

## VMPA-Vergleichsmessungen: Untersuchungen zu Lüftergeräuschen

Die langjährigen Vergleichsmessungen der VMPA-anerkannten Schallschutzprüfstellen ermöglichen spezielle Auswertungen und Beurteilungen der Mess-Unsicherheiten sowie praktischer Probleme bei der Durchführung akustischer Messungen am Bau nach DIN 4109. Im Folgenden sollen die Erfahrungen bei der akustischen Prüfung von Lüftergeräuschen nach DIN EN ISO 10052 beschrieben werden.

Im Vordergrund steht hier die Diskussion, ob der Maximalpegel mit oder ohne Eckposition ermittelt werden kann. Die praktischen Erfahrungen während der Vergleichsmessungen haben jedoch gezeigt, dass der Strömungswiderstands für nachströmende Luft innerhalb des Gebäudes einen wesentlichen Einfluss auf die sich einstellenden Pegel haben kann. Diese Randbedingung kann vom Prüfenieur selten direkt beeinflusst werden, so dass nur die genaue Dokumentation der vorgefundenen Situation bleibt.

### Vorbemerkung

Akustische Vergleichsmessungen sind in der modernen Bauphysik schon in den 1950er Jahren bekannt. Seit 1997 ist der VMPA – Verband der Materialprüfungsanstalten e.V. – mit dieser Aufgabe betraut und seit 2013 wird die Qualitätssicherung auf Basis einer klassischer Vergleichsmessung typischer Messsituationen, wie sie in der alltäglichen Praxis von Schallschutzprüfstellen vorkommen, durchgeführt [1]. Dieser Ansatz bietet eine übergeordnete Auswertung einzelner Fragestellungen auf den Messungen von über 80 VMPA-Schallschutzprüfstellen und ermöglicht auf Grund dieser außergewöhnlichen statistischen Basis Aussagen über die in der Praxis erzielbaren Genauigkeiten.

### Beobachtungen aus drei Jahren Messzeit

Im Rahmen der Vergleichsmessungen für VMPA-Schallschutzprüfstellen 2016–2018 wurde neben je einer Luftschall- und Trittschallaufgabe eine Gebäudetechnische Einrichtung untersucht. Während der Vorbereitung der Messungen fiel die Wahl auf eine einfache mechanische Lüftungsanlage, wie sie in aller Regel in Badezimmer und Küchen eingesetzt werden, um verbrauchte Raumluft nach außen zu leiten. Die Beobachtungen, die in der dreijährigen Messzeit gemacht werden konnten, sollen im Folgenden genauer diskutiert werden. (Bild 1)

### Beschreibung der Messaufgabe

In Bild 1 ist die Mess-Situation dargestellt: In einem eher schallharten, gefliesten Laborraum der MFPA Leipzig wurde ein Lüfter mit zwei Leistungsstufen installiert. Die Messaufgabe für die Prüfstellen beinhaltete die Bestimmung des maximalen Schalldruckpegels  $L_{AF,max,n}$  für beide Lüftungsstufen, jeweils einmal mit und einmal ohne Eckposition nach DIN EN ISO 10052 [2] in Anlehnung an DIN 4109-4 [3]. Insgesamt haben im ausgewerteten Messzyklus über 80 Prüfstellen im Laufe der 3 Jahre teilgenommen. Für 70 Prüfstellen liegen die vollständig nachvollziehbaren Informationen zu den jeweiligen Randbedingungen vor, so dass auf dieser Basis eine statistische Auswertung erfolgen konnte.



Bild 1 Darstellung des Lüfters im Laborraum der MFPA Leipzig

### Auswertung bezüglich der Eckposition

Im Nachgang zu den VMPA-Vergleichsmessungen 2013 – 2015 [4], bei denen im Rahmen der Messungen einer Armatur auf die Problematik der Eckposition nach [2] eingegangen wurde, sollten bei den hier vorgestellten Messungen die Ergebnisse aus [4] nochmals untersucht und wenn möglich erneut bestätigt werden. Der als Messraum dienende Laborraum war einseitig mit Schränken ausgestattet, die Decke war mit absorbierendem Material verkleidet, so dass lediglich die Raumecke vorne rechts in der Nähe der Eingangstür und die Raumecke hinten direkt unterhalb des Lüfters (siehe hierzu auch Bild 1) als mögliche schallharte Ecken zur Verfügung standen.

Bei der Auswertung der durchgeführten Messungen der VMPA-Prüfstellen fiel als erstes auf, dass die Wahl der verwendeten Eckposition sich als heterogen erwies. Etwa 2/3 der Labore hat sich für die näher an der Schallquelle gelegene Ecke unterhalb des Lüfters entschlossen. Hier stand die Interpretation der Norm in dem Sinne im Vordergrund, dass die schallharte Ecke als lauteste Ecke verstanden werden sollte. Bei den anderen Prüfstellen überwog die Sorge, dass die Ecke direkt unterhalb des Lüfters zu nah an der Schallquelle sei und damit der Direkt-schall überwiegen könnte. Des Weiteren war eine Körperschallanregung der Wand ausgehend von dem Lüfter nicht auszuschließen, so dass auch aus diesem Grund eine Pegelerhöhung in dieser Raumecke hätte hervorgerufen werden können. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die erhaltenen

Tabelle 1 Zusammenstellung der ermittelten Maximalpegel  $L_{AF,max,n}$  in Abhängigkeit der Mess-Situation

Mess-Situation	$L_{AF,max,n}$ in dB Gesamt- analyse	$L_{AF,max,n}$ in dB Ecke in Lüfternähe	$L_{AF,max,n}$ in dB Ecke Eingang
Anzahl der Prüfstellen	70	45	25
Stufe 1 ohne Eckposition	$55,3 \pm 2,1$	$55,3 \pm 1,7$	$55,3 \pm 2,2$
Stufe 1 mit Eckposition	$56,2 \pm 2,3$	$56,8 \pm 2,1$	$55,3 \pm 2,3$
Stufe 2 ohne Eckposition	$60,1 \pm 1,5$	$60,0 \pm 1,6$	$60,2 \pm 1,3$
Stufe 2 mit Eckposition	$61,0 \pm 1,4$	$61,3 \pm 1,3$	$60,3 \pm 1,3$

Mittelwerte und deren Standardabweichungen für die einzelnen Mess-Situationen.

Im Vergleich der erhaltenen Messwerte untereinander fällt auf, dass die Differenzen zwischen den Messungen mit und ohne Eckposition gering ausfallen. Im Rahmen der erzielbaren Genauigkeit ist kein signifikanter Unterschied erkennbar. Vielmehr zeigt sich bei der Messung der Eckposition vorne im Eingangsbereich – bei der sicher Direktschall und Körperschallanregung ausgeschlossen werden können – keinerlei Unterschiede zwischen den Messungen mit und ohne Eckposition. Schlussendlich bleibt festzuhalten, dass für die Messung der maximalen Schalldruckpegel gebäudetechnischer Anlagen der Verzicht auf die Eckposition nach DIN 4109-4 bestätigt wurde. Vielmehr sollte diese dritte Mikrofonposition innerhalb des Schallfeldes des zu untersuchenden Raumes platziert werden, so dass in Summe ein besserer Gesamteindruck ermittelt werden kann.

Auch hinsichtlich der Standardabweichungen bzw. Messunsicherheiten konnte im Rahmen der hier vorgestellten Messungen keine signifikante Verbesserung durch die Messung der Eckposition erzielt werden. Vielmehr ist auffallend, dass bei der leiseren Stellung 1 des Lüfters größere Abweichungen beobachtet wurden. Zum einen ist hier das Signal-Rausch-Verhältnis nicht so gut wie in Stufe 2, zum anderen ist die höhere Leistungsstufe des Lüfters weniger stark durch Umwelteinflüsse beeinflusst.

### Auswertung bezüglich der Jahresverläufe

Die jeweiligen Messungen der VMPA-Schallschutzprüfstellen werden in einzelnen Kampagnen mit 4 bis 6 Prüfstellen gemeinsam zu unterschiedlichen, vereinbarten Terminen an der MPPA Leipzig durchgeführt. Bild 2 zeigt den zeitlichen Verlauf der erzielten mittleren Maximalpegel für die Lüfterposition 2 ohne Eckposition. Deutlich ist eine Pegelabnahme während der wärmeren Sommerzeit erkennbar. Im Laufe der Messungen war dieses Verhalten nicht erklärbar. Naheliegender Verdacht war eine Drift des Gerätes, welches in aller Regel nur während der Messkampagnen selber verwendet wurde. Aber, nachdem im folgenden Winter wieder die

ersten Messungen die Referenzmessungen der PTB bei vergleichbaren Bedingungen bestätigten, schied diese Ursache aus. Analysen bezüglich Windgeschwindigkeit und -richtung sowie anderen Einflussgrößen ergaben zunächst auch keinen reproduzierbaren Zusammenhang. Die Darstellung der Mittelwerte der  $L_{AF,max,n}$  gegen die mittlere Außentemperatur (siehe Bild 3) ergab zumindest eine deutliche Tendenz: Je wärmer die Außentemperatur, desto leiser arbeitete der Lüfter. (Bild 3)

Erst durch einen Zufall (Beobachtung der Messung im richtigen Zeitpunkt) konnte die Ursache für die starken Schwankungen identifiziert werden. Während der Aufzeichnungsphase eines Pegel-Zeit-Verlaufs wurde eine gegenüberliegende Tür zum Flur geöffnet und der Pegel im Empfangsraum mit laufendem Lüfter sank so lange die gegenüberliegende Tür offen stand um mehr als 1 dB ab, um im Anschluss wieder anzusteigen.

## Cadna B<sup>®</sup>

### Das bauakustische Planungssystem



**CadnaB** ist die Software zur Berechnung der Luft- und Trittschallübertragung für alle Raumpaare eines Gebäudes sowie der Schallübertragung von Außengeräuschen. Für eine erweiterte Übertragungsberechnung kann eine Verbindung zu CadnaA und/oder CadnaR hergestellt werden.



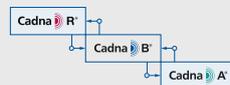
#### Berechnung

**CadnaB** berechnet die Luft- und Trittschallübertragung nach ISO 12354 und DIN 4109. Die Software ist konzipiert um zukünftig weitere Berechnungsnormen zu implementieren.



#### Bearbeitung / Modellierung

Die moderne Benutzeroberfläche von **CadnaB** ermöglicht die effiziente und einfache Modellierung eines Gebäudes inklusive aller Räume. Bastian-Dateien können mit nur wenigen Klicks importiert werden.



#### Connectivity

Verbinden Sie **CadnaB** mit CadnaA und/oder CadnaR für eine erweiterte Berechnung der Schallübertragung von außen nach innen (und umgekehrt).



#### Ergebnispräsentation

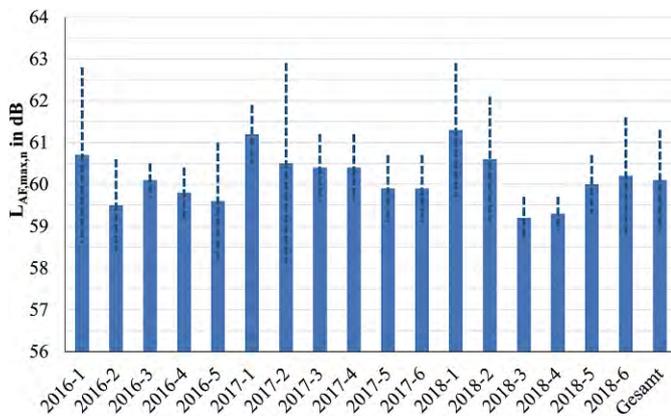
Profitieren Sie mit **CadnaB** von den modernen Werkzeugen zur Darstellung und Analyse der Ergebnisse. Zur Dokumentation kann ein vollständiger Bericht nach Word (.docx) exportiert werden.

**Exklusiv für Leser: Kostenlose Online-Softwarevorstellung CadnaB am 27. 09. 2022 von 10 - 11 Uhr**  
Anmeldung unter [info@datakustik.com](mailto:info@datakustik.com) – wir freuen uns auf Sie!



DataKustik GmbH  
Dornierstraße 4  
82205 Gilching

Telefon: +49 8105 77467 0  
E-Mail: [info@datakustik.com](mailto:info@datakustik.com)  
[www.datakustik.com](http://www.datakustik.com)

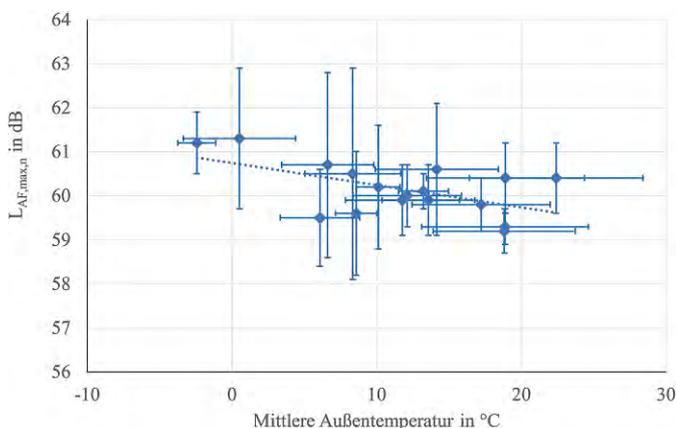


**Bild 2** Darstellung der im Rahmen der einzelnen Messtermine erzielten Ergebnisse in der zeitlichen Abfolge: Mittelwerte mit den berechneten Standardabweichungen als Fehlerbalken

Der montierte Lüfter fördert eine bestimmte Luftmenge von innen nach außen. Diese muss vom Innenraum in den betrachteten Laborraum nachströmen. Naheliegender Widerstand für die nachströmende Luft ist die geschlossene Tür zwischen Flur und gemessenen Laborraum. Es muss jedoch weiterhin Luft von außen in das Volumen des Gebäudes nachgeführt werden und hier spielt die Anzahl geöffneter Fenster und Türen in benachbarten Räumen eine wesentliche Rolle. Im Winter sind die Fenster überwiegend geschlossen, der Strömungswiderstand für nachströmende Luft ist entsprechend hoch. Je wärmer es wird, desto mehr werden in Räumen Fenster gekippt bis hin zum Hochsommer, wo oftmals zusätzlich die Außentüren ständig offengehalten werden, damit warme, überhitzte Innenraumluft nach außen abgeführt werden kann.

Im Sommer ist der Gesamtströmungswiderstand innerhalb des Gebäudes deutlich geringer und dies äußert sich in einem entsprechend geringerem Geräuschniveau des Lüfters. Dieser Zusammenhang ist auch die Erklärung für die teilweise sehr starken Schwankungen innerhalb einer Messkampagne: Morgens bei kalter Frühlingsluft blieben die Fenster noch geschlossen, mit steigender Erwärmung und Sonneneinstrahlung wurden mehr und mehr Fenster geöffnet. Folge war ein deutlich sinkender  $L_{AF,max,n}$  im Tagesverlauf.

Auf eine Bitte des Autors wurde zur Überprüfung der beschriebenen Hypothese von einer Prüfstelle eine zusätzliche Messung durchgeführt. Die erste Messung erfolgte unter den gegebenen, vorhandenen Bedingungen (Juni, fröhlich warm, einige Fenster in Kippstellung, Außentüren geschlossen), direkt im Anschluss und somit unter Wiederholbedingungen erfolgte eine



**Bild 3** Zusammenhang zwischen ermittelten  $L_{AF,max,n}$  (Stufe 2 ohne Eckposition) und mittlerer Außentemperatur der einzelnen Messtermine

Messung der gleichen Aufgabe mit komplett abgedichteter Labortür (jeweils in Stufe 1/Stufe 2 des Lüfters):

- undichte Tür  $L_{AF,max,n} = 57,2/60,5$  dB
- gedichtete Tür  $L_{AF,max,n} = 60,1/65,5$  dB

Die Abdichtung der Tür führte zu einem Anstieg der Maximalpegel um 3/5 dB. Die Änderung der Fensterstellungen im Gebäude (= Änderung des Strömungswiderstands innerhalb des Gebäudes) im Jahres- bzw. im Tagesverlauf führte also zu den unterschiedlichen Ergebnissen.

### Zusammenfassung und Ausblick

Die Messungen der gebäudetechnischen Anlage (hier Lüfter) belegen, dass der nach DIN 4109-4 [3] mögliche Verzicht auf die Eckposition zulässig ist und bestätigen damit die während des ersten Zyklus [4] gemachten Erfahrungen: Eine genauere Beurteilung der vorhandenen Situation ist durch die Mikrofonposition in einer wählbaren Ecke des zu untersuchenden Raumes nicht gegeben. Dies wird sich wahrscheinlich auch in der überarbeiteten Neufassung der DIN 4109-4, deren Entwurf für 2022/2023 angekündigt ist, widerspiegeln.

Gerade bei Lüftungsanlagen ergibt sich bei schalltechnischen Untersuchungen die Problematik, dass einige für das akustische Verhalten relevante Einflussfaktoren während der Messung nicht kontrollierbar sind. Der sich einstellende Gesamtströmungswiderstand innerhalb eines Gebäudes (also auch die Fensterstellung benachbarter Räume bzw. Wohnungen) kann einen wesentlichen Einfluss auf das ermittelte Ergebnis haben und damit ausschlagend dafür sein, ob zulässige Höchstwerte überschritten werden.

Da der innerhalb des zu prüfenden Gebäudes vorgefundene Strömungswiderstand von der Prüfstelle kaum bzw. nicht zu beeinflussen ist, müssen diese Randbedingungen während der Messung dokumentiert werden. Ähnlich wie bei der akustischen Prüfung von Armaturen kann nur auf diesem Wege eine Reproduzierbarkeit der ermittelten Pegel sichergestellt werden.

*Dr.-Ing. Dipl.-Phys. Anatol Worch, Bauphysik Worch/FH Bielefeld Campus Minden; Camillo Klimke M.B.L., Geschäftsführer des Verbands der Materialprüfanstalten VMPA e.V.*

### Literatur:

- [1] Worch, A.; Klimke, C.: Qualitätssicherung der VMPA-erkannten Schallschutzprüfstellen. In: Bauphysik 43, Heft 4, S. A7 – A11, Ernst & Sohn, Berlin
- [2] DIN EN ISO 10052:2010-10: Messung der Luftschalldämmung und Trittschalldämmung und des Schalls von haustechnischen Anlagen in Gebäuden – Kurzverfahren; Beuth-Verlag, Berlin,
- [3] DIN 4109-4:2016-07: Schallschutz im Hochbau – Teil 4: Bauakustische Prüfungen; Beuth Verlag, Berlin
- [4] Worch, A., Stange-Kölling, S., Wittstock, V.: Auswertung der Schallschutz-Vergleichsmessungen der VMPA-erkannten Prüfstellen 2013–2015. In: Fortschritte der Akustik DAGA 2016, Deutsche Gesellschaft für Akustik, Berlin 2016
- [5] Worch, A., Stange-Kölling, S., Wittstock, V.: Auswertung der Schallschutz-Vergleichsmessungen der VMPA-erkannten Prüfstellen 2016–2018. In: Fortschritte der Akustik DAGA 2019

www.vmpa.de