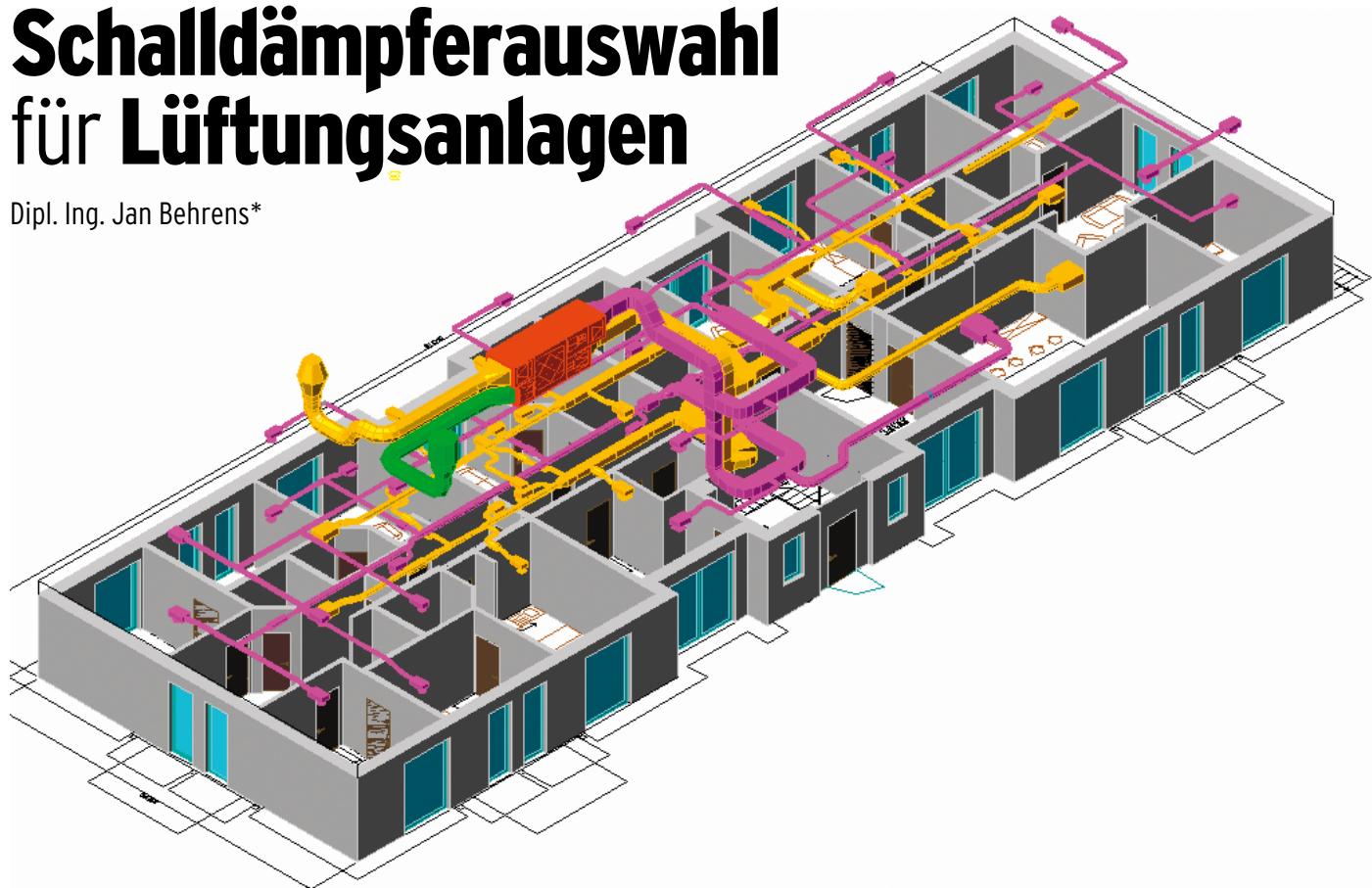


Schalldämpferauswahl für Lüftungsanlagen

Dipl. Ing. Jan Behrens*



Besonders in raumluftechnischen Anlagen ist der Einsatz von Schalldämpfern meist ein notwendiges Muss, um die Schallschutzanforderungen der schutzbedürftigen Räume erfüllen zu können. Doch nur allzu oft beruht die Auswahl der Schalldämpfer auf Schätzungen und Erfahrungswerten oder auf nur einer Berechnung in einem bestimmten Frequenzbereich. Als Folge stellt sich dann für den Fachplaner nicht selten heraus, dass der so ermittelte Schalldämpfer den Anforderungen an Schalldämpfung nicht gerecht wird, überdimensioniert ist oder sogar selbst zu einer störenden Schallquelle wird.

Als Ursache für die Geräuschentwicklung in raumluftechnischen Anlagen kommen mehrere Faktoren in Betracht, angefangen von strömungstechnisch ungünstigen Bauteilen über zu hohe Luftgeschwindigkeiten bis hin

zu starken Eigengeräuschen durch die Ventilatoren. Primär kann der Geräuschentstehung bereits durch geringe Luftgeschwindigkeiten und strömungsbegünstigte Bauteile wie Bögen statt Winkel, keine scharfkantigen Abzweige oder Querschnittssprünge und strömungsoptimierte Schalldämpfer entgegen gewirkt werden. Diese

Maßnahmen wirken sich in der Regel durch den geringeren Druckverlust im Luftkanalnetz auch positiv auf den Energieverbrauch einer Lüftungsanlage aus. Da die verbleibenden Schallemissionen aus der Lüftungsanlage dennoch meist störend wirken, sind diese zu begrenzen, sodass in den zu belüftenden Räumen die Behaglichkeitskriterien eingehalten werden. Richtwerte für maximale Schalldruckpegel in Räumen sind unter anderem in der DIN EN 13779 „Lüftung von Nichtwohngebäuden –

Allgemeine Grundlagen und Anforderungen an Lüftungs- und Klimaanlagen“ zu finden.

Für eine korrekte Schalldämpferauslegung muss der Fachplaner das gesamte Lüftungssystem betrachten. Ideal ist es, wenn die Schallentwicklungen sämtlicher Einbauten in allen Richtungen berücksichtigt werden. Diese Betrachtung kann je nach Anlagengestaltung und -größe sehr umfangreich sein und sollte daher mithilfe eines Berechnungsprogrammes durchgeführt werden.

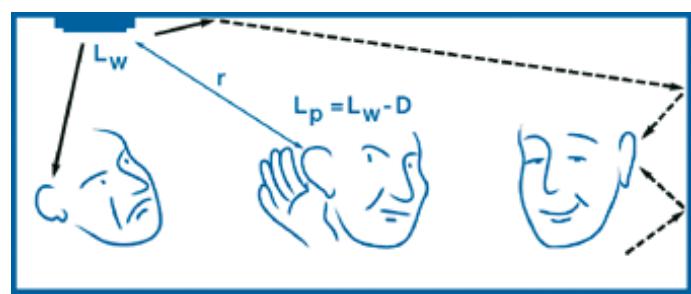
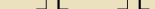


Bild 1: Einfluss der Raumeigenschaften auf den Schall, Direktfeld/Diffusfeld.

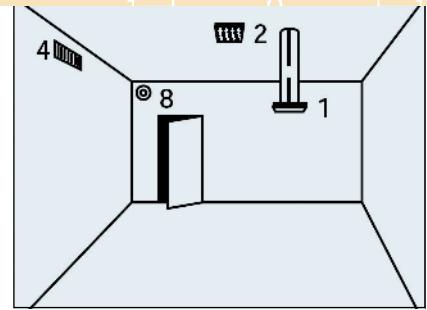
$$L_p = L_w + 10 \cdot \log \left\{ \frac{Q}{\frac{4}{4 - \pi \cdot r^2}} + \frac{4}{A} \right\} \quad \text{mit } A = 0,163 \frac{V}{T} \text{ (nach W. C. Sabine)}$$



 Direktfeld Diffusfeld

V = Raumvolumen [m^3]
 T = Nachhallzeit [s]

- L_p = Schalldruckpegel im Abstand r
- L_w = Schallleistung der Schallquelle
- Q = Abstrahlungsfaktor entsprechend Bild 2
- r = Abstand zur Schallquelle [m]
- A = äquivalente Schallabsorptionsfläche [m^2 Sabine]



■ Bild 2: Abstrahlungsfaktor Q (Der Wert ist dem jeweiligen Luftdurchlass zugeordnet).

■ Formel 1: Umrechnung des Schallleistungspegels zum Schalldruckpegel (im Raum).

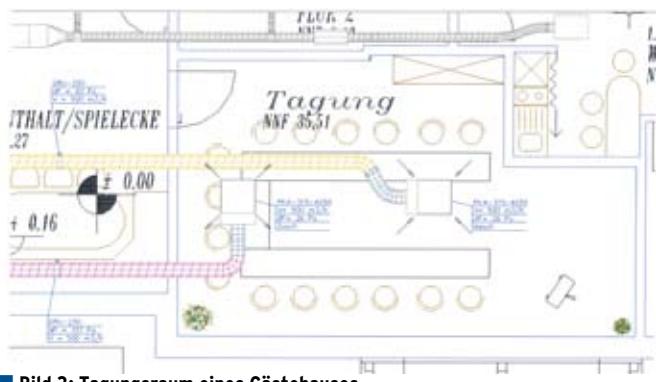
Betrachtung des Raums

In Räumen wird der Schall der Luftauslässe von den Wänden des Raumes zum Teil absorbiert und zum Teil reflektiert. Eine Kenngröße für das akustische Verhalten eines Raumes ist die Nachhallzeit. Sie wird definiert als diejenige Zeit, in der ein Schalldruckpegel nach beendeter Schallsendung um 60 dB abfällt. Je größer der Abstand zur Schallquelle ist (Bild 1), desto größer wird der Einfluss der Raummeigenschaften auf den Schall (Diffusfeld). Bei kleinem Abstand zur Schallquelle wirkt die direkte Schallabstrahlung (Direktfeld).

Die Umrechnung des Schallleistungspegels in den Schalldruckpegel erfolgt somit in Abhangigkeit der Eigenschaften des Raumes. So kann der Schalldruckpegel einer Schallquelle fur jeden Punkt im Raum errechnet werden (Formel 1).

Betrachtung des Lüftungssystems

Jeder Luftdurchlass verhält sich aus Sicht des Raumes als Doppelschallquelle – Eigen-schallerzeugung $L_{WA\ LA}$ und Anlagenschall $L_{WA\ AN}$. Der An-lagenschall ist der Schall, der durch das Lüftungssystem er-



■ Bild 3: Tagungsraum eines Gästehauses.

Was ist der Unterschied zwischen Schalldruck und Schallleistung?

Unter Schalldruck versteht man das abwechselnde Verdichten und Entspannen der Luft, das durch eine Geräuschquelle erzeugt wird und was wir hören. Die Schallleistung ist eine theoretische Größe, die nicht hörbar ist. Der Unterschied zwischen dem Schalldruck und der Schallleistung lässt sich an einem Beispiel eines Trompeters wie folgt erklären: Die Schalldruckwellen sind das, was wir hören. Sie sind entfernungs- und raumabhängig, das heißt mit zunehmender Entfernung nimmt die Intensität ab. Die notwendige Arbeit/Leistung, die der Trompeter für die Erzeugung der Schalldruckwellen erbringen muss, ist die Schallleistung (vermindert um den Wirkungsgrad der Trompete). Unabhängig von unserem Hören, also von Entfernung und Raum, muss der Trompeter immer das Gleiche leisten. Die Schallleistung ist somit entfernungs- und raumunabhängig und wird daher innerhalb des Lüftungssystems zur Berechnung angewendet. Außerhalb des Lüftungssystems (im Raum) kann dieser Wert in den Schalldruckpegel umgerechnet werden.

zeugt und durch den Luftdurchlass in den Raum übertragen wird. Hauptschallquelle des Lüftungssystems ist meist der Ventilator. Da diese Schallquelle bekannt ist,

■ Tabelle 1: Eigenschaften des Tagungsraumes.

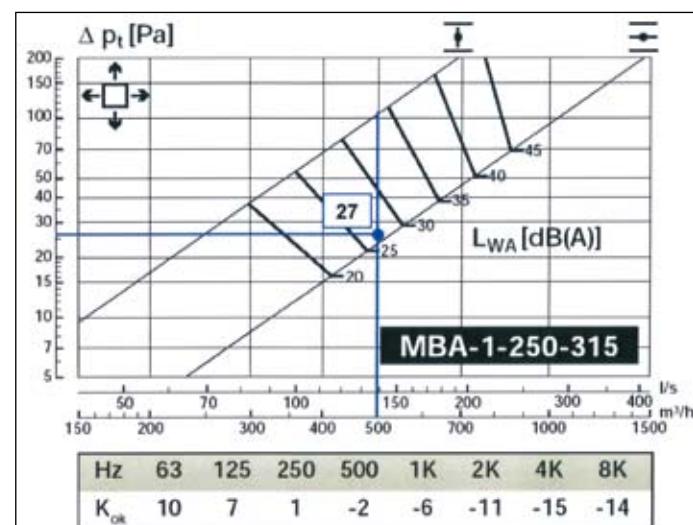
Fläche	35,5 m ²
Höhe	2,8 m
Zuluft	500 m ³ /h
Abluft	500 m ³ /h
Zul. Schalldruckpegel	35 dB(A)
Nachhallzeit T	0,5 s

wird hier in der Regel auch ein Schalldämpfer vorgesehen. Schwieriger ist es, die unbekannten Schallquellen eines Systems zu entdecken, die sich am häufigsten aus scharfkantigen Einbauteilen ergeben, wie Drosselklappen, Absperrklappen und Volumenstromregler.

Eigenschallerzeugung

Das folgende Beispiel soll zunächst die Eigenschallergie von Luftdurchlässen aufzeigen. In Bild 3 ist ein kleiner Tagungsraum eines Gästehauses dargestellt. Die Eigenschaften des Raumes können der Tabelle 1 entnommen werden. Die eingepflanzten Luftdurchlässe sollen zur Vermeidung des Telefonieschalls (Schallübertragung von Raum zu Raum) mit schalldämmenden Anschlusskästen ausgestattet werden. Den Diagrammen (Bilder 4 und 5) kann der Schalleistungspegel der gewählten Durchlässe in Abhängigkeit des Volumenstroms und der Drosselwerte (Druckverlustberechnung) entnommen werden. Aus der Abgleichsberechnung ergeben sich folgende angenommene Drosselwerte für die Luftdurchlässe:

- Zuluft: 133 Pa (Der Zuluftdurchlass kann diesen Wert nicht erbringen. Es wird die notwendige Drosselung auf eine Regulierklappe (107



■ Bild 4: Diagramm Zuluftdurchlass, ermittelter Schallleistungspegel $\equiv 27 \text{ dB(A)}$

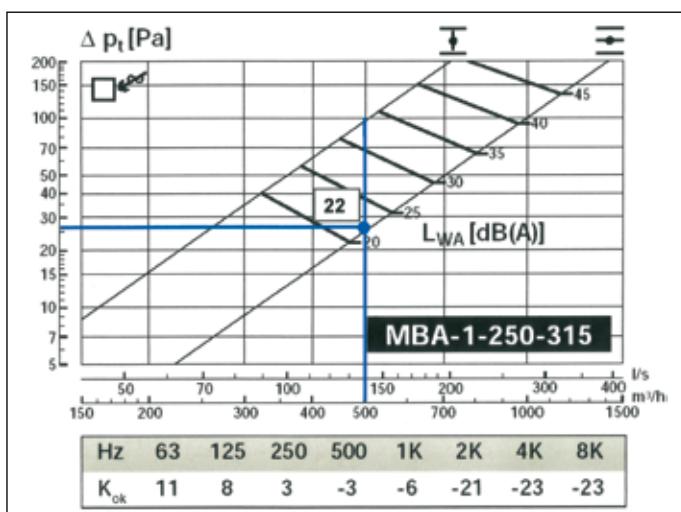


Bild 5: Diagramm Abluftdurchlass, ermittelter Schallleistungspegel = 22 dB(A).

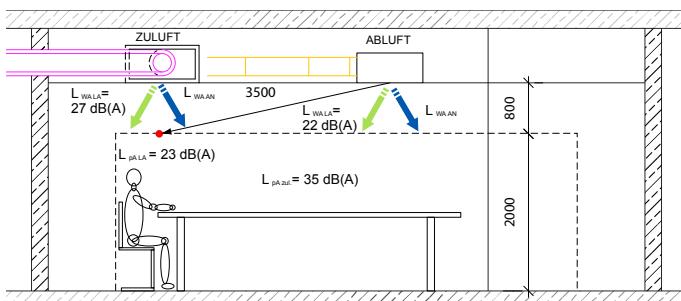


Bild 6: Symbolische Schnittdarstellung des Tagungsraums. Der Abstand zur Schallquelle (r) beträgt für den Zuluftdurchlass 0,8 m und für den Abluftdurchlass 3,5 m.

- Pa) und den Luftdurchlass (26 Pa) aufgeteilt). Aus dem Diagramm in Bild 4 ergibt sich ein Schallleistungspegel von 27 dB(A). ● Abluft: 90 Pa (Der Abluftdurchlass arbeitet mit dieser Anforderung im oberen Bereich seines Regelfeldes. Es wird auch hier die notwendige Drosselung auf eine Regulierklappe (64 Pa) und den Luftdurchlass (26 Pa) aufgeteilt). Der Schallleistungspegel beträgt in diesem Fall 22 dB(A) (Bild 5).

Für den Punkt A in Bild 6 errechnet sich damit ein Schalldruckpegel von 23 dB(A) für den Zuluftdurchlass und 13 dB(A) für den Abluftdurchlass (jeweils nach Formel 1). Durch die logarithmische Summierung beider Schallquellen (Luftdurchlässe) er-

gibt sich damit ein Gesamt-Schalldruckpegel von 23 dB(A) für die Eigenschallerzeugung (Formel 2). Damit wird der zulässige Schalldruckpegel des Tagungsraumes (35 dB(A)) durch die Eigenschallerzeugung der Luftdurchlässe nicht überschritten.

Anlagenschall

Der Gesamt-Anlagenschall $L_{PA,AN}$ der maximal durch die Luftdurchlässe in den Raum gelangen darf, wird durch die logarithmische Subtraktion des Gesamt-Schalldruckpegels (23 dB(A) Eigenschallerzeugung der Durchlässe) vom zulässigen Raum-Schalldruckpegel (35 dB(A), Tabelle 1) berechnet (Formel 3). Je

$$L_{PA,LA} = 10 \cdot \log(10^{\frac{L_{PA,ZU}}{10}} + 10^{\frac{L_{PA,AB}}{10}}) 23 \text{ dB(A)}$$

$L_{PA,LA}$ = Gesamt-Schalldruckpegel im Punkt A durch die Luftdurchlässe
 $L_{PA,ZU}$ = Schalldruckpegel im Punkt A durch den Zuluftdurchlass
 $L_{PA,AB}$ = Schalldruckpegel im Punkt A durch den Abluftdurchlass

Formel 2: Die logarithmische Summierung beider Schalldruckpegel

(23 dB(A) für Zuluftdurchlass und 13 dB(A) für Abluftdurchlass) ergibt einen Gesamt-Schalldruckpegel von 23 dB(A).

$$L_{PA,AN} = 10 \cdot \log(10^{\frac{L_{PA,ZU}}{10}} - 10^{\frac{L_{PA,LA}}{10}}) 35 \text{ dB(A)}$$

$L_{PA,AN}$ = max. Gesamt-Schalldruckpegel, der aus der Lüftungsanlage in den Raum übertragen werden darf
 $L_{PA,ZU}$ = Zulässiger Schalldruckpegel im Raum (Tabelle 1)
 $L_{PA,LA}$ = Gesamt-Schalldruckpegel im Punkt A von den Luftdurchlässen (Eigenschallerzeugung)

Formel 3: Berechnung des Gesamt-Anlagenschalldruckpegels, der in den Raum übertragen werden darf.

ist der erzeugte Schall durch die Luftdurchlässe so gering, dass der maximal zulässige Emissionswert aus dem Lüftungssystem dem zulässigen Schalldruckpegel im Raum entspricht (35 dB(A)).

Dieser Wert wird im Beispiel durch zwei Durchlässe in Summe übertragen. Vereinfachend wird davon ausgegangen, dass sich der Anlagenschall gleichmäßig auf Abluft und Zuluft aufteilt. Damit im nächsten Schritt der zulässige

Anlagen-Schallleistungspegel für jeden Durchlass berechnet werden kann, wird das logarithmische Multiplikationsgesetz (Bild 7) zur Aufteilung des Gesamt-Anlagenschalls $L_{PA,AN}$ auf zwei gleichartige Schallquellen angewandt. Für zwei Schallquellen gilt somit ein Differenzwert von rund 3 dB. Das Lüftungssystem darf also bezogen auf den ungünstigsten Punkt (Punkt A) aus dem Zuluftdurchlass wie auch aus dem Abluftdurchlass ei-

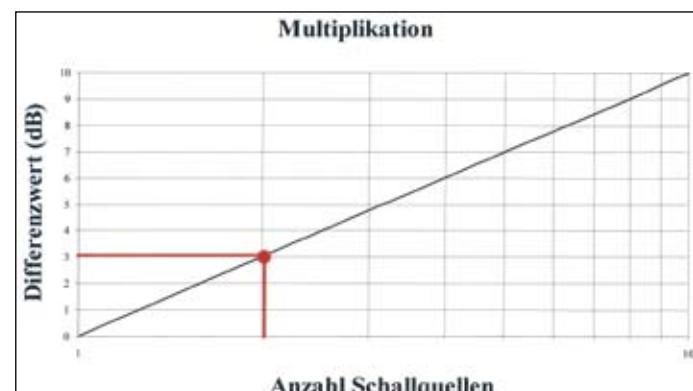


Bild 7: Multiplikation von Schallquellen (Schallerhöhung entsprechend der Anzahl gleicher Schallquellen).

$$L_{WA,AN} = L_{PA,LA} - 10 \cdot \log \left\{ \frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot r^2} + \frac{4}{A} \right\} = 36 \text{ dB(A)}$$

$L_{WA,AN}$ = max. Schallleistungspegel, der aus der Lüftungsanlage an jedem Durchlass in den Raum übertragen werden darf
 $L_{PA,LA}$ = Gesamt-Schalldruckpegel im Punkt A durch die Luftdurchlässe
 r = geringster Abstand zum Luftdurchlass (in diesem Fall 0,8 m)

Formel 4: Mit der Berechnung des maximalen Anlagen-Schallleistungspegels für den ungünstigsten Luftdurchlass wird der Grenzwert für die anderen Luftdurchlässe (mit dem geringeren Eigenschalldruckpegel) automatisch eingehalten.

nen Wert von 32 dB(A) in den Raum übertragen.

Wird nun die Formel 1 zu L_w umgestellt, so kann der zulässige Schalldruckpegel, der für jeden Luftdurchlass 32 dB(A) beträgt, umgerechnet werden auf den zulässigen Schallleistungspegel am Durchlass (Formel 4). Wird für jeden Durchlass der ungünstigste Punkt im Raum betrachtet so befindet sich dieser in der Regel direkt unter dem Auslass an der Grenze zum Behaglichkeitsbereich (im Beispiel jeweils

Tabelle 2: Zulässiges Schallleistungsspektrum nach NR 28, welches an den Raum übertragen werden darf. Zum Vergleich (Kontrollrechnung) zeigt die A-Bewertung dieser Werte einen Summenpegel von 36 dB(A).

Oktavband Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Summe
Schallspektrum aus Bild 8	57	45	37	31	27	24	22	20	55 dB
A- Filter	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	
Bewertet (zum vgl. m. L_w)	31	29	28	28	27	25	23	19	36 dB(A)

(Noise rating) (Bild 8). Diese sind international als Grenzkurven anerkannt. Da in der Beispielrechnung bereits eine Bewertung (A-Bewertung) enthalten ist (36 dB(A)), wird hier zunächst der Wert auf die entsprechende NR-Kurve zu-

- bei Schallpegeln < 30 dB(A): Schallpegel - 10 = ~NR-Kurve.

Für den zulässigen Schallleistungspegel von 36 dB(A) ergibt sich somit eine Grenzkurve von NR 28. Aus Bild 8 kann das zulässige Schallleistungsspektrum abgelesen werden, das aus der Anlage am Luftdurchlass an den Raum übertragen werden darf (Tabelle 2).

Ohne ein Ergebnis zu präsentieren, erkennt man spätestens an dieser Stelle, wie aufwendig der Berechnungsgang einer Schalldämpferauslegung sein kann. Die weitere Berechnung bzw. das Ergebnis soll daher mit einem Berechnungsprogramm aufgezeigt werden.

Das Berechnungsprogramm

Mithilfe eines Berechnungsprogrammes wie CADvent werden viele Arbeiten automatisch ausgeführt. Dabei verbindet das Programm die CAD-Komponenten mit dem Berechnungsablauf. Bild 9 zeigt eine 3-D-Darstellung von dem Anlagenbeispiel mit dem Strangverlauf

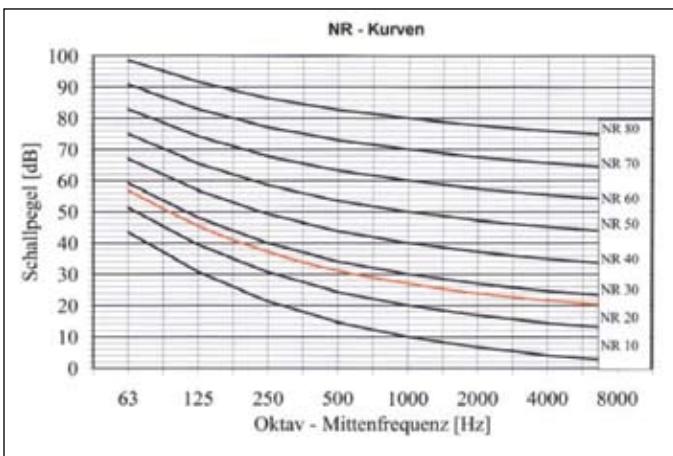


Bild 8: Durch die Schallpegelbewertung nach den NR-Kurven kann das zulässige Schallleistungsspektrum, welches an den Raum übertragen werden darf, festgestellt werden.

ein Abstand von $r = 0,8$ m). Es ergibt sich damit ein zulässiger Schallleistungspegel, der durch das Lüftungssystem über die Durchlässe (am Zu- und Abluftdurchlass jeweils 36 dB(A)) an den Raum übertragen werden darf.

rückgerechnet. Als Faustformel gilt dabei:

- bei Schallpegeln zwischen 100 – 130 dB(A): Schallpegel - 5 = ~NR-Kurve,
- bei Schallpegeln 30 – 100 dB(A): Schallpegel - 8 = ~NR-Kurve,

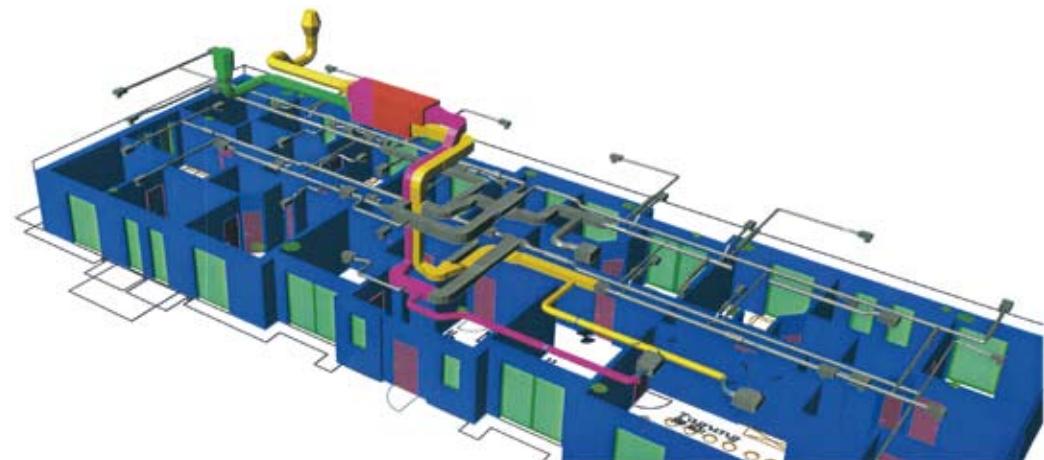


Bild 9: 3-D-Darstellung des Lüftungssystems.

■ Tabelle 3: Berechnung der zulässigen und erzeugten Schallwerte. Bei der Regulierklappe ist zu erkennen, dass die Schallerzeugung im Frequenzband 250 Hz um 5 dB höher ist als der zulässige Schall an dieser Stelle.

Beschreibung	Typ		Oktavband									Oktavband							
			63	125	250	500	1k	2k	4k	8k		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
Luftdurchlass	PKA-315	Lw-Zul.	57	44	37	30	26	24	22	20	Lw Gen.	40	37	31	28	24	19	15	16
		D	16	10	6	17	14	15	19	21	Diff.	0	0	0	0	0	0	0	0
Flex-Rohr	SRF-C 250	Lw-Zul.	73	54	43	47	40	39	41	41	Lw Gen.	20	19	17	14	13	6	4	2
		D	0	0	0	0	0	0	0	0	Diff.	0	0	0	0	0	0	0	0
Rohr	SR-250	Lw-Zul.	73	54	43	47	40	39	41	41	Lw Gen.	15	14	13	11	10	9	0	0
		D	0	0	0	0	1	2	3	3	Diff.	0	0	0	0	0	0	0	0
Regulierklappe	DRU-250	Lw-Zul.	73	54	43	47	41	41	44	44	Lw Gen.	56	53	48	42	39	37	39	39
		D	0	0	0	0	0	0	0	0	Diff.	0	0	5	0	0	0	0	0
Rohr	SR-250	Lw-Zul.	73	54	43	47	41	41	44	44	Lw Gen.	15	14	13	11	10	9	0	0
		D	0	0	0	0	0	0	0	0	Diff.	0	0	0	0	0	0	0	0
Zul. Schall im Kanalsystem		Lw-Zul.	79	60	49	53	50	51	57	57									

■ Tabelle 4: Übersicht verschiedener Schalldämpfer der Dimension 250. Für das Berechnungsbeispiel kommen nur drei verschiedene Schalldämpfertypen zur Auswahl.

Typ	d mm	L mm	Einsatzdämpfung (dB) in Oktavenbändern (Hz)								
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
SLU	250	600	1	3	7	15	26	14	9	8	
	250	900	2	4	9	20	38	19	11	10	
	250	1200	2	4	11	25	50	25	14	11	
SLGU 10	250	600	4	6	10	14	16	14	9	8	
	250	900	5	8	16	24	27	21	12	10	
	250	1000	5	9	17	29	33	24	12	10	
SLGU 15	250	1200	5	10	19	32	39	29	14	11	
	250	1000	7	11	19	26	32	24	12	10	
	250	1200	8	12	22	33	40	28	14	11	
LRCA	250	500	4	4	8	12	15	13	8	6	
	250	1000	9	7	15	24	30	24	14	11	
SLFA 25	250	1000	1	2	4	9	18	19	9	9	
SLFA 50	250	1000	2	4	8	16	33	15	11	12	
BSLU 50	250	370		2	6	17	29	28	24	22	
BSLU 100	250	370		4	11	16	27	28	26	22	

men. Das Berechnungsprogramm berücksichtigt jedoch die Schallausbreitung in alle Richtungen, wodurch sofort erkennbar wird, ob Schalldämpfer im System aufgrund von zu hohen Eigenschallwerten notwendig sind. Die Tabelle 4 stellt eine Übersicht unterschiedlicher Schalldämpfer der Dimension DN 250 dar. Es kommen drei Schalldämpfer in Betracht, um die Schallanforderung durch die Drosselklappe zu dämpfen.

Wenn das Lüftungssystem schalltechnisch abgeglichen ist, wird nach dem gleichen Berechnungsverfahren der zulässige Schallwert hinter dem Lüftungsgerät berechnet.

Betrachtung des Lüftungsgerätes

Hersteller von Lüftungsgeräten geben für ihre Geräte Schallwerte an den Anschlussstutzen an. Für die Zuluft müssen somit die Schallwerte am Druckstutzen den zulässigen Werten an dieser Stelle gegenübergestellt werden. In Tabelle 5 wird ein Auszug aus dem Berechnungsprogramm CADvent dargestellt. Die erste Komponente nach dem Ventilator ist ein Übergangsstück von 800 x 500 mm auf 400 x 400 mm. Die vierte Zahlenreihe hinter dieser Komponente zeigt die Differenz zwischen zulässigem und vorherrschendem Schall an, respektive die notwendigen Dämpfungswerte des Schalldämpfers.

fer. An Position 7 wurde ein Kanalstück mit der Länge 1633 mm eingeplant, hier soll ein Schalldämpfer eingesetzt werden. Hierbei fallen besonders die Werte in den Frequenzen 125 Hz mit 12 dB und 250 Hz mit 14 dB auf. Im ersten Blick bestätigt das Protokoll die Behauptung, dass die Betrachtung der Frequenz 250 Hz als Referenzfrequenz vollkommen ausreichend sei. Vergleicht man allerdings die notwendige Dämpfung mit den Dämpfungswerten von Kulissenschalldämpfern wird erkannt, dass die Anforderung an 125 Hz wesentlich hochwertiger ist. Bestätigt wird dieses in der Gegenüberstellung verschiedener Schalldämpfertypen (Bild 10).

Achtung: Wäre die Berechnung ausschließlich bei 250 Hz durchgeführt worden, so würde der Schalldämpfer in der ersten Position der Auswahlliste (Bild 10) zwar genügen, jedoch würde dann der Dämpfungswert im Frequenzband 125 Hz von 8 dB nicht ausreichend sein. Ein Schalldämpfer, der auch die Kriterien bei 125 Hz von 12 dB erfüllt, ist in Zeile sechs bzw. drei (Bild 10) dargestellt. Bei der Auswahl des Schalldämpfers aus Zeile sechs hat dieser bei 250 Hz eine Dämpfung



Tabelle 5: Schalldaten-Protokoll aus CADvent ohne Schalldämpfung.

Generated by CADvent 2.1.0.141

CADvent Schalldaten

Anlage: LB1
 Luftrichtung: SUPPLY
 Bearbeiter: Jan Behrens

Erläuterung der Schallpegel

1. Reihe: Schalleistung hinter Komponente
2. Reihe: Eigenschallerezeugung
3. Reihe: Schalldämpfung
4. Reihe: Notwendige Schalldämpfung

[Nr.]	Produktbezeichnung	Gesamtschallpegel		Schallpegel							
		dB(A)	dB(C)	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
1	US-800-500-400-400--50--200-600	79	85	81 0 1 0	80 0 1 12	74 0 1 14	77 0 1 8	73 0 1 3	72 0 1 0	67 0 1 0	62 0 1 7
2	K-400-400-400	79	85	81 28 0 0	80 27 0 12	74 26 0 14	77 24 0 8	73 23 0 3	72 22 0 0	67 12 0 0	62 2 0 7
3	BS-400-400-400-50-50-100-90	77	84	81 18 0 0	80 14 0 12	73 9 1 14	75 4 2 8	70 0 3 3	69 0 3 0	64 0 3 0	59 0 3 7
4	BS-400-400-400-50-50-100-60	75	84	81 18 0 0	80 14 0 12	73 9 1 14	74 4 1 8	69 0 2 3	68 0 2 0	63 0 2 0	58 0 2 7
5	K-400-400-400	75	84	81 28 0 0	80 27 0 12	72 26 0 14	74 24 0 8	69 23 0 3	68 22 0 0	63 12 0 0	58 2 0 7
6	BS-400-400-400-50-50-100-60	74	84	81 18 0 0	80 14 0 12	72 9 1 14	73 4 1 8	67 0 2 3	66 0 2 0	61 0 2 0	56 0 2 7
7	K-400-400-1633	74	83	80 28 1 0	79 27 1 0	71 26 0 0	73 24 0 0	67 23 0 0	66 22 0 0	61 12 0 0	56 2 0 0

von 25 dB, da er zum einen hochwertiger gefertigt und zum anderen mit einer größeren Kulissenanzahl bestückt ist, wodurch sowohl der Preis als auch der Druckverlust höher eingeplant werden muss. Vernachlässigt man dieses, so wären die Folgen eine Fehlplanung bei den akustischen Werten sowie eine fehlerhafte Preisermittlung.

Zusammenfassung

Die Berechnung von Lüftungsanlagen mithilfe von ganzheitlichen Programmen ist effektiv, Zeit sparend und umfassend. Dieser Artikel zeigt, dass eine komplett akustische Anlagenberechnung sehr umfangreich sein kann und ohne Unterstützung von Computerprogrammen nicht in dieser Form durchführbar ist. Es wird aber auch verdeutlicht, dass besonders für den Fachplaner diese Form der Berechnung für eine korrekt dimensionierte und akustisch abgeglichene Lüftungsanlage notwenig ist. ■

Bilder: Lindab GmbH

@ Internetinformationen:
www.lindab.de

DIMsilencer 4.0 - Suche SD

Produkt	Druckverlu...	Länge	Preis	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Oktavband zeigen	Dämpfung
DLD 400 400 1500 10 09	9	1500	-	2	8	15	21	21	15	11	8		
DLD 400 400 1500 10 10	21	1500	-	3	11	19	27	27	20	14	10		
DLD 400 400 1500 10 11	61	1500	-	5	15	26	36	38	28	20	15		
DLD 400 400 1500 10 12	284	1500	-	10	22	38	48	59	47	33	25		
DLDY 400 400 1500 20 09	9	1500	-	3	10	19	36	43	31	22	17		
DLDY 400 400 1500 20 10	21	1500	-	4	14	25	44	54	40	28	21		
DLDY 400 400 1500 20 11	61	1500	-	7	19	31	46	59	52	37	28		

Silencer Information

DLD 400 400 1500 10 09

Der DLD-Schalldämpfer ist ein individueller Kanalschalldämpfer mit strömungsoptimierten Einbaukulissen aus speziellem Dämpfungsmaterial für hohe Dämpfungsanforderungen und geringe Druckverluste. Die Außenabmessungen sind identisch mit den Kanalmaßen.

Beschreibung

Schalldämpfer

Bild 10: Auswahl von Kulissenschalldämpfern.