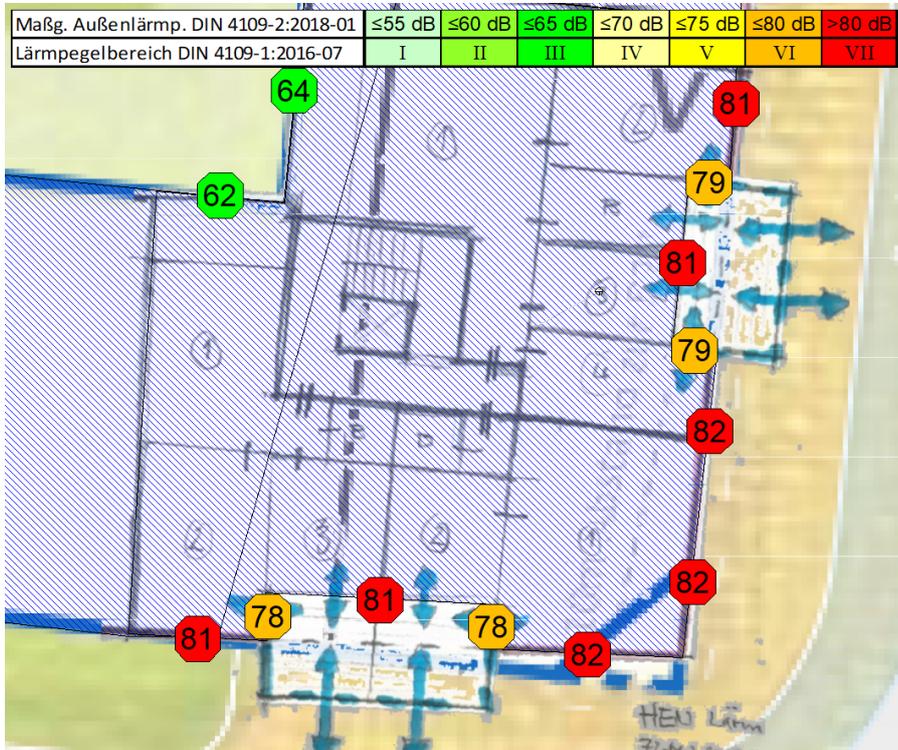


Abbildung 4: Maßgebliche Außenlärmpegel

Die Kombination aller Außenbauteile (Wand, Fenster sowie Fensterzusatzeinrichtungen) eines Aufenthaltsraumes muss ein bestimmtes gesamtes bewertetes Bau-Schalldämm-Maß $R'_{w,ges}$ erfüllen. Sofern die Schallübertragung maßgeblich über die Außenbauteile erfolgt und innenliegende, flankierende Wände vernachlässigbar sind, kann $R'_{w,ges}$ gleich $R'_{w,res}$ gesetzt werden. Dies ist in der Regel der Fall und wird hier angenommen. Das erforderliche Schalldämm-Maß ist abhängig vom vorherrschenden Maßgeblichen Außenlärmpegel und vom Verhältnis der Außenfläche zur Grundfläche des Raumes.

Für die Ermittlung der erforderlichen Schalldämmmaße wird eine Raumhöhe von 2,7 m angenommen. Für den Raum 1 (südöstliche Hausecke) wird eine Fläche von 44 m² und für Raum 2 von 30 m² angesetzt. Für die Fenster zur Loggia werden 2 m² Fläche berücksichtigt. Für Raum 1 werden drei weitere Fenster, für Raum 2 ein weiteres Fenster mit 1 m² berücksichtigt.

Für Raum 1 ergibt sich für die Außenbauteile eine Anforderung von $R'_{w,ges} = 52,9$ dB, für Raum 2 von $R'_{w,ges} = 49,0$ dB.

Bei üblichen, modernen Bauweisen kann für die Außenbauteile von einem bewerteten Bau-Schalldämm-Maß von 35 dB(A) ausgegangen werden. Die Anforderungen sind somit erwartungsgemäß sehr deutlich erhöht gegenüber der Standardbauweise. Fenster mit einem Schalldämmmaß über 50 dB erfüllen die höchste Schallschutzklasse (SSK 6). Hier werden Fenster der SSK 5 berücksichtigt. Es wird ein hochwertiger Außenluftdurchlass pro Raum in der jeweils ruhigsten Außenwand mit den Maßen 0,2 x 0,2 m und einer bewerteten Normschallpegeldifferenz $D_{n,e,w} = 65$ dB angenommen. Mit diesen Eingangsdaten ergibt sich für die Außenwände bei Raum 1 eine erforderliches Schalldämmmaß von $R_{w,R} \geq 57$ dB, für Raum 2 von $R_{w,R} \geq 51$ dB. Die hohen Anforderungen bei Raum 1 ergeben sich durch die große Außenwandfläche.

Die DIN 4109-33 [5] führt Ausführungsbeispiele für Außenwände in Holzrahmenbauweise mit raumseitigen Vorsatzschalen bis zu Schalldämmmaßen von 52 dB auf. Außerhalb der Ausführungsbeispielen der DIN 4109 sind geprüfte und zugelassene Außenwandkonstruktionen im Holzmassivbau bis zu 63 dB bekannt. Zwei Beispiele sind in der Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1: Beispiele für Außenwandkonstruktionen in Holzbauweise

Ausführungsbeispiel DIN 4109-33 [5]	Ausführungsbeispiel Holzrahmenbauweise [6]
R_w (C; C_{tr}): 51 (-1; -6) dB	R_w (C; C_{tr}): 60 (-1; -6) dB
Wärmedämmverbundsystem - Putz \geq 8 mm - Dämmstoffdicke \geq 60 mm Holzständer 60/160 - Schalenabstand \geq 160 mm - Dämmstoffdicke \geq 140 mm Holzlattung 45 mm mit Dämmung Beplankung mit 15 mm Holzwerkstoff und 12,5 mm Gipsplatte	Außenwandverkleidung aus Holz 24 mm Lattung/Hinterlüftung 30 mm Gipsfaserplatte 12,5 mm Holzständer 60/240 - Dämmstoffdicke 240 mm Gipsfaserplatte 12,5 mm Holzlattung 40 mm mit Dämmung Gipsfaserplatte 12,5 mm
Gesamtstärke der Außenwand ca. 300 mm	Gesamtstärke der Außenwand ca. 372 mm

Grundsätzlich ist also die Anordnung von schutzbedürftigen Räumen in diesem Lärmbereich auch in Holzbauweise möglich.

Auch wenn die Anwendung der Spektrums-Anpassungswerte C und C_{tr} in den baurechtlich eingeführten Normen nicht vorgesehen ist, sei darauf hingewiesen, dass der Anpassungswert C_{tr} für typische Lärmspektren des Straßenverkehrs (tr : traffic) bei vielen Holzkonstruktionen einen höheren negativen Wert aufweist und somit die Dämmung gerade im relevanten Spektralbereich geringer ist. Bei Umsetzung des Vorhabens in Holzbauweise sind daher geprüfte Konstruktionen, die auch im Frequenzbereich unter 100 Hz eine gute Schalldämmung aufweisen, dringend angeraten. Ein Beispiel für eine Verbesserung der Schalldämmung tiefer Frequenzen ist die Bauweise mit geteilten Ständern [7].

Auch im Massivbau sind Schalldämmmaße über 55 dB(A) nur mit erhöhtem Aufwand zu erreichen. Häufig kommen Hochlochmauersteine zum Einsatz, die mit fließfähigem Beton verfüllt werden, um eine hohe Dichte zu erreichen. Alternativ sind zweischalige Wandaufbauten mit Mineralwollämmstoffen oder Dämmplatten mit geringer Steifigkeit möglich.

Tabelle 2: Beispiele für Schalldämmmaße im Massivbau

Außenwandkonstruktion	R_w
verputzte Kalksandsteinwand der Rohdichteklasse 2,2 kg/dm ³ , Wandstärke 24 mm (Herstellerangabe)	56 dB
verputzte Außenwand aus mit Dämmmaterial gefülltem Ziegelstein 36,5 cm (Herstellerangabe)	52 dB
massive Betonwand aus bewehrten Normalbeton mit 2.400 kg/dm ³ 24 cm (Beiblatt 1 DIN 4109:1989-11)	57 dB
zweischaliges, gemauertes Mauerwerk aus 2 · 17,5 cm Steinen der Rohdichteklasse 1,4 kg/dm ³	67 dB

Außenwände mit Wärmedämmverbundsystem (WDVS) stellen physikalisch einen federgekoppelten Zweimassenschwinger dar und können beispielsweise bei steifer Wärmedämmung, leichten Außenputzen oder starren Verankerungen eine Resonanzfrequenz im bauakustisch relevanten Bereich aufweisen. Daher ist auch bei der Festlegung des Dämmmaterials der Lärmschutz zu berücksichtigen.

Sofern, wie hier gegeben, auch Bereiche mit geringeren Anforderungen an den Schallschutz vorhanden sind, sollten auch aus Gründen der Baukosten die stärker belasteten Bereiche für

nicht schutzbedürftige Nutzungen vorgesehen werden. Die südöstliche Gebäudeecke ist durch den geringen Abstand zur Straße und den Kreuzungsbereich besonders stark belastet. Daher sollte dieser Bereich nicht für schutzbedürftigen Räume, sondern beispielsweise für die Gebäudeerschließung genutzt werden. Weiterhin können in dem Bereich Küchen, Bäder und Flure angeordnet werden. Die Räume sollten tendenziell er wenig Außenlicht benötigen, um die Fensterfläche gering halten zu können.

Gemäß den einschlägigen Normen, Richtlinien und Vorschriften bestehen für nicht schutzbedürftige Räume keine Anforderungen an den baulichen Schallschutz. Hier ist jedoch aus fachlicher Sicht dringend anzuraten, auch für die nicht schutzbedürftige Räume gewisse Anforderungen zu definieren und umzusetzen. Bei zu geringem baulichem Schallschutz gegen Außenlärm muss davon ausgegangen werden, dass in den Wohnungen Innenraumpegel auftreten, die den Wohnkomfort zumindest deutlich verringern, da die Zimmertüren und Innenwände in der Regel nur geringen Schallschutz aufweisen. Als fachliche Empfehlung sollte der bauliche Schallschutz für nicht schutzbedürftige Räume von Wohnungen bei starker Außenlärmbelastung zumindest die Anforderungen erfüllen, die bei einer ein bis maximal zwei Lärmpegelbereichen geringeren Belastung gelten. Für die beiden Raumbeispiele wären Außenwände mit $R_{w,R} \geq 51$ dB und Fenster der SSK 3 erforderlich, um die Anforderungen der Schallschutzklasse V zu erfüllen.

3 Belüftung, Fenster, Loggien, Prallscheiben

Da im städtischen Bereich und dort insbesondere an Verkehrswegen häufig relevante Grenzwerte überschritten werden und auch die Entwicklung von Wohnflächen in Städten durch Lärm begrenzt wird, haben sich verschiedene Lösungsansätze entwickelt, um die Lärmbelastung der Bewohner zu reduzieren oder die Zulässigkeit von Wohnen in Lärmereichen zu erreichen. Neben der lärmoptimierten Grundrissgestaltung, bei der die schutzbedürftigen Nutzungen auf der lärmabgewandten Seite der Gebäude angeordnet werden, wird durch verglaste Loggien, zusätzliche Abschirmungen vor den Fenstern in Form von Prallscheiben oder besondere Fensterkonstruktionen versucht, auch die lärmzugewandten Gebäudeseiten aufzuwerten.

Durch Loggien kann die Lärmbelastung an Fenstern durch Abschirmung geringfügig verringert werden. Auch bei den hier betrachteten Beispielen ergibt sich rechnerisch an den Seiten der Loggien ein 2 bis 4 dB geringer Beurteilungspegel. Theoretisch kann, bei Geräuscheinwirkung aus nur einer Richtung, eine Reduzierung des Beurteilungspegels um bis zu 6 dB an der vom Lärm abgeschirmten Seite erreicht werden. Ein Geräuschpegel, der eine ungestörte Nachtruhe ermöglicht, kann hier jedoch mit dieser Maßnahme nicht erreicht werden. Gemäß der VDI 2719 [8] erreichen Fenster in Spaltlüftungsstellung nur ein bewertetes Schalldämm-Maß R_w von ca. 15 dB und daher ist diese Lüftungsart nur bei einem A-bewerteten Außengeräuschpegel $L_m \leq 50$ dB für schutzbedürftige Räume zu verwenden. Bei höherem Außengeräuschpegel ist, wenn keine anderen Maßnahmen ergriffen werden, eine schalldämmende, eventuell fensterunabhängige Lüftungseinrichtung notwendig.

Durch Prallscheiben kann eine zusätzliche Geräuschminderung erreicht werden, sodass sich ein höheres Schalldämm-Maß für die Kombination aus gekipptem Fenster und der Prallscheibe ergibt. Eine Prallscheibe ist eine zusätzliche Glasscheibe, die in geringem Abstand von der Wand vor den Fensterausschnitt montiert wird und über die Laibung, den Sturz und die Sohle hinausragt. Je nach Abstand ergeben sich unterschiedliche Geräuschminderungspotentiale und Einschränkungen für den Luftaustausch. Eine Sonderform ist die partielle Prallscheibe. Hier wird vor einem geteilten Fenster nur vor dem offenbaren Fensterteil einer Prallscheibe montiert.

Über die Wirksamkeit von Prallscheiben finden sich unterschiedliche Angaben. So wird z. B. für eine partielle Prallscheibe eine Pegelminderung um 6 dB und somit ein erreichtes Schalldämm-Maß von 21 dB für ein gekipptes Fenster angegeben [9]. Je nach Ausführung können die

Verbesserungen jedoch auch deutlich geringer ausfallen und bei tiefen Frequenzen sogar zu einer Verschlechterung führen [10].

Der Schallschutz bei gekippten Fenstern kann auch durch Einbau eines zusätzlichen Fensters erreicht werden. Dieses System der Fenstervorsatzschale wird teilweise bei Altbausanierungen verwendet, dabei wird vor ein bestehendes Fenster ein zusätzliches Fenster eingebaut. Im Neubaubereich werden solche doppelten Fenster auch als Kastenfenster bezeichnet. Hierdurch werden die Schalldämmungen von zwei Fenstern kombiniert. Durch eine Auskleidung des Zwischenraumes mit absorbierendem Material kann das Schalldämm-Maß in Spaltlüftungsstellung auf ca. 20 dB verbessert werden.

Eine Weiterentwicklung des Systems des Kastenfensters mit zwei Fensterebenen stellt das sogenannte „Hafencity-Fenster“ dar, bei dem jeweils nur ein Teil der Fenster eine Kippöffnung ermöglicht. Die jeweiligen Fensterteile in Kippöffnung der beiden Fensterebenen sind versetzt angeordnet, sodass der Schallweg verlängert und eine bessere Dämmung erreicht wird. Mit schallabsorbierenden Laibungs- und Sturzverkleidungen wurde ein bewertetes Schalldämm-Maß von 33 dB gemessen [9]. Der anzustrebende Innenpegel von maximal 30 dB kann mit gekipptem Fenster somit je nach Situation bei Außenpegeln von bis zu 65 dB(A) eingehalten werden.

Für Konstruktionen mit nochmals verlängertem Schallweg geben einzelne Hersteller Schalldämm-Maße von bis zu 46 dB an.

Als weitere Maßnahme zur Aufwertung der lärmzugewandten Gebäudeseite können Loggien verglast werden. Die Loggien können Wohnungen aufwerten, da sie einen zusätzlichen Außenwohnbereich darstellen. Eine einfache Verglasung in der Art eines Kaltwintergartens hat aufgrund der Fugen einen mit einer Prallscheibe vergleichbaren, eher geringen lärmindernden Effekt. In Außenwohnbereichen sollte tagsüber die Einhaltung der Orientierungswerte der DIN 18005 [11] für Mischgebiete von 60 dB(A) angestrebt werden. Andernfalls wären diese Bereiche nicht zur Erholung nutzbar. Somit wäre hier eine Konstruktion mit einer geschlossenen Schallschutzverglasung erforderlich. So eine Verglasung ist jedoch luftdicht und erfordert daher ein schalldämmtes Belüftungssystem. Mit einer solchen belüfteten Konstruktion wäre eine erhebliche Pegelminderung um bis zu 20 dB(A) für die Loggia möglich [12] und für die dahinterliegenden Räume bei Kippstellung der Fenster eine Minderung um 30 dB gegenüber dem Außengeräuschpegel denkbar.

Bei Loggien mit südlicher Ausrichtung ist zu beachten, dass bei einer geschlossenen Verglasung bei Sonnenschein erhebliche Temperaturen auftreten können und daher auch eine Beschattung erforderlich sein kann.

4 Schiebeläden

Eine weitere Möglichkeit zur Verminderung des Lärms bei teilgeöffneten Fenstern ist der Vorbau von Schiebeläden. Die Schiebeläden werden unter Verwendung von schalldämmenden Materialien hergestellt und vor den Fenstern auf Führungsschienen montiert. Für die Kombination aus gekipptem Fenster und Schiebeläden werden Pegelminderungen von bis zu 27 dB angegeben [13], sodass diese Konstruktion bei Außenpegeln bis zu 57 dB zielführend wäre. Auch wenn in Anbetracht der durch deutlich aufwändigere Maßnahmen erreichbaren Werte diese Angaben allerdings etwas optimistisch erscheinen, können Schiebeläden sicherlich einen Beitrag für die Verbesserung des Innenpegels im Nachtzeitraum sein.

5 Resümee

Grundsätzlich ist auch eine Wohnbebauung in lärmbelasteten Bereichen möglich. Zumindest die besonders stark belasteten Bereiche sollten jedoch von schutzbedürftigen Nutzungen freige-

halten werden. Aufgrund des Baurechts sind die Anforderungen der DIN 4109 zumindest für schutzbedürftige Räume zwingend einzuhalten und dies ist im Lärmpegelbereich VII nur mit erheblichem und vermutlich unwirtschaftlichem Aufwand möglich.

Die Belüftung von Räumen an den lärmzugewandten Seiten wird häufig durch eine fenster-unabhängige, schallgedämmte Belüftung sichergestellt. Als Vorteil einer natürlichen Belüftung und die Möglichkeit des Öffnens der Fenster wird häufig der akustische Bezug zur Umgebung genannt. Wohnungen, die keinen akustische Bezug zur Außenwelt haben, werden in der Regel als unangenehm empfunden. Daher sind Grundrisse, die eine natürliche Belüftung und den Bezug zur Außenwelt an der lärmabgewandten Seite zumindest für Schlafräume ermöglichen, zu bevorzugen. Räume, die nicht zum Schlafen benutzt werden, können per Stoßlüftung gelüftet werden und sind somit auch an der lärmzugewandten Seite eher unkritisch.

Unabhängig von der Geräuscentwicklung sollte geprüft werden, ob eine Lüftung von der Straßenseite aus in Anbetracht der Verkehrsbelastung aus Gründen der Schadstoffbelastung sinnvoll ist.

Ich hoffe, dass diese Informationen bei der weiteren Planung des Vorhabens hilfreich sind. Für weitere Fragen stehe ich Ihnen gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen
ACCON GmbH



i. A. Arno Trautsch

6 Literaturverzeichnis

- [1] Bundesministerium für Verkehr, VLärmSchR 97, Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes, 1997.
- [2] DIN 4109-1:2016-07 Schallschutz im Hochbau - Teil 1: Mindestanforderungen.
- [3] DIN 4109-2:2016-07 Schallschutz im Hochbau - Teil 2: Rechnerische Nachweise der Erfüllung der Anforderungen.
- [4] Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums und des Wirtschaftsministeriums über Technische Baubestimmungen (Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen - VwV TB) vom 20. Dezember 2017 - Az.: 45-2601.1/51 (UM) und Az.: 5-2601.3 (WM).
- [5] DIN 4109-33:2016-07 Schallschutz im Hochbau - Teil 33: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) - Holz-, Leicht- und Trockenbau.
- [6] dataholz.eu – Katalog bauphysikalisch und ökologisch geprüfter und/oder zugelassener Holz- und Holzwerkstoffe, Baustoffe, Bauteile und Bauteilfügungen für den Holzbau freigegeben von akkreditierten Prüfanstalten; Österreichische Ges. für Holzforschung.
- [7] Schallschutz im Holzbau - Grundlagen und Vorbemessung; Holzbau Deutschland-Institut e.V. (Hrsg.); ISSN-Nr. 0466-2114; Berlin 2019.
- [8] VDI 2719:1987-08 Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen.
- [9] Schallschutz bei teilgeöffneten Fenstern; Hafencity Hamburg GmbH (Hrsg.); 2011.
- [10] S. Koch, P. Teller, SR. Mehra, L. Weber und D. Brandstetter: Zur Schalldämmung von zweischaligen Fassaden und „Prallscheiben“ (Konferenzbeitrag Deutsche Jahrestagung für Akustik), 2001.
- [11] Beiblatt 1 zu DIN 18005-1 Schallschutz im Städtebau; Berechnungsverfahren; Schalltechnische Orientierungswerte für die städtebauliche Planung, Mai 1987.
- [12] Handlungsprogramm Mittlerer Ring, Lärmschutzbaukasten Faltblatt Nr. 4 - Loggienverglasung; Landeshauptstadt München, Referat für Stadtplanung und Bauordnung (Hrsg.), Juni 2005.
- [13] Handlungsprogramm Mittlerer Ring, Lärmschutzbaukasten Faltblatt Nr. 2 - Schiebeläden; Landeshauptstadt München, Referat für Stadtplanung und Bauordnung (Hrsg.), Februar 2005.